

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ**



**ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ.
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**МАТЕРІАЛИ
XII Міжнародної
науково-технічної конференції**

Краматорськ 2014

УДК 621.9

Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали дванадцятої Міжнародної науково-технічної конференції 23 — 24 вересня 2014 року / Під заг. ред. В. Д. Ковальова. — Краматорськ: ДДМА, 2014. — 84 с.

ISBN 978-966-379-640-6

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

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Федорінов В.А.,

к.т.н., проф., ректор ДДМА

Члени комітету:

Алієв І.С.,

д.т.н., проф., проректор з НДР ДДМА

Антонюк В.С.,

д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"

Братан С.М.,

д.т.н., проф., зав. каф. СевНТУ

Бушусь В.В.,

д.т.н., проф., зав. каф. МДТУ "СТАНКИН", Росія

Вітренко В.О.,

д.т.н., проф., зав. каф. СУНУ 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., МТУ, Магдебург, Німеччина

Ерентрайх Т.,

директор «Гертнер», Німеччина

Єфімов М.В.,

ген. директор ПАТ "ЕМСС"

Залого 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

Луців І.В.,

д.т.н., проф., зав. каф. ТНТУ ім. І. Пулюя

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

Музикант Я.А.,

к.т.н., проф., заст. ген. директора ТОВ "ВНІнструмент"

Нечепасєв В.Г.,

д.т.н., проф., зав. каф. ДонНТУ

Новіков М.В.,

академік НАН України, директор ІНМ ім. В. Бакуля НАН України

Павленко І.І.,

д.т.н., проф., зав. каф. КДТУ

Пасічник В.А.,

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., НТУУ "КПІ"

Разживін М.О.,

зам. директора ВАТ "КЗВВ"

Рамазанов С.К.,

д.т.н., проф., зав. каф. СЧУ ім. В. Даля

Струтинський В.Б.,

д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"

Суков Г.С.,

к.е.н., ген. директор ЗАТ "НКМЗ"

Тимофєєв Ю.В.,

д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"

**MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE, YOUTH AND SPORTS OF UKRAINE
DONBAS STATE ENGINEERING ACADEMY**



**HEAVY ENGINEERING.
PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

MATERIALS
of the XII International
scientific and technical conference

Kramatorsk 2014

Heavy engineering. Problems and prospects of development. Materials of the tenth International scientific and technical conference — September 23 - 24, 2014 / Under the general edition V. Kovalov. — Kramatorsk: DSEA, 2014. — 84 p.

ISBN 978-966-379-640-6

In the collection are materials for solving urgent problems of heavy engineering, design, manufacture and operation of machines, machine tools, tools, development and deployment of advanced energy saving technologies.

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

Chairman

Fedorinov V.A., Ph.D., Prof., rector DSEA

Members of program committee:

Aliev I.S., Dr., Prof., vice-rector DSEA

Antonjuk V.S., Dr., Prof., NTUU "KPI"

Bratan S.M., Dr., Prof., head of dep. SebNTU

Bushuev V.V., Dr., Prof., head of dep. MSTU "STANKIN", Russia

Dašić P., Prof. of HTMS of Trstenik, Serbia

Dubner L., Dr., Prof., MTU, Magdeburg, Germany

Erentrayh T., Gertner Service GmbH. company manager, Germany

Gavrish A.P., Dr., Prof., NTUU "KPI"

Grabchenko A.I., Dr., Prof., head of dep. NTU "KhPI"

Gusev V.V., Dr., Prof., head of dep. DonNTU

Ilarionov R., Prof., vice-rector of TUG, Bulgaria

Kalafatova L.P., Dr., Prof., DonNTU

Klimenko G.P., Dr., Prof., head of dep. DSEA

Klimenko S.A., Dr., Prof., vice-director ISM NAS of Ukraine

Kovalov V.D., Dr., Prof., head of dep. DSEA

Lootsiv I.V., Dr., Prof., head of dep. TNTU

Matyukha P.G., Dr., Prof. DonNTU

Melnichuk P.P., Dr., Prof., rector ZhSTU

Mihailov A.M., Dr., Prof., head of dep. DonNTU

Mironenko E.V., Dr., Prof., dean DSEA

Muzykant Y.A. Prof., vice-director VNIInstrument

Nechepaev V.G., Dr., Prof., head of dep. DonNTU

Novikov N.V., Academician NAS of Ukraine, director ISM NAS of Ukraine

Pavlenko I.I., Dr., Prof., head of dep. KSTU

Pasichnyk V.A., Dr., Prof., head of dep. KSTU

Petrakov Y.V., Dr., Prof., head of dep. NTUU "KPI"

Ramazanov S.K., Dr., Prof., head of dep. EUNU

Ravskaya N.S., Dr., Prof., NTUU "KPI"

Razgivin N.A., Vice-Director KZTS

Strutinskij V.B., Dr., Prof., head of dep. NTUU "KPI"

Sukov G.S., Ph.D., General Director NKMZ

Timofeev Y.V., Dr., Prof., head of dep. NTU "KhPI"

Vitrenko V.A., Dr., Prof., head of dep. EUNU

Vnukov Y.N., Dr., Prof., vice-rector ZSTU

Yefimov M.V., General Director EMSS

Zaloga V.A., Dr., Prof., head of dep. SSU

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ В РАЗЪЕМНЫХ МАТРИЦАХ

Абхари П.Б., Гончарук К.В., Паращенко Л.К.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

Одними из перспективных направлений в развитии кузнечно-штамповочного производства является способ штамповки выдавливанием в разъемных матрицах, реализация которого осуществляется или на универсальном оборудовании, или в специальных штампах, или на специальных многоплунжерных прессах. Штамповку в разъемных матрицах применяют преимущественно взамен широко распространенного в производстве способа штамповки в открытых штампах [1, 2]. Поэтому при рассмотрении вопроса об эффективности применения штамповки в разъемных матрицах целесообразно изучить энергосиловые параметры, в частности те, которые влияют на раскрытие полуматриц.

Для анализа энергосиловых параметров раскрытия полуматриц при комбинированном выдавливании (рис. 1) были выбраны факторы, которые в большей степени будут влиять на приведенное давление раскрытия полуматриц при совмещенном выдавливании: $\bar{h} = h/R_1$ - относительная высота фланца, $\bar{R} = R/R_1$ - относительный внутренний радиус заготовки, μ_s - контактное трение.

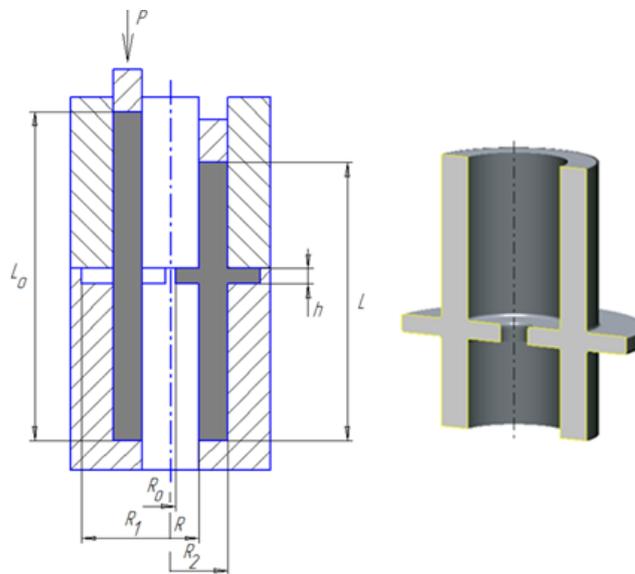


Рис. 1 Схема комбинированного выдавливания в разъемных матрицах

На рис. 2 представлены зависимости энергосиловых параметров раскрытия полуматриц и от варьируемых параметров процесса. Приведенного давления раскрытия матрицы спадает с увеличением относительной высоты фланца \bar{h} . Такое наблюдается за счет изменения жесткости системы и уменьшения степени деформации во фланце. С ростом относительного

внутреннего радиуса заготовки \bar{R} наблюдается переменный характер распределения приведенного давления. Это связано с изменением поверхности контактного трения материала с инструментом. Минимальное значение энергосиловых параметров наблюдается при $\bar{R} = 0,65...0,70$. Увеличения значения контактного трения показывает ожидаемый рост приведенного давления.

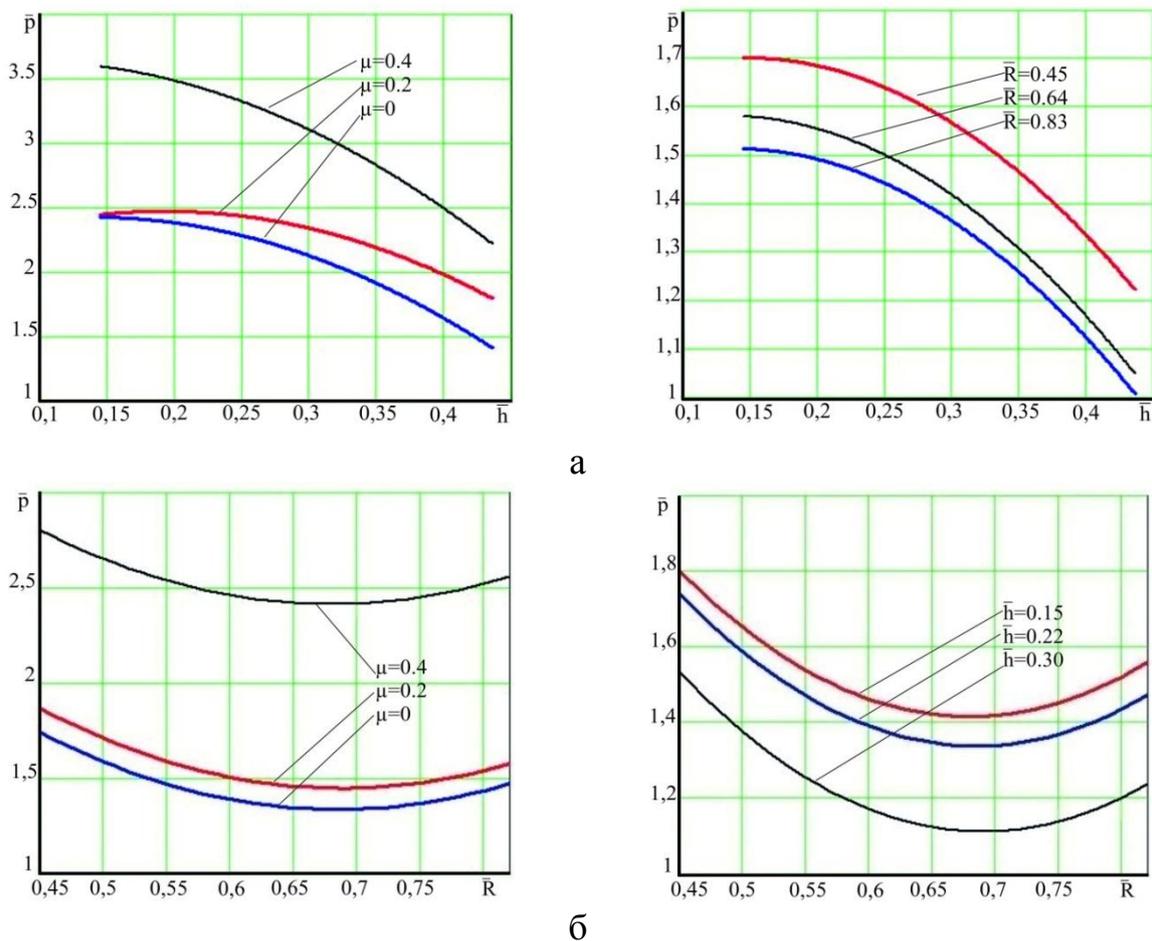


Рис. 2 Графики зависимости приведенного давления раскрытия полуматриц от относительной высоты фланца (а), от относительного внутреннего радиуса заготовки (б) при разных варьруемых факторах

Выводы

Проведено моделирование процесса комбинированного выдавливания методом конечных элементов. Определены значения приведенного давления раскрытия полуматриц при разной геометрии процесса.

Литература: 1. Алиев И. С., Лобанов А. И., Савченко О. К. Выдавливание стержневых деталей с фланцем в разъемных матрицах // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. -2007. - N 11. - С. 25-28. 2. Алиева Л.И., Абхари П., Жбанков Я.Г. Исследование процессов радиального выдавливания методом конечных элементов // Обработка материалов давлением : Сборник научных трудов. Краматорск : ДГМА, 2009 – № 1 (20). – С. 19–24.

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ В ЗАКРЫТОЙ ШТАМПОВКЕ ДЕТАЛЕЙ С ФЛАНЦЕМ

Абхари П.Б., Еремина А.А., Кучма А.С.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

При закрытой штамповке создаётся напряжённое состояние, близкое к неравномерному всестороннему сжатию, что важно для малопластичных материалов [1, 2]. Было выполнено методом конечных элементов моделирование процесса и рассчитаны кинематические схемы закрытой штамповки детали с фланцем, при движении пуансона вверх, односторонней подачей металла при движении пуансона вниз и двухсторонней подачей металла (рис. 1). Для определения оптимальной схемы движения инструмента, был рассмотрен характер заполнения приемной поперечной полости при: односторонней подаче металла с движением пуансона вниз, односторонней подаче металла с движением пуансона вверх и двухсторонней подачей металла.

Моделированием установлено, что наиболее благоприятной схемой является двухсторонняя подача металла. Кроме того применение такого способа дает идеальное заполнение приемной полости штампа, повышение пластичности материала.

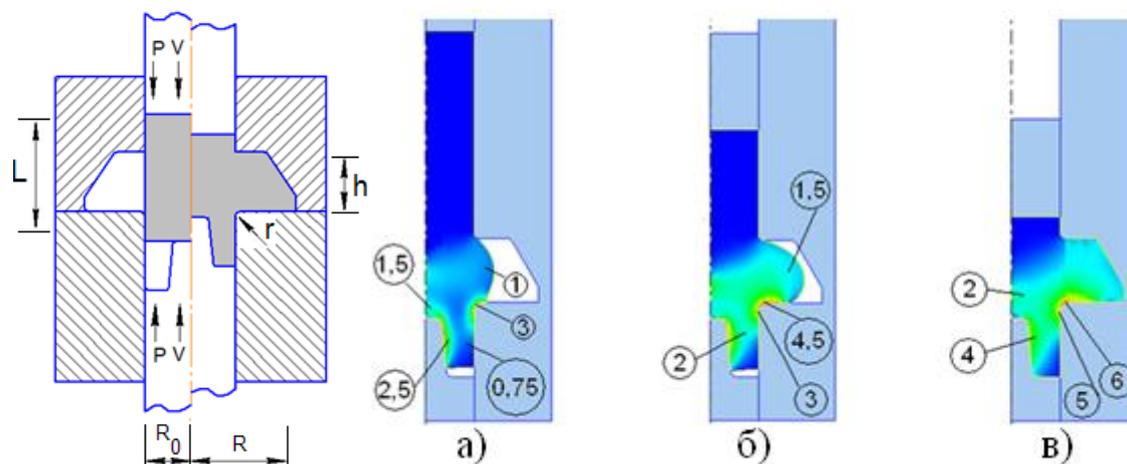


Рис. 1 Распределение интенсивности деформации в процессе закрытой штамповки при двухсторонней подачей металла, а- $S/R_0=2$, б- $S/R_0=4$, в- $S/R_0=6$

При двухсторонней подаче, за счет равномерного распределения интенсивности деформации лучше прорабатывается весь объем металла заготовки, что снижает неравномерность свойств по поперечному сечению заготовки.

Литература: 1. Алиев, И.С. Анализ энергосилового режима процесса закрытой штамповки / И.С. Алиев // Известия ВУЗов. Машиностроение. 1989. - № 4. -С.132-135. 2. M. Jolgaf, Closed die forging geometrical parameters optimization M. Jolgaf, Markus Knoerr, S.B. Sulaiman, M.K.A. Ariffin // Am. J. Eng. Appl. Sci. 1(1) (2008) 1-6.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ БОКОВОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ОТРОСТКАМИ

Алиев И.С., Абхари П.Б., Еремина А.А.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

Холодная объемная штамповка выдавливанием широко используется в металлообрабатывающих отраслях промышленности. Технологические процессы холодного выдавливания отличаются высокой эффективностью и многообразием возможных вариантов исполнения. Поперечное боковое выдавливание является эффективным и конкурентоспособным методом изготовления сплошных и полых асимметричных деталей с боковыми отростками разной конфигурации и сечения.

Методом конечных элементов в программном пакете DEFORM 3D было исследовано распределение степени деформации и выполнена оценка физико-механического состояния деформируемого металла в очаге интенсивной пластической деформации.

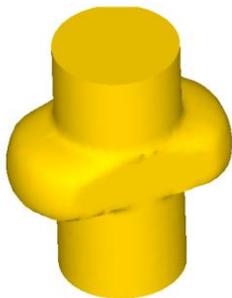
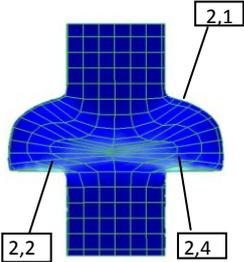
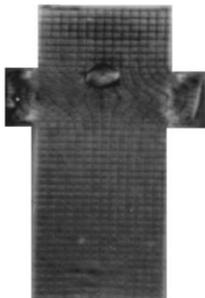
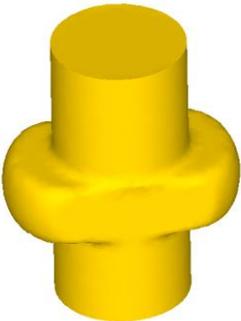
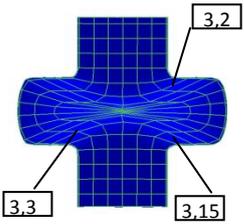
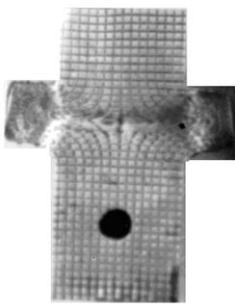
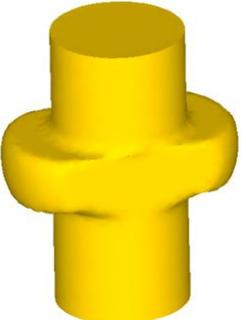
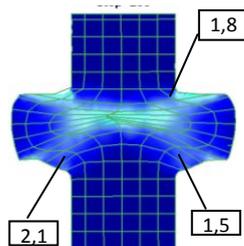
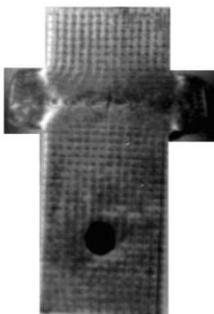
Для моделирования процесса бокового выдавливания методом конечных элементов использовали следующие исходные данные: параметров механических свойств: материал заготовки АДЗ1.

В ходе математических и физических экспериментов исследовали последовательность формообразования, отклонение формы отростков, характер и причины их возникновения (рис. 1).

Рассмотрены параметры искажения делительной сетки при боковом выдавливании отростка по различным кинематическим вариантам подачи металла и приведены величины распределения степени деформации при различных способах подачи.

При односторонней величине выдавливания зона максимально сдвиговых деформаций смещена к нижней части отростка и ее максимальное значение составляет $\varepsilon_i = 2,4$. В зависимости от способа подачи зона максимальной деформации меняет свое местоположение. При двусторонней подаче зона максимальной деформации располагается непосредственно в средней части отростка, а интенсивность деформации составляет $\varepsilon_i = 3,3$. При последовательной двусторонней подаче зона максимальной деформации была смещена к верхней части отростка, а интенсивность деформации составляет $\varepsilon_i = 1,8$, а также в нижней его части, где интенсивность деформации составляет $\varepsilon_i = 1,5$, непосредственно в центральной части отростка и интенсивность деформации составляет $\varepsilon_i = 2,1$.

При выдавливании круглых отростков одним из наиболее существенных дефектов является дефект формы торца отростков – незаполнение полости штампа. Особенно существенно этот дефект проявляется при односторонней подаче и может быть значительно снижен при деформировании с двухсторонней подачей.

	1	2	3
а			
б			
в			

а – с односторонней подачей;
б – с двухсторонней подачей,
в – с последовательной двухсторонней подачей
(1 - $S/R0 = 0,25$; 2 - $S/R0 = 0,55$; 3 - $S/R0 = 1,05$)

Рис. 1. Схемы искажения координатной сетки при различных кинематических вариантах бокового выдавливания.

Установлено, что наибольшую неравномерность деформирования характерна для способа бокового выдавливания с односторонней подачей, а наибольшую степень заполнения полости при боковом выдавливании позволяет достичь схема выдавливания с последовательной двухсторонней подачей. Это позволяет рекомендовать схемы с двухсторонней подачей металла в полость для изготовления деталей с отростками различной конфигурации. Сравнение параметров формоизменения при боковом выдавливании, полученные конечно-элементным моделированием и экспериментальным путем, показало их хорошее совпадение.

КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАГОТОВКИ

Алиев И. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В., Швец А. А.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

Классификация способовковки поковок необходима для выявления неисследованных и перспективных приемовковки, которые позволят снизить себестоимость получаемых изделий и повысить их качество. Также классификация процессовковки поможет определить направления дальнейших исследований в областиковки.

Большое влияние на качествоковки оказывает напряженно-деформированное состояние. Поэтому все факторы, которые могут влиять на напряженно-деформированное состояние, можно разделить на три группы [1]: фактор формы (форма инструмента и заготовки), кинематический фактор и температурный фактор.

Фактор формы определяется формой инструмента и формой исходной заготовки. На течение металла при ковке, его деформированное состояние влияет форма инструмента (комбинированные бойки, вырезные радиусные и трапецеидальные бойки, вырезные радиальные несимметричные бойки, ступенчатые скрещающиеся бойки, скошенные бойки со скрещающимися рабочими поверхностями и др.). Также большое влияние на течение металла при ковке влияет форма исходной заготовки (восьмигранные, плоские, трехлепестковые слитки и др.). Отсутствие конкретных рекомендаций по расчету размеров инструмента для конкретных условийковки позволяет сделать вывод, что дальнейшие исследования схемковки с использованием современного математического аппарата являются целесообразными.

Кинематический фактор определяется кинематикой воздействия инструмента на заготовку и механическим режимомковки заготовки. Так, различная величина подачи заготовки в инструмент, ее обжатие, очередность кантовок является эффективным инструментом в управлении деформированным состоянием заготовки. Но исследования сложной кинематики перемещения инструмента, ее влияния на напряженно-деформированное состояние заготовки при ковке крупных поковок малочисленны из-за сложности ее реализации на практике.

Температурный фактор определяется температурным полем заготовки и ее температурным состоянием. Поэтому деформирование заготовок с различными температурными полями (однородное, неоднородное симметричное и неоднородное несимметричное температурное поле) в различных температурных состояниях будет обеспечивать различное напряженно-деформированное состояние, что обусловлено значительным влиянием температуры на механические свойства металла.

Таким образом, дальнейшие исследования процессовковки с использованием классификации способовковки по различным факторам являются перспективными для получения заданных свойств конечного изделия.

Литература: Направления совершенствования технологийковки крупных поковок на основе управления течением металла / Алиев И. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В., Швец А. А. // Научный вестник ДГМА. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 1 (9Е). – С. 7–25.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ОЧАГА ДЕФОРМАЦИИ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВЫДАВЛИВАНИИ

Алиева Л.И., Гончарук К.В., Быкова Л.В., Гнездилов П.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Комбинированное выдавливание характеризуется одновременным течением металла по нескольким направлениям. Одной из проблем при расчёте технологического процесса комбинированного выдавливания это отсутствие рекомендаций по определению энергосиловых параметров процесса. Одним из факторов, который значительно влияет на усилие процесса, является форма очага деформации (ОД). Существует 3 разновидности ОД: присоединенный, совмещенный и разъединённый. ОД, который образуется при выдавливании относительно высоких заготовок с соотношением высоты заготовки к ее диаметру $H/D > 2$, называется разъединённым. При таком виде ОД неравномерность течения металла будет наибольшей, причем в области заготовки, связанной с пуансоном, наблюдается наименьшая деформация [1, 2].

Исследуем комбинированное выдавливание с разъединённым очагом деформации. Схема представлена на рис.1.1(а), деталь, полученная комбинированным выдавливанием - на рис.1(б).

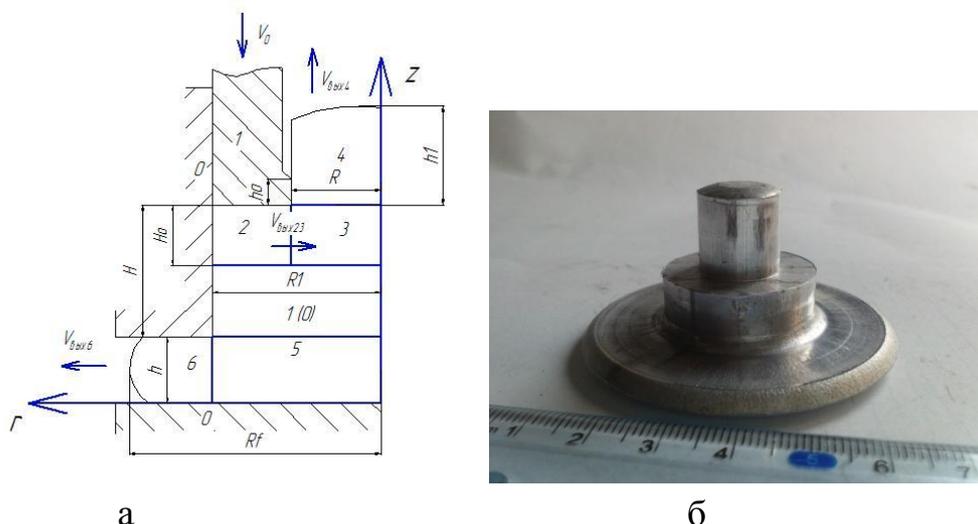


Рис. 1 Схема комбинированного выдавливания (а), деталь(б)

Для определения энергосиловых параметров получена формула приведенного давления комбинированного выдавливания [3].

Исходя из полученных данных, были построены графики зависимости приведенного давления от разных геометрических параметров (рис. 2).

График зависимости приведенного давления от относительной высоты фланца (рис. 2, а) показывает, что при увеличении относительной высоты фланца значения приведенного давления падают. Это связано с тем, что при таких условиях металлу проще заполнять большую полость за счет увеличения жесткости системы. На рис. 2, б показан неоднозначный характер изменения приведенного давления при разных значениях относительного радиуса отростка. При $\bar{R} = 0.35 \div 0.40$ наблюдается минимум значений приведенного давления. Снижение части графиков связано с изменением жесткости системы, а их рост – с увеличением поверхности контактного трения.

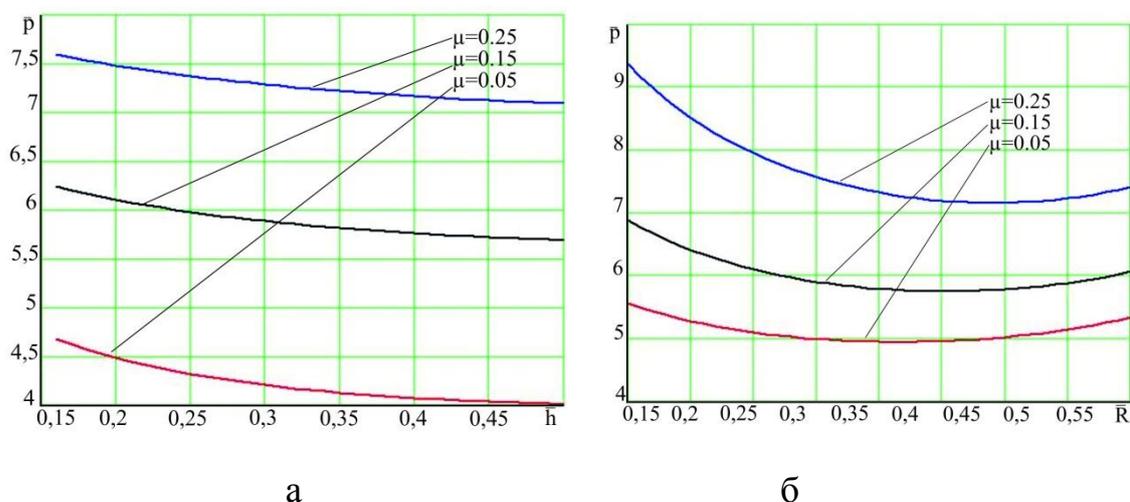


Рис. 2. Графики зависимости приведенного давления от относительной высоты фланца (а), от относительного радиуса отростка (б) при разных значениях трения

Выводы

Энергетическим методом установлены значения энергосиловых параметров в зависимости от геометрических параметров при комбинированном выдавливании для разьединённого очага деформации.

Литература: 1. Алиева Л.И. Комбинированное выдавливание втулок с фланцем // Прогрессивные методы и технологическое оснащение процессов ОМД. Сб. тезисов междунауч.-техн. конф. - СПб.: Изд-во ПИМаш, 2005. - С. 23-26. 2. Алиев И. С., Грудкина Н. С. Теоретический анализ процесса комбинированного радиально-обратного выдавливания // Обработка материалов давлением. Сборник науч. трудов. Краматорск: ДГМА, 2008 –С. 55-60. 3. Алиева Л. И. Анализ влияния размера очага деформации на параметры комбинированного выдавливания / Л. И. Алиева, К. В. Гончарук, А. В. Шкира, П. В. Гнездилов // Научный Вестник ДГМА. – Краматорск: ДГМА, 2014. – № 1 (13Е). – С. 4 – 9.

ОЦЕНКА РЕСУРСА ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ РАДИАЛЬНО-ПРОДОЛЬНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ

Алиева Л.И., Деревенько И.А., Гончарук К.В., Шкира А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Накопление повреждений при холодном деформировании приводит к рекристаллизации материала и снижение показателей остаточной пластичности. Как следствие наблюдается ухудшение свойств изделий, вплоть до разрушения заготовок в процессе обработки или изделий при эксплуатации.

Во время деформирования, когда показатель напряженного состояния не остается постоянным, пластичность принято оценивать на основе так называемых критериев разрушения. Сущность критериев разрушения в применении модели накопления повреждений металла, которая зависит от величины накопленной деформации и напряженного состояния [1,2].

Степень повреждений металла называют использованным ресурсом пластичности Ψ . Величину недеформированного металла принимают равной нулю, а условие разрушения имеет вид $\Psi = 1$.

Главным фактором, влияющим на пластичность металлов в условиях холодного деформирования это схема напряженного состояния. Определение ресурса пластичности при комбинированном выдавливании велось на основе расчетов метода конечных элементов (рис. 1). При моделировании было определено, что разрушение возможно по периферии фланца.

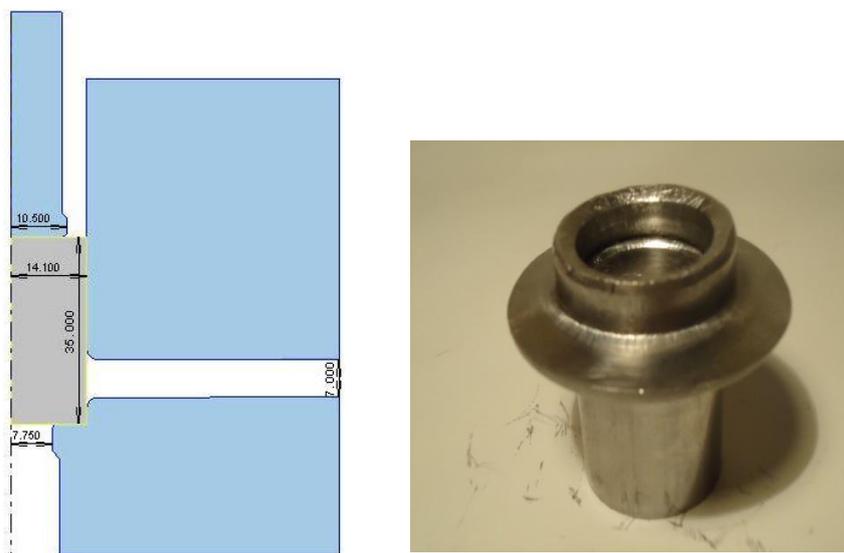


Рис. 1 Исследуемая схема (а) и деталь (б)

Моделирование процесса проводилось до полного исчерпания ресурса пластичности $\psi \geq 1$.

Результаты расчетов напряженного состояния использованы для оценки значений расхода ресурса пластичности Ψ , который определяли по формуле:

$$\Psi = \int_0^{e_u} \frac{de_u}{e_p(\eta, \mu_\sigma)},$$

где $e_p(\eta, \mu_\sigma) = 1.1 \cdot e^{(0.42\mu_\sigma - 0.51\eta)}$ – поверхность граничных деформаций для АДЗ1;

$$\mu_\sigma = \frac{2 \cdot \sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \text{ – параметр Лоде-Надаи.}$$

Периферия фланца была разбита на исследуемые точки и определена критическая точка, в которой вероятно разрушение фланца. Продолжая моделировать процесс до разрушения, получен график зависимости ресурса пластичности от степени логарифмической деформации (рис. 2).

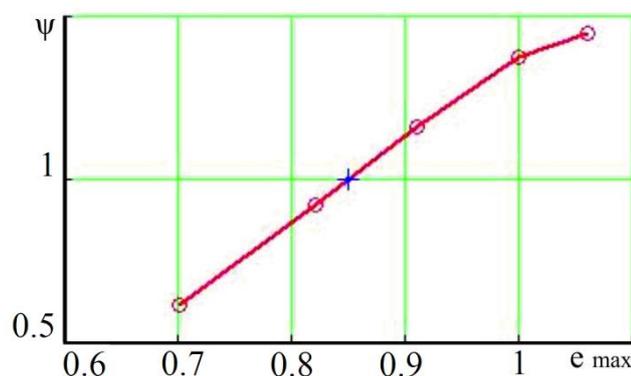


Рис. 2 График распределения ресурса пластичности в критической точке

Так как исчерпание ресурса пластичности происходит при достижении показателя Ψ значения 1, на графике видно, что максимально возможная степень деформации для данного комбинированного выдавливания $e=0,85$.

Выводы

Проведено моделирование процесса комбинированного выдавливания методом конечных элементов при помощи программного продукта QForm 2D. Определено напряженное состояние на торце наружного фланца. Используя показатель ресурса пластичности, было получено значение максимальной степени деформации для данного процесса, которое составляет $e=0,85$.

Литература: 1. Алиева Л. И. Ресурс пластичности в процессах комбинированного выдавливания / Л. И. Алиева, И. А. Деревенько, Р. И. Сивак // Обработка металлов давлением : сб. научн. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2013. – № 1 (34). – С. 11–17. 2. Сивак Р. И. Влияние неравномерности пластической деформации на использованный ресурс пластичности / Р. И. Сивак // Обработка металлов давлением : сб. научн. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 3 (32). – С. 40 - 44.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ ДВИЖЕНИЯМИ СТАНКОВ

Антоненко Я.С.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Точность применяемого оборудования оказывает решающее влияние на качество и производительность обработки. Анализ существующих путей повышения точности показывает, что в некоторых случаях они не позволяют достичь требуемой точности, особенно на тяжелых станках. В других случаях их реализация связана со значительными затратами и экономически не целесообразна. Таким образом, поиск новых альтернативных путей повышения точности, не связанных со значительными затратами, является весьма актуальной задачей в современном станкостроении.

Одним из перспективных направлений в области обеспечения требуемой точности при минимальных затратах является применение систем адаптивного управления, в частности систем адаптивного управления замкнутого типа. Функцией системы адаптивного управления, предназначенной для повышения точности обработки на токарных станках, является стабилизация относительного положения инструмента и заготовки, соответствующего настройке, другими словами она должна поддерживать заданное положение и траекторию движения инструмента относительно некоторых измерительных баз, точность которых не зависит от внешних факторов. Система должна быть ориентирована на повышение точности формы изделия в продольном сечении. Быстродействие системы должно превышать скорость изменения наиболее быстроменяющегося из возмущающих факторов. Каждый дополнительный контур в системе адаптивного управления ЧПУ должен вносить свои коррективы в исходную программу обработки, влияя на скорость резания, скорость подачи, положение инструмента или детали, некоторое звено, которое определяет статические или динамические свойства технологической системы.

Таким образом, в работе развивается подход, основанный на изучении динамической структуры станка и получении смещения траектории формообразующих движений, обусловленных изменением этой структуры. Новый подход состоит в проектировании некоторого многообразия формообразующих движений, при которых характеристики качества изделия удовлетворяют требуемым нормам, а сами многообразия строятся с учетом динамических свойств конкретной станочной системы и удовлетворяют всем ее взаимосвязям. При таком подходе проектирование программ ЧПУ надо осуществлять не по геометрическим характеристикам идеальной детали, так как это ведет к необходимости компенсации возникающих деформаций, а по характеристикам, принадлежащим этому множеству, учитывающему деформации уже на этапе его создания.

Литература: 1 Земсков Г.Г. Автоматическое обеспечение точности обработки на основе ее прогнозирования / Г.Г.Земсков, М.Б. Флек // Механизация и автоматизация производства, 1977, № 3.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОГРЕШНОСТЕЙ НА ТОЧНОСТЬ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Антоненко Я.С., Ковалев В.Д., Любович И.В., Попов А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

На сегодня вопрос достижения требуемой точности вполне справедливо можно считать наиболее важным при проектировании новых моделей станочного оборудования, поскольку именно в этой области разработчики сталкиваются с наибольшим количеством проблем, которые заставляют искать обходные пути, идти на компромиссы, что, в конечном итоге, сказывается на общем качестве и конкурентоспособности новой продукции.

Целью работы является определить доминирующие в оценке баланса точности погрешности обработки. Нами проанализированы и классифицированы факторы влияния различных видов погрешностей при обработке на тяжелых токарных станках: фактор влияния геометрических погрешностей $\Delta_{\text{геом}}$, фактор влияния погрешностей сборки $\Delta_{\text{сб}}$, фактор влияния упругих деформаций $\Delta_{\text{упр}}$, фактор влияния тепловых деформаций $\Delta_{\text{т°}}$, фактор влияния кинематических погрешностей $\Delta_{\text{кин}}$, фактор влияния погрешностей измерительной системы ЧПУ $\Delta_{\text{изм}}$, фактор влияния износа и погрешностей установки режущего инструмента $\Delta_{\text{инстр}}$.

В разрезе вопроса об изучении степени влияния погрешностей, ранее, с помощью натурного моделирования, производился поиск оптимальных вариантов конструкций корпусов передних бабок станка – литые модели из силумина в масштабе 1:5, применялась методика исследования корпусных деталей из органического стекла – с учетом масштаба и коэффициентов подобия создавались модели люнетов и планшайб тяжелых токарных станков. Детальное рассмотрение баланса упругих перемещений основных механизмов [2] суппортов, салазок, шпиндельных узлов, позволило оценить влияние различных видов деформаций - контактных в подвижных и неподвижных стыках, собственных деформаций деталей - на точность и жесткость узлов.

Анализ результатов экспертной оценки [1], а также проведенных экспериментов [2] показывает, что наиболее существенным фактором в оценке баланса точности является точность формы в продольном сечении, основными составляющими которой являются систематические погрешности: геометрические погрешности направляющих продольного перемещения (50...60%), тепловые деформации станины при неоднородном температурном поле станка (30...50%), а также упругие деформации технологической системы (1...10%).

Литература: 1 Ковалев В.Д. Экспертная оценка проектных решений при создании тяжелых токарных станков повышенной точности / Бабин О.Ф., Мельник М.С. // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Вип.17.- Краматорськ. - 2005. - С. 124-131. 2 Мельник М.С. Підвищення точності важких верстатів на основі керування параметрами формоутворюючої системи. дис. на здобуття наук. ступ. к.т.н., 2009р., м. Донецьк, 216 с.

КОМБІНОВАНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ У ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Бесарабець Ю.Й., Адаменко Ю.І.
(НТУУ "КПІ", Київ, Україна)

Полімерні композиційні матеріали знаходять широке застосування у різних галузях машинобудування та для виготовлення товарів спортивного призначення. Операція свердління є складною та широко розповсюдженою серед інших операцій механічної обробки композитів. Обробка отворів свердлінням супроводжується виникненням ряду дефектів поверхні деталі – розшарування, спучування на вході та на виході інструменту, ворсистість, викришування країв отвору, термодеструкція поверхневого шару та ін.

Найбільш небезпечним з перелічених вище дефектів є розшарування ламінатів. Цей дефект суттєво знижує механічну міцність деталі і він не може бути усунений подальшою чистовою обробкою.

Проблемі зниження розшарувань під час оброблення отворів присвячена велика кількість робіт. Встановлено, що основною причиною виникнення розшарувань багат шарових композиційних матеріалів є осьова сила. В разі, якщо осьова сила перевищує критичне для даного оброблюваного матеріалу значення, то це призводить до розшарування.

Застосування стандартних металорізальних інструментів для обробки отворів не дозволяє отримати необхідну якість поверхні, тому застосовують спеціальні інструменти, що враховують специфічні особливості композитів.

Для вирішення задачі підвищення якості отворів був розроблений ряд конструкцій комбінованих інструментів, які складаються з двох частин. Перша частина (центральна різальна пластина), призначена для обробки початкового отвору в суцільному матеріалі на прямій подачі. Друга частина (один чи два відкидних ножа) формує остаточно оброблену поверхню під час зворотної подачі інструменту. В момент закінчення обробки відкидний ніж притискає шари матеріалу до опорно-різальної втулки, що значно знижує ризик розшарувань, спучення та сколів матеріалу.

Попередні експериментальні дослідження конструкції з одним поворотним ножом довели можливість її успішного застосування для обробки отворів у композиційних матеріалах, проте були виявлені і деякі недоліки. Зокрема, під час обробки отвору відкидним ножом виникає радіальна сила різання. Вона викликає збільшення зазору між різально-направляючою втулкою та лезом ножа. При цьому волокна композиту не зрізаються, а обриваються, що призводить до підвищення ворсистості обробленої поверхні, а відповідно і до зниження якості обробки.

Застосування конструкції з двома відкидними ножами знижує ризик радіального зміщення інструменту та забезпечує більш високу якість обробленої поверхні.

ОБРОБКА ОТВОРІВ У НАХИЛЕНИХ ПОВЕРХНЯХ ПКМ

Булах І.О., Глоба О.В.

(НТУУ «КПІ», ММІ, кафедра ІТМ, Київ, Україна)

Проблема обробки отворів у нахилених поверхнях ПКМ є актуальною, коли необхідно отримати високу якість отвору непрямолінійної (сферичної) поверхні, який не застосовується для кріплення панелей або деталей (зокрема вентиляційні отвори тощо). В даній роботі для отримання отвору у нахиленій поверхні застосовується пристрій та інструмент для осцилюючого (двонапрявленого) свердління ПКМ.

На рисунку 1 (а,б) зображений пристрій для кріплення зразка ПКМ таким чином, щоб поверхня була нахилена під деяким кутом до горизонталі з можливістю зміни кута нахилу.

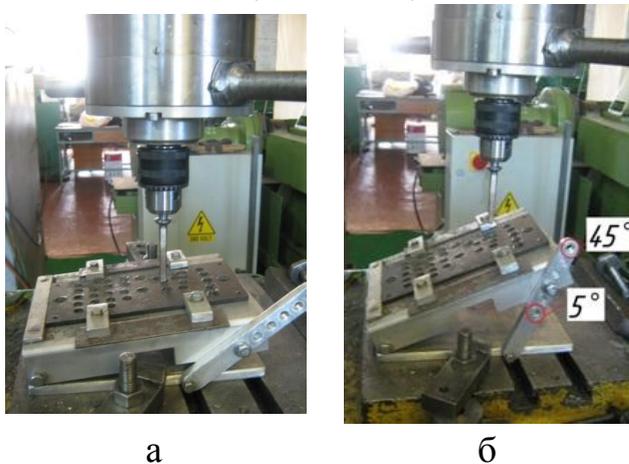


Рис. 1 Пристосування для обробки ПКМ під кутом до горизонталі

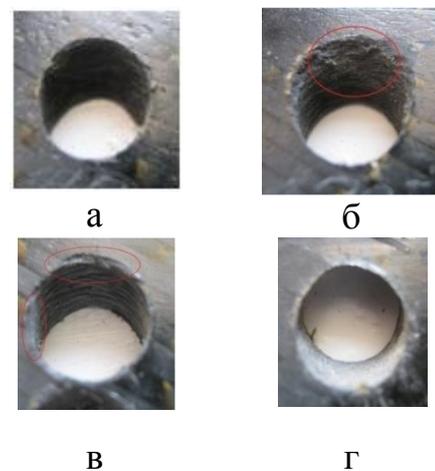


Рис. 2 Вигляд отворів у ПКМ

Кути нахилу площини зразка ПКМ змінювався від 5° до 45° . Для обробки були обрані осцилюючі свердла: свердло зі сферичною заточкою, свердла з подвійними головними кутами в плані 110° , 120° та 130° .

Були проведені випробування різної конструкції інструменту та обробки при зміні кута нахилу поверхні зразка ПКМ. Виявилось, що зі збільшенням подвійного головного кута в плані 2ϕ , якість отвору значно зменшується. На рисунку 2 показаний вигляд отвору при нахилі площини ПКМ 45° для свердел з $2\phi=110^\circ$ (а) та $2\phi=130^\circ$ (б), а також вигляд отвору на виході інструменту для свердла $2\phi=110^\circ$ (г).

З рисунку видно, що при обробці ПКМ свердлом з $2\phi=130^\circ$ відбувається відхилення інструменту від осі, що робить утворений отвір непридатним. Тоді як при обробці свердлом з $2\phi=110^\circ$, якість отвору значно вища, спостерігається незначне розлохмачування волокон на вході інструменту.

На рисунку 2 (в) показаний вигляд отвору для осцилюючого свердла зі сферичною заточкою, для кута нахилу поверхні ПКМ $\alpha=15^\circ$. Спостерігаються сколи на вході та виході інструменту з матеріалу. Тобто дане свердло дає можливість отримати високу якість отвору лише при свердлінні ПКМ перпендикулярно до обробленої поверхні.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАЖКОГО МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ.

Васильченко Я.В., Сукова Т.О., Григор'єв В.К.
(ДДМА, м.Краматорськ, Україна)

В даний час все більш актуальним стає питання створення важких багатоцільових верстатів, які зможуть замінити цілий комплекс важких верстатів. На важких токарних верстатах з числовим програмним управлінням проводиться обробка більшості деталей, які входять до складу сучасних важких машин: прокатні валки, ротори турбін і вітрогенераторів, колісні пари залізничного та гірничого транспорту, корабельні гребні вали і т.д. Розширення технологічних можливостей є актуальним завданням для забезпечення конкурентоспроможності випущеної машинобудівної продукції.

В даний час існує велика безліч конструкторських рішень всередині кожної групи і навіть виду верстатів, для яких постійно підвищуються технічні та технологічні вимоги, що в свою чергу ускладнює конструкції верстатів. Спостерігається розрив в наступності поколінь конструкторів через стан, в якому знаходяться багато наших верстатобудівних підприємств, що обумовлює нестачу висококваліфікованих фахівців в області конструювання.

З метою підвищення ефективності проектування верстатів створена база знань на основі дослідження та аналізу підприємств важкого машинобудування. Розроблені заходи її адаптації для конструювання металорізальних верстатів з використанням комп'ютерних технологій, здатних ефективно зберігати і використовувати великі обсяги знань і евристики в області верстатобудування.

Для автоматизованого синтезу конструкторських рішень при проектуванні важких токарних верстатів запропонована ієрархічна система, яка представляє систематизовані вихідні дані та відповідні їм можливі конструкторські рішення. Поле пошукового простору описано якісними критеріями, до складу яких входять критерії що описують режими експлуатації верстату, трудомісткість виготовлення, обслуговування і ремонту, конкурентоспроможність запропонованого рішення, а також основні вимоги, що характеризують рівень обробки поверхонь. Засоби набуття знань і необхідних відомостей враховують можливі джерела інформації для бази знань, а також можливість моделювання поведінки експертів при пошуку рішення задачі з вироблення раціональних варіантів конструкцій і обробці бази знань. Показано необхідність чіткого відбиття можливих рішень з урахуванням реальної ситуації, що склалася на підприємстві, і динамічної реакції на виникаючі зміни в різних правилах, якісних характеристиках і пріоритетах конструювання.

Результати роботи використані при розробці важких верстатів нового покоління на ПАТ КЗВВ та впроваджені у виробництво.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ МОДИФІКАЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВАЖКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ, ОПТИМІЗОВАНИХ ЗА ПАРАМЕТРАМИ МІЦНОСТІ І ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Кирєєва А.Є.
(ДДМА, м.Краматорськ, Україна)

Для виготовлення важких машин, конкурентоспроможних на світовому ринку, актуальною проблемою є створення новітніх технологій для підвищення міцності, стійкості та ресурсу інструменту і оснащення машинобудівних підприємств сучасним різальним інструментом з використанням результатів наукових досліджень і розробок з позицій забезпечення його міцності та працездатності. Важливою задачею є вдосконалення інструментального забезпечення нових важких верстатів для високоточної продуктивної обробки великогабаритних деталей з важкооброблюваних матеріалів за рахунок застосування новітніх методів зміцнення інструменту. Однією з найбільш перспективних технологій поліпшення експлуатаційних властивостей виробів є обробка імпульсним магнітним полем. Тому задача розробки технологій модифікації інструментальних матеріалів для важких верстатів, оптимізованих за параметрами міцності і працездатності є актуальною задачею для підприємств важкого машинобудування.

Мета роботи - розробка технологій модифікації інструментальних матеріалів для важкого машинобудування, оптимізованих за параметрами міцності і працездатності.

Аналіз відмов інструменту при обробці на важких верстатах показує, що поряд з виходом з ладу інструменту внаслідок зносу, до 80% відмов може спричинятися крихким руйнуванням різальної частини твердосплавної пластини, яке проявляється в викришуванні різальних кромки та сколюванні різальної частини. Показано необхідність застосування критеріїв міцності, опору руйнуванню та пошкодженню при локальному навантаженні робочих поверхонь лезв'яного інструменту. Відпрацьовано технологічні режими обробки імпульсним магнітним полем та комбінованими технологіями (ОІМП + вакуум-плазмове покриття) зразків з інструментальних матеріалів та твердосплавних різальних пластин. Обґрунтовано застосування методу «руйнуючої подачі» для лабораторної та виробничої оцінки конструкційної міцності твердосплавних пластин.

Аналіз результатів порівняльних експлуатаційних випробувань збірних твердосплавних різців, з пластинами зміцнених ОІМП показав змінення показників надійності: коефіцієнт варіації стійкості знизився в 2,33 рази, середній період стійкості підвищився у 1,6 рази, гама-процентний період стійкості для $\gamma = 80\%$ підвищився у 3,5 рази, що особливо важливе для важких токарних верстатів з ЧПК. Результати лабораторних та виробничих випробувань використано для оптимізації режимів модифікації інструментальних матеріалів.

ЗАГРУЗКА РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ СФЕРИЧЕСКИХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

Вовк В.В.

(НТУУ "КПИ", г. Киев, Украина)

Актуальной задачей машиностроения является обеспечение высокой производительности и качества обработки фасонных поверхностей на станках с ЧПУ сферическими концевыми фрезами при получистовой и чистовой обработке. При разработке конструкций такого инструмента, расчетах на прочность и назначении режимов резания возникает задача анализа загрузки режущих кромок, одним из основных показателей которой является площадь срезаемого слоя, определяющая возникающие в процессе обработки силы резания.

Толщину среза при таких расчетах необходимо учитывать только на активной длине режущей кромки и определенных для каждой точки кромки углах контакта с заготовкой, в зависимости от заданных глубины резания, шага между проходами фрезы и угла опережения. Определение толщины срезаемого слоя этим инструментом приведено в работе [1] для частного случая, а именно для фрезы, режущая кромка которой лежит в осевой плоскости. Для других конструкций фрез кромка не будет лежать в осевой плоскости и расположение точек режущей кромки на дуге контакта с заготовкой при заданном положении зуба будет различным. Кроме того, в данной работе не рассмотрено каким образом влияет придание оси инструмента наклона в направлении подачи, то есть угла опережения, на толщину среза.

В результате решения данной задачи получены зависимости и построены графики изменения толщины срезаемого слоя вдоль режущей кромки в процессе обработки плоскости таким инструментом. Анализ полученных графиков показал, что максимальная толщина среза при различных углах опережения остается постоянной, но угол контакта зуба с заготовкой уменьшается и происходит более интенсивное нарастание толщины среза в процессе вращения фрезы. Это приводит к более резкому нарастанию силы резания, но с другой стороны и к уменьшению дуги трения зуба об обрабатываемую поверхность при его врезании. Кроме того, придание угла опережения позволяет сместить активную длину режущих к периферии, то есть повысить минимальную скорость резания в вершинных точках фрезы.

Полученные зависимости позволяют определить и проанализировать изменение толщины срезаемого слоя как вдоль режущей кромки, так и в процессе вращения зуба сферической фрезы с разными формами передних и задних поверхностей в зависимости от заданных режимов резания и угла опережения.

Литература: 1. Внуков Ю.Н., Саржинская А.Г. Особенности расчета составляющих силы резания при торцевом фрезеровании сферическими фрезами // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 5. – Харків: НТУ ХПІ, 2010. – 350 с. – С.12-17

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СБОРНОЙ ДИСКОВОЙ ТРЕХСТОРОННЕЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Гах В.М., Бойко А.О.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В настоящее время для обработки канавок и пазов наиболее часто применяют сборные дисковые фрезы. Широкое распространение дисковых фрез обусловлено их следующими преимуществами: высокая производительность фрезерования за счет одновременной работы большого числа зубьев, меньшая шероховатость обработанной поверхности, экономия инструментального материала за счет изготовления сборных конструкций. При этом конструкция должна отличаться высокими показателями виброустойчивости и прочности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, универсальности и технологичности.

Цель работы – исследование и оптимизация конструкции сборной дисковой фрезы для обработки конструкционных сталей на фрезерных станках.

Для реализации цели работы решены следующие задачи: проведен анализ условий эксплуатации сборных дисковых трехсторонних фрез на фрезерных станках; исследовано качество конструкций сборных дисковых фрез с применением квалиметрического подхода; исследовано напряженно-деформированное состояние дисковой фрезы; разработана новая конструкция сборной дисковой фрезы

Исследование конструкций сборных дисковых фрез в среде SolidWorksSimulation показало, что в процессе фрезерования повышенное напряженно-деформированное состояние возникает в узле крепления.

Исходя из этого, была предложена новая конструкция прижимного винта клина с разрезной конической головкой. В этом случае дополнительный прижим клина обеспечивается за счет деформации лепестков винта, что влечет за собой повышение жёсткости конструкции практически в 1.5 раза.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СБОРНОЙ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ДЛЯ ЧЕРНОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА КРУПНЫХ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Гах В.М., Подофей М.С.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В настоящее время фрезерование стало одним из наиболее часто используемых методов получения поверхностей резанием, так как позволяет получить деталь практически любой конфигурации. Основными достоинствами этого метода обработки являются высокая производительность, точность и качество обработанных поверхностей.

Цель работы – исследование и оптимизация конструкции сборной торцевой фрезы для черновой обработки конструкционных сталей на крупных фрезерных станках.

Для реализации цели работы решены следующие задачи: проведен анализ условий эксплуатации торцевых фрез на крупных фрезерных станках; исследовано качество конструкций сборных торцевых фрез с применением квалитметрического подхода; исследовано напряженно-деформированное состояние при черном фрезеровании; разработана новая конструкция сборной торцевой фрезы.

Исследование конструкций сборных торцевых установило, что в процессе чернового фрезерования повышенное напряженно-деформированное состояние возникает в узле крепления, а зона деформации находится между режущей пластиной и прижимным винтом.

Исходя из этого, была предложена новая конструкция прижимного винта с разрезной конической головкой. В этом случае дополнительный прижим режущей пластины обеспечивается за счет деформации лепестков винта.

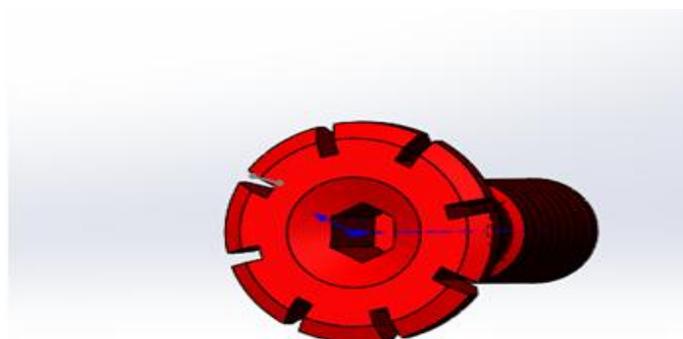


Рисунок 1 – Новая конструкция прижимного винта

ТОРЦОВІ ФАСОНІ ФРЕЗИ ІЗ ЗАДНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ ОБЕРТАННЯ

Герасимчук О.М.

(НТУУ «КПІ», з. Київ, Україна)

Розглядається задача визначення статичних нормальних задніх кутів торцевих фасонних фрез із задньою поверхнею обертання, у яких передня площина проходить через вісь фрези та кути $\gamma=0$ та $\lambda=0$.

Непереточувана задня поверхня створюється обертанням різальної кромки AC навколо осі O (рис.1). Визначається вектор \bar{P} , дотичний до різальної кромки; вектор \bar{T} , дотичний до кола CE , яке розташоване на задній поверхні в площині перпендикулярній до осі фрези; вектор \bar{B} , дотичний до задньої поверхні в нормальному до різальної кромки перерізі:

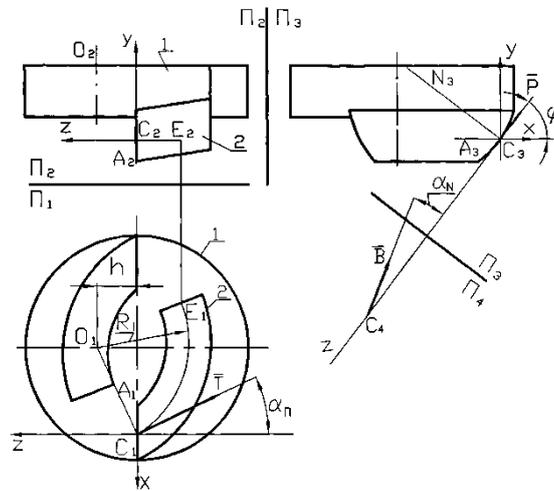


Рис.1. Визначення задніх кутів торцевих фасонних фрез із задньою поверхнею обертання ($\gamma=0^\circ$, $\lambda=0^\circ$)

$$\bar{P} = \bar{i} \cos \varphi + \bar{j} \sin \varphi, \quad \bar{T} = -\bar{i} \operatorname{tg} \alpha_i - \bar{k}, \quad \sin \alpha_{\Pi} = \frac{h}{R_i}, \quad \bar{B} = -\bar{i} \sin \varphi + \bar{j} \cos \varphi - \bar{k} \operatorname{ctg} \alpha_N$$

Три вектора \bar{P} , \bar{T} , \bar{B} розташовані в одній площині, яка стикається із задньою поверхнею обертання в точці C . Тому їхній векторно-скалярний добуток дорівнює нулю. Після перетворень, отримаємо:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \operatorname{tg} \alpha_i \cdot \sin \varphi.$$

Висновок. Базуючись на загальній методиці аналітичного визначення геометричних параметрів різальних інструментів, отримана залежність для визначення статичних задніх кутів уздовж різальної кромки торцевих фрез із задньою поверхнею обертання для обробки фасонних профілів. Показано, що розглядуваний тип торцевих фрез може застосовуватись та забезпечувати на різальних кромках додатні задні кути при величинах кутів в плані φ близьких до 90° . Отримана залежність для визначення нормального статичного заднього кута може використовуватись під час проектування торцевих фасонних фрез за профільної схеми різання припуску.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ЗОНІ РІЗАННЯ ПРИБСВЕРДЛІННІ ПКМ

Гречук А.І., Глоба О.В.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Визначення температур, що виникають в процесі свердління і різання загалом – є одним із найважливіших показників якості проектування ріжучого інструменту та вибору режимів різання.

Вимір температури полімерних композиційних матеріалів засобами напівштучних термопар залежить в основному від розташування точок контакту між оброблюваним матеріалом та самою термопарою. За рахунок визначення температурного поля, можна досягти вимір температури в певних, потрібних температурних зонах. Це надасть змогу фіксувати не середню температуру по заготовці, а фактичну, близьку до зони різання.

Аналітичний розрахунок температурного поля дає змогу визначити теоретичні зони значень температури та кількість теплоти, що виділяється з урахуванням віддалення від джерела теплоти до перефіричних зон і з плином часу обробки. Розрахунок зон проводиться за формулою (1).

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{\lambda}{c \cdot m} \frac{(T_2 - T_1)}{dx} dS ; [1] \quad (1)$$

де dT - це значення різниці температур сусідніх елементів; dt - час взаємодії джерела тепла і заготовки; λ - це теплопровідність матеріалу заготовки; c - питома теплоємність матеріалу заготовки; m - маса заготовки; T_1 - температура джерела нагрівання; T_2 - температура навколишнього середовища; d_x - значення, яке задається дискретно для визначення віддалення зон від джерела теплоти; dS - площа температурної зони.

Рівняння теплового балансу подане у диференційній формі. Це дає змогу задати потрібну дискретність таких змінних, як час, віддалення від просвердленого отвору та урахування температури зовнішнього середовища. Також забезпечує розрахунок температури, враховуючи форму заготовки, зводячи її до найпростіших геометричних форм на кшталт: квадрата, прямокутника, кола, тощо. Це є досить важливою перевагою, так як лінії теплового поля у заготовках різних форм поширюються по різному.

Аналітичний розрахунок температурного поля можна порівняти та перевірити емпіричним шляхом. Наприклад вимір температури полімерного композиційного матеріалу засобами напівштучних термопар - визначення температури за допомогою хромель-капельової напівштучної термопари, врізаної в заготовку. З урахуванням аналітичних розрахунків та технологічних міркувань копелі розташовано на відстані 4 мм від отвору.

Найвища температура зосереджується на відстані 3 мм від просвердленого отвору, а на відстані 15 мм вона дорівнює температурі навколишнього середовища. Тому можна зробити висновок, що вимір температури доцільно проводити якнайближче до зони різання.

Література: 1.Золотухин Ю.А., Ярышев Н.А. Моделирование и расчет температурных полей в переходных процессах теплопроводности, С. 249-256, 2001. 2.Конкин А. А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы, М., 1974; 3.Костиков В.И., Дергунова В.С. Композиционные материалы на основе углерода, М., 1978; 4. Справочник по композиционным материалам, под ред. Дж. Любина, 1-2, М., 1988.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ СТРУЖКОДЕЛИТЕЛЬНЫХ КАНАВОК С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Гузенко В. С., Власов А. М., Гриненко Е. С.
(ДГМА, ПАТ НКМЗ, г. Краматорск, Украина)

Повышение эффективности механообработки в тяжелом машиностроении существенно связано с созданием прогрессивных конструкций инструментов для торцевого фрезерования, доля которых весьма значительна в общей номенклатуре режущих инструментов. В настоящее время существует множество конструкций стружкоделительных канавок режущих пластин различных фирм. В зависимости от конфигурации канавок существуют закономерность влияния вспомогательных углов на интенсивность износа пластины и стойкости инструмента.

Целью работы является изучение закономерности влияния вспомогательных углов стружкоделительных канавок торцевых фрез на интенсивность износа пластины и стойкости инструмента.

Для реализации цели работы решены следующие задачи: разработана новая конструкция режущей пластины с наклонными стружкоделительными коническими канавками; рассмотрены три вида пластин с прямыми цилиндрическими канавками, с наклонными цилиндрическими канавками и с наклонными коническими канавками; Приведены расчеты задних углов стружкоделительных канавок 3-х режущих пластин торцевой фрезы с тангенциальным креплением пластин, угол в плане $\varphi = 60^0$; исследованы силы резания при торцевом фрезеровании поверхностей;

Задний угол непосредственно влияет на интенсивность износа, при увеличении заднего угла, площадь контакта и сила трения уменьшается, что приводит к уменьшению износа. Интенсивность размерного износа при увеличении угла α уменьшается, для определения $h_{з.н}$ выведена формула:

$$h_{з.н.} = \frac{0,80}{\alpha^{0,66}}$$

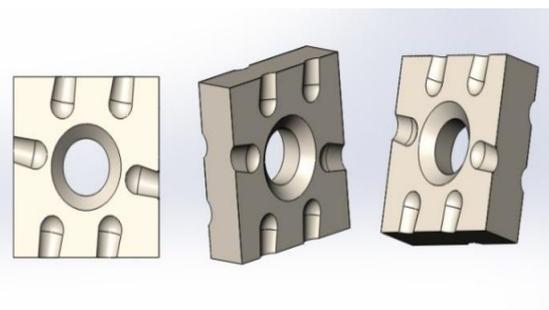


Рисунок 3 – Режущая пластина с наклонными стружкоделительными коническими канавками

Предложенная конструкция режущей пластины позволяет повысить стойкость инструмента, за счет чего повышается производительность обработки. Анализируя влияние заднего и переднего углов, необходимо учитывать кинематику процесса резания. При вращательном движении инструмента и поступательном движении обрабатываемого материала значения заднего и переднего углов будут отличаться от их значений в статике.

ФОРМУВАННЯ РАДІСУ ОКРУГЛЕННЯ РІЗАЛЬНИХ КРОМОК НА ЗУБОНАРІЗНИХ ЗУБКАХ МЕТОДОМ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Джулій Д.Ю., Майборода В.С.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Emmer T
(OVGU, Magdeburg, Deutschland)

Магнітно-абразивне оброблення (МАО), як метод фінішного оброблення твердосплавного різального інструменту має ряд переваг в порівнянні з іншими, оскільки він забезпечує комплексний вплив на фізико-механічні властивості поверхневих шарів та забезпечує формування необхідної мікрогеометрії робочих поверхонь та різальних кромок (РК).

Виконано МАО твердосплавних зубків, які використовуються для фрезерування зубчастих коліс. МАО виконали для 6 груп зубців, варіюючи кут установки відносно оправки α , та загальний час оброблення t . Після оброблення знижується шорсткість передньої та задньої поверхонь, відбувається притуплення РК, зникають викришування та сколювання, що присутні на зубцях у вихідному стані. При МАО формуються радіуси округлення РК, що забезпечить більш високу стабільність та роботоздатність. Отримані величини радіусів округлення РК та К-фактору представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Величини радіусів округлення РК та К-факторів

Умови МАО	Вихідна бічна РК		Вихідна РК на вершині		РК на вершині зуба		Вхідна РК на вершині		Вхідна бічна РК	
	Радіус, мкм	К-фактор	Радіус, мкм	К-фактор	Радіус, мкм	К-фактор	Радіус, мкм	К-фактор	Радіус, мкм	К-фактор
Без МАО	5,94	1,1	6,5	1	6,57	1,05	5,4	0,89	5,42	0,99
$\alpha=0^\circ$, $t=3\text{хв.}$	21,1	1,03	18,4	0,97	23	0,87	30,68	0,86	19,57	1
$\alpha=0^\circ$, $t=5\text{хв.}$	19,95	1,03	25,18	0,77	24,8	1,01	34,6	0,98	21,75	1,04
$\alpha=0^\circ$, $t=8\text{хв.}$	35,44	1,02	58,6	0,91	42,43	1,03	48,53	0,9	38,18	1,1
$\alpha=45^\circ$, $t=3\text{хв.}$	15,97	1,04	15,85	1,11	23,85	1,14	19,05	1,31	15,77	0,99
$\alpha=45^\circ$, $t=6\text{хв.}$	28,42	1,02	47,23	0,92	25,4	1,46	43,6	1,19	29,78	1,08
$\alpha=90^\circ$, $t=6\text{хв.}$	13,21	1,05	29,73	0,88	24,33	0,87	30,77	1	26,53	0,98

Зі збільшенням часу оброблення величини радіусів округлення РК збільшуються, а величина К-фактору при цьому значних змін не має. К-фактор залежить від умов з якими передня та задня поверхні взаємодіють з магнітно-абразивним інструментом в процесі оброблення, а це залежить від параметрів розташування та переміщення оброблюваної деталі в робочій зоні. Визначено, що в процесі оброблення не відбувається формування несприятливої форми округлення РК, а формуються РК з величиною К-фактору близькою до 1.

МАО забезпечує стійке збільшення величини округлення РК, формування сприятливої їх величини, з РК зникають викришування та сколювання, знижується шорсткість робочих поверхонь. Сукупність цих параметрів забезпечить більш стійку та стабільну роботу твердосплавних зубонарізних зубців під час їх експлуатації.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОТИВОУГОННЫХ УСТРОЙСТВ ПОРТАЛЬНЫХ КРАНОВ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Дорохов Н.Ю., Абакумов Д.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Правилами технической эксплуатации перегрузочных машин морских портов, Правилами безопасности труда в морских портах запрещалось использование кранов при скорости ветра 15 м/с и более, из-за чего время простоев флотов и портов составляло в среднем свыше 300 часов в год, что приводило к большим убыткам. В связи с этим весьма актуальным является использование кранов при скорости ветра свыше 15 м/с, позволяющее значительно сократить время простоев при больших скоростях ветра.

Решение проблемы по сокращению простоев флотов по причине сильного ветра возможно за счет выявления резервов кранов и применение усовершенствованной методики расчета порталных кранов на ветровую нагрузку, что позволяет более обоснованно подходить к задачам проектирования порталных кранов и повышает их эксплуатационные возможности.

С помощью противоугонных устройств, основными элементами которых являются рельсовые захваты, кран вручную или автоматически закрепляется за рельсы.

Клещевые захваты монтируются на затяжных балках порталов или мостов, а также непосредственно на раме ходовой тележки, обычно в ее торцевой части.

По способу взаимодействия с рельсами различают самозатягивающиеся (самозаклинивающиеся) захваты и захваты с принудительным зажатием головки рельса.

Захваты принудительного действия с машинным приводом могут работать только при наличии электропитания, что несколько снижает надежность защиты крана от угона ветром. Очевидно, ручные захваты, приводящиеся в действие непосредственно крановщиком или подкрановым рабочим, не могут в ряде случаев обеспечить необходимую безопасность крана. Однако для крупных кранов, часто перекрывающих трудные для перемещения крановщика площадки, например, нижние склады леспромхозов, бассейны-отстойники, штабели насыпного груза и др., следует признать необходимым применение приводных захватов. Особенно это относится к интенсивно эксплуатируемым кранам, где становятся ощутимыми потери времени на закрепление и освобождение ручных захватов.

Захваты автоматического действия опасны своим внезапным срабатыванием при частых в эксплуатации отключениях электропитания.

Рельсовые захваты целесообразно выполнять автоматическими, с приведением их в действие при достижении ветром заданной скорости, вне зависимости от наличия на кране электропитания.

Исследовав влияние ветра на краны можно сделать вывод о том, что противоугонные устройства очень актуальны и являются одним из наиболее ответственных элементов крана, обеспечивающие безопасную эксплуатацию грузоподъемных машин, удерживая их от самопроизвольного перемещения по рельсовому пути, работающих на открытом воздухе.

В результате теоретических исследований доказана возможность использования портовых кранов в морских и рыбных портах при скорости ветра свыше 15 м/с в зависимости от типа крана, технологических схем перегрузочных работ, геометрических параметров циклов работы и парусности грузов.

Разработаны дополнительные требования к техническим условиям на проектирование порталных кранов с учетом их эксплуатации при повышенных ветровых нагрузках.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОДНОБАЛОЧНЫХ КРАНОВ

Дорохов Н.Ю., Воронина А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В однобалочных кранах с консольно расположенной грузовой тележкой тонкостенная главная балка наряду с изгибом испытывает деформацию кручения. В соответствии с этим расчетная динамическая схема однобалочного крана при расположении тележки в середине пролета будет иметь вид, показанный на рис. 1.

На рисунке обозначено: m_0 – масса главной балки, приведенная к вертикальной деформации моста в середине пролета; m_T – масса тележки; J_0 – приведенный к середине пролета момент инерции главной балки относительно оси « $y - y$ », проходящей через центр кручения балки; J_m – момент инерции тележки относительно оси, проходящей через центр масс тележки, параллельно оси « $y - y$ »; m_1 – масса вращающихся частей механизма подъема, приведенная к перемещению груза; m_2 и Q – масса и вес поднимаемого груза; C_0 – жесткость моста при изгибе в середине пролета; c_k – жесткость моста при кручении в середине пролета; $c(S)$ – жесткость системы подвески груза (канатов), зависящая от натяжения подъемных канатов; D_0 , D_k и D – коэффициенты демпфирования соответственно колебаний моста при изгибе и кручении и колебаний груза относительно массы m_1 , a – расстояние от вертикальной оси, проходящей через центр масс груза до оси « $y - y$ »; b – расстояние от центра масс тележки до оси « $y - y$ »; P – приведенное движущее усилие.

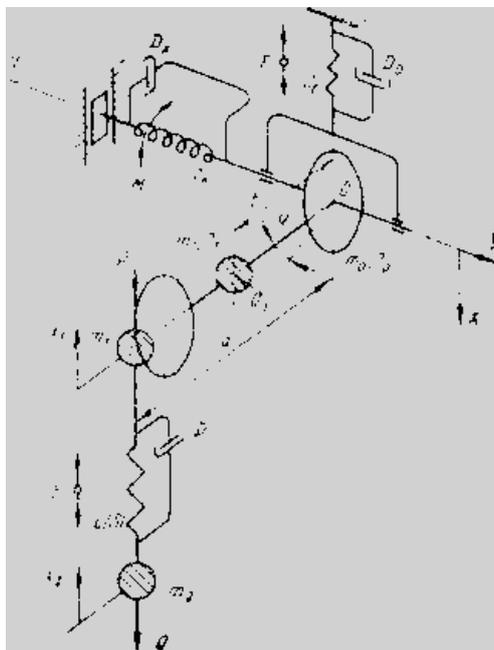


Рисунок 1 - Схема динамической системы однобалочного мостового крана с консольно расположенной тележкой

Внутренними силовыми факторами, подлежащими определению, являются S – суммарное натяжение подъемных канатов; F и M – упругое усилие и крутящий момент, действующие на главную балку в середине пролета. За обобщенные координаты принимаем x , x_x и x_2 – перемещения масс m_0 , m_1 и m_2 ; φ – угол поворота сечения главной балки в середине пролета.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ НА ЛИТЕЙНЫХ КРАНАХ

Дорохов Н.Ю., Каневский Д.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

С увеличением размеров и скоростей современных машин становится все более важным при проектировании инженерных конструкций проводить исследование колебаний, возникающих в них. На исследования различных типов колебаний затрачиваются большие средства. В некоторых случаях, когда колебания желательны, исследования ведутся с целью их регулирования. Чаще всего задача заключается в выяснении причин возникновения колебаний и в их предотвращении, если это возможно. Борьба за уменьшения уровня колебаний ведется в различных областях техники: промышленном и гражданском строительстве, тяжелом, транспортном и энергетическом машиностроении, приборостроении и т.п. В частных случаях колебания необходимы, но в основном стараются уменьшить уровень колебаний.

На данный момент известны различные методы и средства борьбы с недопустимыми колебаниями конструкций в целях отстройки от резонанса, - повышение демпфирующих свойств путем использования материалов и конструкций с высокой поглощающей способностью, например специальных покрытий применение виброизоляции и разнообразных гасителей колебаний. Каждый из упомянутых способов имеет свою рациональную область применения. Гасители в этом перечне занимают особое место благодаря тому, что их использование может быть предусмотрено не только на стадии проектирования и создания конструкций, но и в случае, когда неудовлетворительные качества конструкции выявлены уже в процессе ее эксплуатации. Достоинством гасителей является также то, что при сравнительно малых затратах дополнительного материала они позволяют относительно просто получить желаемый эффект уменьшения уровня колебаний.

Перспективным является идея использования динамических гасителей колебаний в конструкциях мостовых литейных кранах. Мостовые конструкции, как и любые реальные механические колебательные системы, обладают свойством диссипации энергии вследствие необратимых процессов, происходящих в материале упругого элемента (рассеяние энергии в материале), в узлах соединений (конструкционное демпфирование), а также в результате потерь энергии колебаний в окружающую среду. Неупругие сопротивления различной природы играют важную роль при колебаниях мостов, так как от них зависит величины амплитуд колебаний пролетных строений, особенно в резонансном режиме. Динамическое гашения колебаний заключающееся в присоединение с помощью упругого и демпфирующего элементов к защищаемой конструкции или непосредственно к источнику колебаний дополнительной массы составляющей незначительную долю основной. Эта дополнительная масса с элементами связей называется динамическим гасителем колебаний, в котором возникает сила инерции, уменьшающая уровень колебаний защищаемой конструкции.

Гашения недопустимых колебаний пролетных строений и их отдельных элементов обеспечивает повышение их надежности и долговечности и повышает комфортность пользователей.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СДВОЕННОГО ФРИКЦИОННОГО ПОЛИСПАСТА В СПЕЦИАЛЬНЫХ КРАНАХ

Дорохов Н.Ю., Швачунов А.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В цехах и на производственных площадках машиностроительных предприятий при эксплуатации мостовых кранов, на протяжении ряда лет, происходят аварии по причине выхода из строя (разрушения) элементов 1-й группы, к которым относятся стальные подъёмные канаты. Аварии мостовых кранов из-за отказов подъёмных канатов приводят к значительным социальным ущербам. В связи с этим возникает необходимость усовершенствование механизмов безопасности подъёмных кранов мостового типа.

Эффективным является оснащение мостового крана безопасным сдвоенным полиспастом, уравнильное устройство которого должно обеспечить снижение расчётных динамических нагрузок, возникающих после обрыва каната, до величин, гарантирующих надёжное удержание груза. Рассмотрим режим динамического нагружения мостового крана – подъем груза с основания с подхватом, когда наиболее часто на кран действуют максимальные динамические нагрузки, что увеличивает вероятность обрыва каната.

Описанная модель позволяет исследовать динамические процессы, происходящие при удержании груза безопасным сдвоенным полиспастом с уравнильным фрикционным устройством в грузоподъемных машинах с лебедкой, установленной на металлоконструкции, масса и жесткость которой оказывает влияние на указанные процессы.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что применение в мостовом кране уравнильного барабана позволяет при обрыве каната снизить динамические нагрузки при задаваемом коэффициенте сопротивления уравнильного фрикционного устройства, равном 1,1, до величин, при которых коэффициент динамичности в полиспаственном подвесе меньше существующих запасов прочности каната, а в металлоконструкции – больше.

Сравнительный анализ полученных результатов свидетельствует о большем влиянии упругой связи груза с металлоконструкцией на динамические нагрузки после обрыва каната, чем при нормальной работе. Это обусловлено снижением приведённой жёсткости полиспастного подвеса вследствие уменьшения после обрыва каната количества ветвей, воспринимающих нагрузку от груза.

Описанная математическая модель позволяет исследовать динамические процессы, происходящие при удержании груза уравнильным барабаном в грузоподъемных машинах с лебедкой, установленной на металлоконструкции, масса и жесткость которой оказывает влияние на указанные процессы.

Таким образом, применение предложенной математической модели позволяет повысить точность определения динамических нагрузок, действующих на мостовой кран после обрыва каната в процессе подъема груза с основания с подхватом, а также использовать их при проведении исследований как с целью повышения безопасности работы находящихся в эксплуатации мостовых специальных кранов, так и с целью снижения металлоемкости вновь разрабатываемых конструкций.

СТІЙКІСТЬ КРАНІВ У НАДЗВИЧАЙНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Єрмакова С.О.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Стрілові крани виконують навантажувально-розвантажувальні, будівельні та ремонтно-відновлювальні роботи в усіх галузях господарського комплексу України. У зв'язку з їх широким застосуванням забезпечення безпечної та надійної роботи є однією з головних задач при проектуванні, модернізації та експлуатації кранів. Безпечна експлуатація таких кранів залежить від багатьох чинників, тому однією з найважливіших умов роботи є забезпечення стійкості. Аналіз показує, що втрата стійкості приводить, як правило, до руйнування самої машини без можливості її подальшого відновлення, а також можливим вторинним руйнуванням і людським жертвам. Особливо це важливо, коли машина робить у надзвичайних умовах, немає підготовленого майданчика для встановлення опор, з тих або інших причин вантажопідйомна машина в процесі експлуатації випробовує на собі ненормовані зовнішні дії, деформацію ґрунту під виносними опорами, вітрові навантаження, помилки оператора-кранівника. Тому дуже важливим і актуальним завданням є створення оптимальних умов експлуатації і раціональних параметрів опорного устаткування з урахуванням різних умов роботи. Розвиток і подальше удосконалення стрілових кранів неможливе без ретельного дослідження: умов експлуатації кранів, конструкцій виносних опор, навантажень на кран та кожну з опор при різних умовах роботи та у надзвичайних ситуаціях.

Забезпечити необхідний площу опору та опорний контур машини і врахувати всі діючі навантаження на кран та опори в робочому та неробочому стані одна з найважливіших задач при проектуванні кранів.

У зв'язку з тим, що стрілові крани, як правило, забезпечені виносними опорами різної конструкції то і опорні контури різні. Виходячи з конструкцій виносних опор опорні поверхні мають різноманітні конфігурацію.

Особливістю самохідних стріловидних кранів є те, що їх вантажопідйомність змінюється в широких межах, так великим вильотам відповідають менші значення вантажопідйомності, але постійним приймається вантажний момент при номінальній вантажопідйомності на максимальному вильоті, таким, що відповідає цій вантажопідйомності. Тому в стріловидних поворотних кранах навантаження на основі змінне і залежить не лише від ваги вантажу, але і від положення поворотної частини відносно неповоротної і від ваги стріли, тобто від положення рівнодійної усіх сил тих, що діють на поворотну і неповоротну частину у вертикальній площині.

Для забезпечення стійкості стрілових кранів розроблена методика визначення навантажень на опорні елементи, що дозволяють врахувати конструкцію опорної частини, взаємодію її із зовнішнім середовищем, стан ґрунтів і їх фізико-механічні характеристики та їх вплив на стійкість крану.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАДКИ ЗАГОТОВКИ НА ВОГНУТУЮ БОЧКУ РАЗГОНКОЙ УЗКИМ БОЙКОМ

Жбанков Я.Г., Амелин С.А.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

Одной из наиболее часто применяемых операцийковки крупных слитков является осадка [1, 2]. Применение данной операции связано с необходимостью увеличения укова в поковке, с увеличением диаметра исходной заготовки и для получения нужной формы изделия, в основном для поковок типа дисков. Работы, посвященные исследованию процесса осадки, ведутся на протяжении многих десятилетий и в последнее время проводится множество исследований [3-7] по определению эффективных параметров реализации процесса осадки. Наиболее простой и распространённой при изготовлении крупных поковок является осадки плоскими плитами. Существенными недостатками процесса осадки плоскими плитами являются большая сила деформирования, значительная величина бочкообразности и высокая неравномерность распределения деформаций в объеме заготовки. Неравномерность распределения деформаций в заготовке и как следствие значительная величина бочкообразности вызваны наличием сил трения на контакте заготовки с инструментом. Кроме того, заготовка в процессе осадки интенсивно охлаждается у торцов от взаимодействия с холодным инструментом, что также повышает неравномерность распределения деформаций в объеме заготовки и величину бочкообразности.

Предложен способковки поковок типа дисков осадкой, который заключается в последовательной разгонке обоих торцов заготовки и последующей осадке плоскими плитами (рис. 1). Разгонка в основном применяется на производстве с целью уменьшения силы осадки заготовки больших размеров из-за недостаточной мощности оборудования. Уменьшение силы происходит за счет уменьшения активной площади контакта инструмента и заготовки. Это уменьшение площади контакта инструмента и заготовки приводит и к локализации очага деформации у поверхности контакта.

Целью данной работы является исследование процесса разгонки цилиндрической заготовки узким бойком с последующей осадкой плоскими плитами и определение оптимальных геометрических параметров и режима деформирования позволяющих получать заготовку с вогнутой боковой поверхностью.

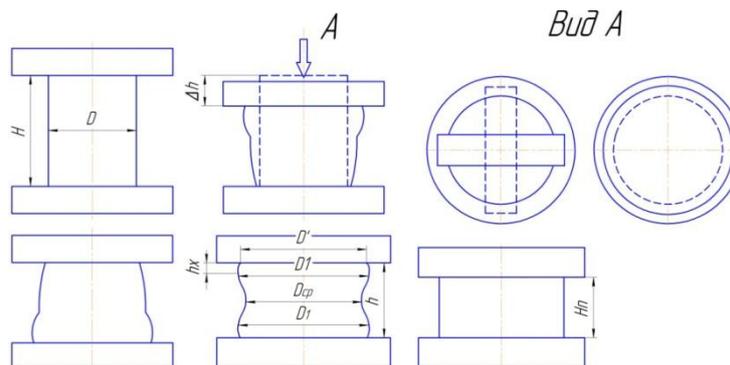


Рис.1. Схема осадки цилиндрической заготовки с предварительным профилированием разгонкой узким бойком

Для определения параметров НДС заготовки в процессе осадки использован метод конечных элементов (МКЭ). Моделировали осадку цилиндрической заготовки узким бойком и плоскими плитами, причем осадка производилась в несколько этапов вращением бойка относительно оси заготовки на угол 90° , дальнейшая осадка производилась плоской плитой.

В качестве основных факторов, которые влияют на формоизменение в процессе разгонки, для исследования, были выбраны относительная высота заготовки H/D , ширина бойка X и относительная степень внедрения бойка в заготовку $\varepsilon_h = \Delta h/H$.

Установлено, что в процессе разгонки цилиндрической заготовки плоским узким бойком ее боковая поверхность принимает вогнутую форму. При этом видно, что часть заготовки с наибольшим диаметром равным D_1 находится на расстоянии hx от торца заготовки, который имеет диаметр D' . Параметром, который имеет наибольшее влияние на величину бочкообразности в процессе последующей осадки плоскими плитами, является отношение $D_1/D_{ср}$. Чем больше данное отношение, тем на большую величину можно осадить заготовку без образования бочки.

Несмотря на то, что с уменьшением ширины бойка увеличивается величина прогиба боковой поверхности, получаемой заготовки, это ведет к увеличению трудоемкости процесса, т.к. малая ширина бойка предполагает дальнейшее увеличение значения усилия осадки.

Установлено, что величина hx также зависит от ширины бойка X и относительной высоты заготовки. Для качественного формоизменения необходимо, чтобы параметр hx был минимальный и параметр D_1/D был равен 1. Проведено исследование деформированного состояния заготовки в процессе разгонки узким бойком и последующей осадки плоскими плитами. Поля распределения интенсивности логарифмических деформаций приведены на рис. 2.

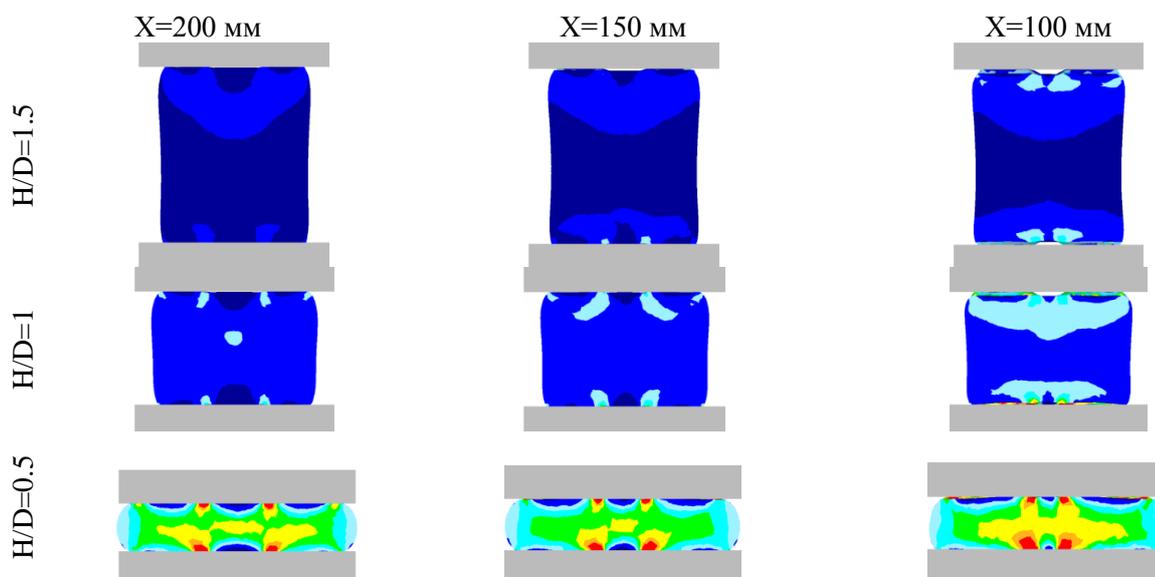


Рис. 2 Поля распределения интенсивности логарифмических деформаций в поперечном сечении заготовки при обжатии узким бойком

Анализ полученных данных, позволил установить, что существенное влияние на величину очага деформации и распределение деформаций оказывают геометрические параметры инструмента (относительная ширина бойка) и режим деформирования (относительная степень внедрения бойка в заготовку ε_h). Из рис. 2 видно, что при внедрении в заготовку бойка относительной шириной $X=200$ мм очаг деформации имеет значительные размеры, высота его равна практически половине высоты заготовки, т.е. наблюдается низкая степень локализации. Это приводит к тому, что при ковке заготовки таким инструментом вогнутость боковой поверхности будет минимальной или же вообще отсутствовать. При уменьшении ширины бойка наблюдается уменьшение высоты очага деформации и его ширины. Из рис. 2 видно, что непосредственно в зоне контакта бойка и заготовки наблюдается зона затрудненных деформаций, вызванная наличием сил трения и охлаждением торца заготовки. Величина этой зоны тем больше, чем шире деформирующий инструмент.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СВЕРЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ ПУТЕМ НАЛОЖЕНИЯ ВИБРАЦИЙ НА ИНСТРУМЕНТ

Иванов И.Н., Горголюк И.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Особые затруднения, которые часто встречаются в деталях различного назначения, вызывает обработка глубоких отверстий. Это обусловлено прежде всего необходимостью принудительного надежного удаления стружки из зоны резания, повышенными требованиями к уводу сверла и другим показателям точности (конусность, овальность, огранка, шероховатость).

Одним из путей интенсификации процесса глубокого сверления является применение вибрационного резания, которое обеспечивают надежное и устойчивое дробление, вынос стружки и создает благоприятные условия для процесса глубокого сверления.

Вопросами обработки металлов с наложением вибраций на режущий инструмент посвящены работы Веремейчука И.С.[1], Минкова М.А.[2], Подураева В.Н.[3], Троицкого Н.Д.[4], Кумабэ Д.[5] и др, в которых отражены теоретические исследования и промышленная разработка метода вибрационного резания, большое число практических рекомендаций, справочной информации и инженерных решений для данного метода обработки.

Для осуществления экспериментального исследования, проводимого на детали типа втулка, наружным Ø20мм, длиной 90мм диаметром отверстия Ø10мм, и материалом детали АЧС-1 - перлитный серый чугун, легированный хромом и медью; было разработано и спроектировано виброустройство, которое обеспечивало наложение вибраций на сверло, сообщая ему осевые колебания с учетом скорости вращения шпинделя станка и величины подачи инструмента. Для управления процессом вибрационного сверления разработана управляющая программа для 8-разрядного микроконтроллера.

Результаты исследования подтвердили целесообразность применения вибрационного сверления, которое повышает точность, качество и производительность обработки глубокого отверстия.

Литература: 1. Веремейчук И.С. Сплошное сверление глубоких отверстий М., Оборонгиз, 1940.–290с. 2. Минков М.А. технология изготовления глубоких точных отверстий. М.-Л., изд-во «Машиностроение», 1965.–176 с. 3. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями.-М.: Машиностроение, 1970. – 350 с. 4. Троицкий Н.Д. «Глубокое сверление», 1971. – 176с. 5. Кумабэ Д. Вибрационное резание: Пер. с яп. С.Л. Масленникова/Под ред. И.И.Портнова, В.В.Белова – М.:Машиностроение, 1985.– 424с.

МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЕ ПОЛИРОВАНИЕ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ.

Иванов И.Н., Нестеренко В.М.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Развитие техники характеризуется непрерывным улучшением эксплуатационных характеристик материалов, совершенствуются методы технологии изготовления. Особое внимание уделяется окончательной обработке поверхности, одним из таких методов является магнитно-абразивная обработка.

Непрерывное возрастание к качеству обрабатываемых поверхностей выдвинуло магнитно-абразивную обработку в число наиболее высокоэффективных и высокопроизводительных методов.

Проблемой магнитно-абразивной обработки занимались такие ученые как Ю.М. Барон[1,2], П.И. Ящерицын[4.5], П.Ю. Сакулевич[6], Е. Н. Маслов[3], В. М Панченко[5], А. В. Якимов[8], эти ученые внесли большой вклад в развитие магнитно-абразивной обработки.

В случае магнитно-абразивной обработки происходит снижение шероховатости кромок и поверхностей лезвий инструментов, одновременно происходит округление кромок лезвий, увеличивается стойкость инструментов, улучшается шероховатость и точность обработанных такими инструментами поверхностей, также происходит постепенное удаление исходного дефектного слоя материала и упрочнение приповерхностного слоя.

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

Применение метчиков, подвергнутых магнитно-абразивному полированию увеличивает их стойкость в 2-3 раза, позволяет производить нарезание резьбы одним метчиком.

Литература: 1. Барон Ю. М. Технология магнитно-абразивной обработки.— Л.: Машиностроение, 1975.— 128 с. 2. Барон Ю. М. Теоретические и экспериментальные исследования процесса абразивной обработки деталей машин в магнитном поле. Авто- рсф. Дне. ...канд. техн. наук.— Л., 1969.— 23 с. 3. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов.— М.: Машиностроение, 1974.— 319 с. 4. Магнитно-абразивное полирование деталей. Сб. статей. Отв. ред. П. И. Ящерицын.— Мн.: БелНИИНТИ, 1976.— 152 с. 5. Панченко В. М. Исследование технологических возможностей магнитно-абразивной обработки для повышения эксплуатационных свойств деталей машин. Автореф. Дне. ...канд. техн. наук —Брянск, 1977,—23 с. 6. Сакулевич . Ю. и др. /Магнитно-абразивная обработка точных деталей.— М.: Вышэйшая школа, 1977.— 287 с. 7. Ящерицын П. И. и др. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов.—Мн.: Наука и техника, 1976,—326 с. 8. Якимов А. В. и др. Исследование температур в зоне шлифования. Вестник машиностроения. 1964, Л» 8, с. 64-67

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ТОЧЕНИЕМ И ОБКАТЫВАНИЕМ

Ивченко Т.Г., Брадулов П.Р.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Одним из резервов повышения износостойкости деталей является снижение остаточных напряжений в поверхностном слое, формируемых под влиянием силовых и температурных воздействий. Остаточные напряжения в поверхностном слое представляют собой алгебраическую сумму механических σ_M и температурных σ_T составляющих: $\sigma_O = \sigma_M + \sigma_T$. На основании теоретических исследований определены зависимости остаточных напряжений от режимов обработки при совместном точении и обкатывании, а также при шлифовании.

Для оценки износостойкости используется относительный показатель интенсивности изнашивания:

$$I_i = \frac{(R_{ia} W_{iz} H_{i \max})^{1/6}}{\lambda_o t_{im}^{3/2} S_{im}^{1/2} (H_{i \mu})^{2/3}}; \lambda_o = \frac{\lambda}{\lambda_{\text{баз}}} = \left(\frac{\sigma_{\hat{a}} - \sigma_i}{\sigma_{\alpha}} \right)^{t_y} / \left(\frac{\sigma_{\hat{a}} - \sigma_{\text{баз}}}{\sigma_{\alpha}} \right)^{t_y} = \left(1 - \frac{\sigma_i}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{t_y},$$

где R_{oa} - среднее арифметическое отклонение профиля; W_{oz} - параметр волнистости; H_{omax} - максимальное макроотклонение; λ_o - коэффициент, учитывающий остаточные поверхностные напряжения; t_{om} - относительная опорная длина профиля на уровне средней линии; S_{om} - средний шаг неровностей; $H_{o\mu}$ - поверхностная микротвердость - относительные показатели, определенные в сравнении с базовыми (в качестве базовых приняты показатели лезвийной обработки - чистового точения); σ_e - предел выносливости; σ_{α} - действующее напряжение; t_y - параметр фрикционной усталости; $\sigma_{обаз}$ - остаточные напряжения, принятые за базу (при точении принимается $\sigma_{обаз} = 0$).

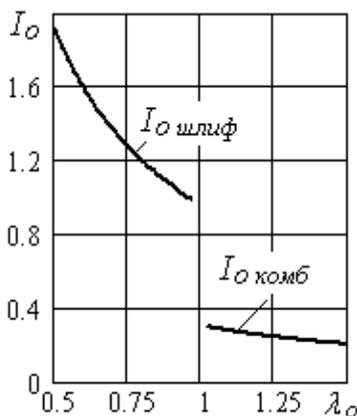


Рис. 1. Графики зависимости интенсивности изнашивания от коэффициента, учитывающего остаточные напряжения

Результаты расчетов, представленные на рис. 1, свидетельствуют о существенном снижении относительного показателя интенсивности изнашивания, то есть повышение износостойкости (до 2 - 5 раз) при использовании совместного точения и обкатывания в качестве окончательного метода обработки деталей и снижении износостойкости (до 1,7 раз) при использовании шлифования.

Таким образом, выполнена оценка влияния остаточных напряжений на износостойкость при различных методах обработки. Обоснована целесообразность использования комбинированной обработки совместным точением и обкатыванием, обеспечивающей существенное повышение износостойкости деталей машин.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Ивченко Т.Г., Юдицкая М.А.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Оптимизация режимов резания по критерию максимальной производительности методом линейного программирования является эффективным резервом повышения производительности сверления.

Цель представляемой работы – с использованием метода линейного программирования установить аналитические зависимости оптимальных режимов резания от параметров процесса сверления.

Целевая функция - производительность обработки, максимум которой достигается при минимуме основного времени, или максимуме произведения частоты n вращения и подачи $s: n \cdot s \rightarrow \max$.

На основании анализа действующих ограничений (по режущим возможностям инструмента, по допустимой температуре резания, по прочности и жесткости инструмента) аналитически определены оптимальные подачи S_o и скорости резания V_o :

$$V_i = \begin{cases} (\Theta / C_t K_t S_o) \frac{1}{x_t}, & D \geq D_o; \\ C_v K_v D^{q_v} / T^m S_o^{y_v}, & D \leq D_o, \end{cases} \quad S_i = \begin{cases} \left(\frac{0,012 \sigma D^{3-q_m}}{C_M K_M K_S} \right)^{1/y_p}, & L/D \leq K_{Lo}; \\ \left(\frac{0,039 K_I E D^{2-q_p}}{K_L^2 C_P K_P} \right)^{1/y_p}, & L/D \geq K_{Lo}. \end{cases}$$

где D, L - диаметр и длина вылета сверла; C_v, K_v, m_v, q_v, y_v - коэффициенты и показатели, характеризующие влияние стойкости T , диаметра и подачи на скорость резания; C_b, y_b, x_t - коэффициент и показатели степени, характеризующие влияние скорости резания и подачи на температуру резания; C_p, K_p, q_p, y_p - коэффициенты и показатели степеней, характеризующие влияние диаметра сверла и подачи на осевую силу при сверлении; K_I - коэффициент устойчивости; σ, E - прочность и модуль упругости материала сверла.

K_{Lo} - граничное значение отношения длины сверла к диаметру, для которого необходимо учитывать ограничение по жесткости; D_o - граничное значение диаметра сверла, для которого необходимо учитывать ограничение по температуре резания:

$$K_{Lo} = \left(3.25 C_m K_S K_y E / D^{1+q_p-q_m} \sigma \right)^{0.5}; \quad D_o = \left(\frac{T^m}{C_v K_v} \right)^{\frac{1}{q_v}} \left(\frac{C_t K_t}{\Theta} \right)^{\frac{1}{z_t q_v}} (S_o)^{\frac{y_v z_t - y_t}{z_t q_v}}$$

Полученные аналитические зависимости позволяют установить закономерности изменения оптимальных режимов резания от параметров процесса сверления, а также рассчитать оптимальные режимы резания при сверлении в любых условиях обработки.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ ПІД ЧАС ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ФАСОННИХ ПОВЕРХОНЬ

Івченко Т.Г., Петряєва І.О., Король К.О.
(ДонНТУ, м. Донецьк, Україна)

Під час токарної обробки фасонних поверхонь змінними уздовж криволінійної образуючої радіусом ρ являються кути в плані, параметри зрізу і швидкість різання. В результаті змінними стають сили і температури різання.

Кінематичні головний φ_K та допоміжний φ_{IK} кути в плані змінюються вздовж безрозмірної координати $\xi_i = x_i/\rho$ відносно статичних кутів у плані φ_C та φ_{IC} : $\varphi_K(\xi) = \varphi_C - \arcsin \xi$; $\varphi_{IK}(\xi) = \varphi_{IC} - \arcsin \xi$. Ширина змінюється в залежності від глибини різання t : $b(\xi) = t/\sin(\varphi_C - \arcsin \xi)$. У разі обробки на станках з ЧПК з постійною контурною подачею S товщина зрізу $a(\xi) = S(\varphi_C - \arcsin \xi)$.

На підставі теоретичних досліджень теплового стану зони різання в умовах змінності геометричних параметрів інструменту та параметрів зрізу під час токарної обробки фасонних поверхонь встановлені залежності температури різання від швидкості різання, подачі і глибини, а також встановлений характер зміни температур різання вздовж образуючих опуклих та увігнутих поверхонь $\Theta_T(\xi)$ (рис. 1), аналітично описаний коефіцієнтом відносної температури різання $K_\Theta(\xi) = \Theta_T(\xi)/\Theta_T(0)$, де $\Theta_T(0)$ - температура різання в точці, що відповідає початку системи координат:

$$\Theta(\xi) = C_\Theta K_\Theta(\xi) V^{n_t} S^{y_t} t^{x_t}; K_\Theta(\xi) = [1 \pm (1 - \cos(\arcsin \xi))/2\delta]^{n_t}$$

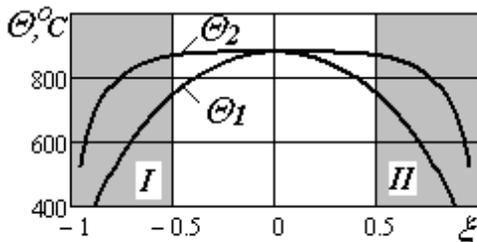


Рис. 1. Графіки зміни температур різання під час обробки опуклих - 1 та увігнутих - 2 фасонних поверхонь

Графіки зміни температури різання (рис. 1) свідчать про її суттєві зміни в різних точках фасонної поверхні. Максимальна температура різання під час токарної обробки опуклої криволінійної поверхні, яка має місце в точці, що відповідає початку системи координат, може біль ніж в 2 рази перевищувати температури в її інших точках. Тому навіть в тих випадках, коли на

циліндричній частині деталі температура різання не перевищує допустимий рівень, то в зоні як опуклої, так і увігнутої фасонних поверхонь температура підвищується і може бути суттєво більше цього рівня.

Встановлені закономірності зміни температур різання вздовж образуючих опуклих та увігнутих поверхонь складають основу для керування параметрами процесу різання під час точіння фасонних поверхонь, вибору раціональних режимів різання та обґрунтування необхідності застосування мастильно – охолоджуючих середовищ з метою підвищення продуктивності обробки фасонних поверхонь.

ПРОГРЕССИВНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ БОРИДНЫХ СЛОЕВ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Калиниченко В.В.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Все больший интерес исследователей вызывает возможность применения в качестве материалов слоев износостойких покрытий для режущего инструмента высокотвердых боридов переходных металлов IV–VI групп Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Вместе с тем, применение износостойких покрытий с боридными слоями сдерживается недостаточной сопротивляемостью слоев растрескиванию и отслаиванию при резании. Данная проблема успешно решается при использовании покрытий с наносимыми ВЧ-магнетронным распылением наноструктурированными слоями, включающими кристаллические зерна со средним размером $d < 50$ нм и межзеренные прослойки аморфной фазы. Варьирование режимов распыления позволяет, изменяя размер зерна и объемную долю прослоек аморфной фазы, управлять механическими свойствами материала наноструктурированного слоя.

Проведенный автором сравнительный анализ данных работы [1], представленный на рисунке, показывает превосходство механических свойств наноструктурированного слоя диборида гафния HfB_2 по сравнению со свойствами монокристалла HfB_2 . Так, у наноструктурированного слоя индекс пластичности в 2,2 раза, а величина упругого восстановления материала в 1,85 раза выше, чем у монокристалла. Уникально высокие механические свойства наноструктурированных боридных слоев гарантируют высокую сопротивляемость покрытия изнашиванию и локальному разрушению вследствие растрескивания и отслаивания слоев при резании и обеспечивают высокие показатели стойкости инструмента с покрытием.

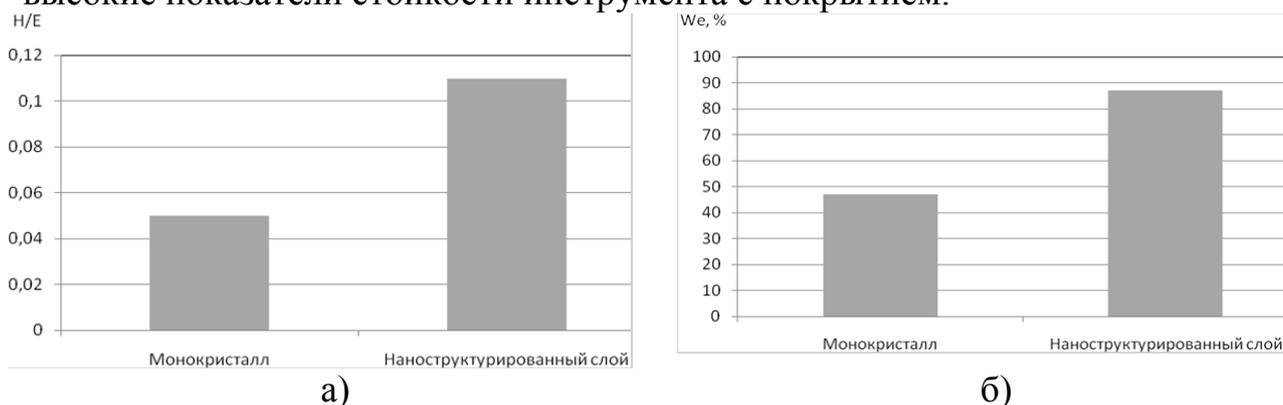


Рис.1. Сравнительный анализ механических свойств монокристалла и наноструктурированного слоя диборида гафния HfB_2 по данным [1]: а) индекс пластичности $\frac{H}{E}$; б) величина упругого восстановления W_e материала

Литература: 1. Дуб, С. Н. Механические свойства нанокристаллических твердых пленок $HfB_{2,7}$ / С. Н. Дуб, А. А. Гончаров, С. С. Пономарев, В. Б. Филиппов, Г. Н. Толмачева, А. В. Агулов // Сверхтвердые материалы. – 2011. – № 3. – С. 9–19.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ЗА СЧЕТ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ С БОРИДНЫМИ СЛОЯМИ

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

Перспективной группой материалов слоев износостойких покрытий для твердосплавного режущего инструмента являются высокотвердые бориды переходных металлов IV–VI групп Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева (TiB_2 , TaB_2 , HfB_2 и др.). Применение покрытий с боридными слоями требует высокой сопротивляемости материалов слоев изнашиванию и процессам локального разрушения вследствие растрескивания и отслаивания при резании, что обеспечивается при использовании покрытий с наноструктурированными слоями, включающими зерна кристаллической фазы средним размером $d < 50$ нм и межзеренные прослойки аморфной фазы.

Особенностью наноструктурированных слоев является возможность направленного изменения механических свойств материала слоя за счет модификации его размерно-структурных характеристик (типа структуры, среднего размера d зерна и объемной доли ω прослоек аморфной фазы) при варьировании режимов нанесения слоя. При этом высокая твердость обеспечивает материалу слоя высокую сопротивляемость изнашиванию, а повышение упругости – высокую сопротивляемость локальному разрушению при резании, что в соответствии с приведенной ниже на рисунке схемой гарантирует снижение интенсивности изнашивания и повышение стойкости режущего инструмента с покрытием.

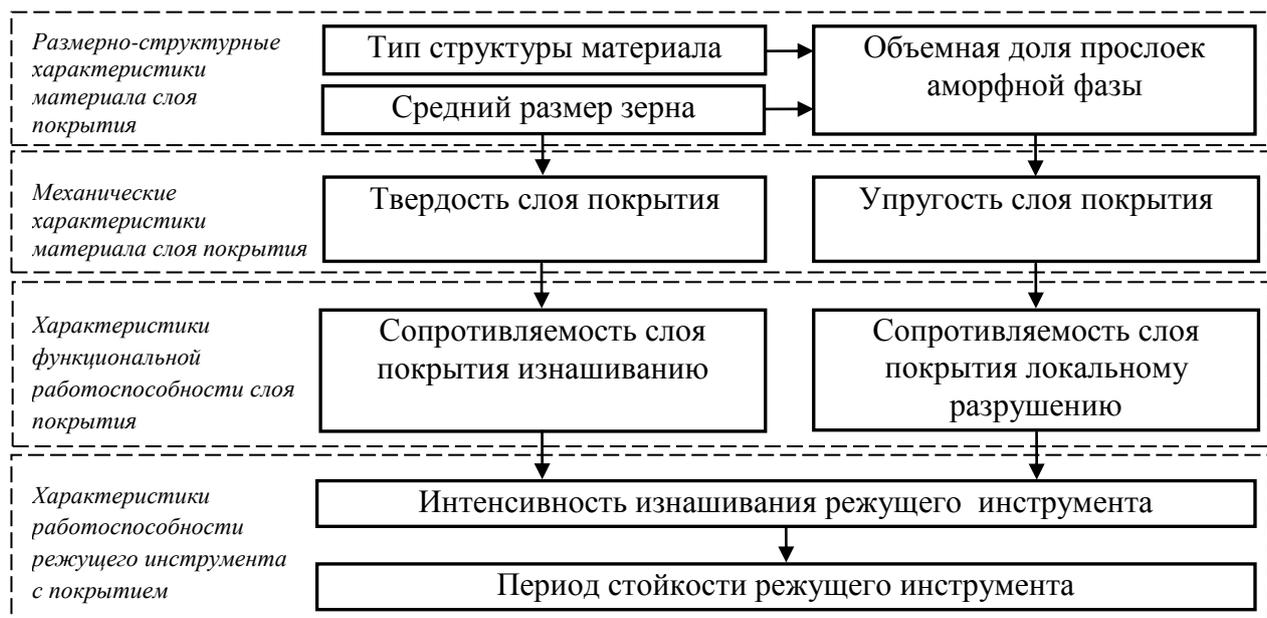


Рис. 1. Общая схема взаимосвязи показателей работоспособности инструмента с износостойким покрытием с наноструктурированными боридными слоями с характеристиками материалов боридных слоев.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПЕЧИ СКОРОСТНОГО НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПРОКАТНЫХ ВАЛОВ

Клименко Г.П., Зубенко В.П.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В настоящее время для закалки поверхностей валов используется печь скоростного нагрева. Преимуществами таких печей являются надежность, экономичность и универсальность, которые обеспечиваются схемами закрепления валов различного диаметра и форм концов, широкое разнообразие закалки металла и сплавов и быстрой закрепление и снятие.

Одним из важнейших показателей надежности печи является ее долговечность, которая определяется ресурсом коэффициентом надежности K_2 . Ресурс – наработка оборудования до предельного состояния, оговоренного в технической документации. Среднее значение $\sum \bar{T}$ ресурса определяется: $\sum \bar{T} = t_{cp} \cdot m$. Коэффициент готовности:

$$K_2 = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + t_г}$$

где t_{cp} – среднее время между соседними отказами;

m – число отказов или восстановления;

$t_г$ - время ремонта (восстановления).

Целью настоящей работы является повышение долговечности печи путем выбора рациональных режимов распределения газовой смеси. Для выбора рационального режима нагрева используется моделирование тепловых потоков и скорость прохождения тепла к центру вала. В большинстве печей конструкция горелок располагается с одной стороны. В горелки подается газ и задается время прогрева, в зависимости от толщины закалки и вида материала. Металл нагревается не равномерно и увеличивает вероятность повреждения поверхности. Проведенное исследование и построение математической модели позволило установить, что: расположение горелок должно быть с двух сторон для обеспечения сокращения энергозатрат и времени нагрева, а также что регулирование подачи газа по треугольному закону повышает точность проникновения тепла.

В результате исследования установлено, что сокращено увеличилось среднее время между соседними отказами и сократилось число ремонтов печи. Коэффициент готовности печи повышен с 0,7 до 0,9, а ресурс работы печи увеличен на 20%.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЯЖЕЛЫХ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Клименко Г.П., Макаренко Е.А.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

Мостовые краны представляют собой сложные электромеханотронные системы. Одной из основных проблем, возникающих при эксплуатации тяжелых мостовых кранов, является перекося фермы моста относительно подкрановых путей, неизбежно возникающий в процессе работы крана. Перекося является поворот крана относительно вертикальной оси, сопровождающимся обычно поперечным смещением.

Целью настоящей работы является повышение надежности мостового крана путем устранения перекося и смещения фермы моста.

Одним из показателей надежности технической системы служит коэффициент технического обслуживания

$$K_{т.о.} = t_{ср.} / (t_{ср.} + t_{прост.}),$$

где $t_{ср.}$ - наработка на отказ крана;

$t_{прост.}$ - время всех простоев, вызванное техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период времени.

Исследования позволили разработать мероприятия, устраняющие перекося и смещения фермы мостового крана, которые определяются по дифференциальным значениям, получаемым путем вычисления разности показаний бесконтактных датчиков, измеряющих расстояния от мест их установки до рельсов, которые позволяют однозначно идентифицировать перекося крана и его поперечное смещение относительно подкрановых путей.

Таким образом, результаты исследований надежности (долговечности) тяжелых мостовых кранов позволили разработать систему ограничения перекося крана, что позволило увеличить наработку на отказ крана и уменьшить время простоя, вызванное техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период времени, что увеличивает на 15 % коэффициент технического обслуживания.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

Клименко Г.П., Яворовская Я.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Повышение эффективности механообработки в тяжелом машиностроении существенно связано с созданием прогрессивных конструкций инструментов для глубокого сверления, доля которых весьма значительна в общей номенклатуре режущих инструментов.

Цель работы – повышение эффективности глубокого сверления путем совершенствования качества конструкции сборных инструментов.

Для реализации цели работы решены следующие задачи: проведен анализ действующих систем обработки глубоких отверстий; исследовано качество конструкций инструментов для глубокого сверления с применением квалиметрического подхода; исследованы силы резания при глубоком сверлении отверстий; разработана новая конструкция сборной сверлильной головки.

Исследование работоспособности зарубежных конструкций сверлильных головок в условиях ПАТ НКМЗ показало, что в процессе резания и выхода инструмента из отверстия наблюдается неравномерный износ направляющих пластин, особенно повышенный износ нижней направляющей.

Исследование сил резания, действующих на конструкцию сверлильной головки, позволило установить направление результирующей нагрузки на элементы конструкции инструмента. Установлено, что разбивка отверстия происходит под действием вектора результирующей нагрузки, направленной между нижней направляющей пластиной и режущей кромкой периферийной пластины.

Предложено для уменьшения разбивки отверстия (рис.1) в новую конструкцию сверлильной головки ввести третью направляющую пластину, расположенную по направлению вращения инструмента под углом к периферийной режущей пластине.

В этом случае результирующая нагрузка воспринимается двумя направляющими пластинами, предохраняя периферийную пластину. Для устранения неравномерного износа направляющих пластин в новой конструкции изменен угол поворота промежуточной режущей пластины, что изменило вектор результирующей нагрузки и позволило существенно уменьшить износ. Новая конструкция инструмента проходит промышленное испытание.

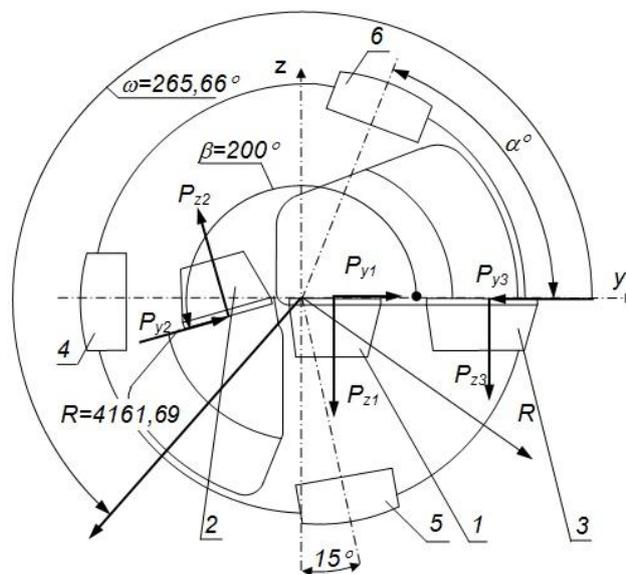


Рис.1 – Схема новой конструкции инструмента для глубокого сверления отверстий

ТЕМПЕРАТУРА РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ ЗАГАРТОВАНОЇ СТАЛІ ШХ15 ІНСТРУМЕНТОМ, ОСНАЩЕНИМ ПНТМ ІЗ ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ З АМОРФНОГО НІТРИДУ БОРУ $BN_{ам}$

Клименко С. Ан., Манохін А. С., Клименко С. А.
(ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна)

Останнім часом в каталогах продукції світових виробників різального інструменту та в технічній літературі поширюється інформація про інструменти, які оснащені полікристалічними надтвердими матеріалами (ПНТМ) на основі кубічного нітриду бору (КНБ) із захисними покриттями.

У цьому дослідженні розглядалися інструменти, оснащені композитом «борсинит» (виробництво ІНМ НАН України), на робочі поверхні яких методом вакуумно-дугового напилення були нанесено захисне покриття з аморфного нітриду бору (твердість за Кнупом 15 ГПа, модуль Юнга 200 ГПа, коефіцієнт Пуассона 0,2, густина 1,73 г/см³) товщиною 3 мкм. Інструменти використовувалися для точіння сталі ШХ15 (62–64 HRC).

Температура різання визначалась експериментально-розрахунковим методом шляхом рішення зворотної задачі теплопровідності: – експериментально контролювались значення температур в двох точках на опорній поверхні різальної пластини ($T_{1exp(t)}$, $T_{2exp(t)}$) і розраховувались значення $T_1 = f(t)$ і $T_2 = f(t)$; – температура різання T_r приймалась таким чином, щоб забезпечувався збіг розрахункового і експериментального значень температур $T_{1exp(t)}$ і $T_1 = f(t)$ для заданого моменту часу t_{res} ; – за допомогою кінцево-елементної моделі, із використанням методу планування експерименту, формувалось рівняння регресії для температури в контрольній точці T_k в залежності від довжини контакту стружки з інструментом C та середньої температури різання T_p .

Отримано наступне: – при зміні швидкості різання від 1,0 до 2,5 м/с температура у контактній зоні підвищується з 700 °С до 1100 °С для інструменту з покриттям та від 750 °С до 1190 °С для інструменту без покриття; – при зміні подачі в інтервалі від 0,1 до 0,16 мм/об для інструменту без покриття температура у контактній зоні змінюється від 921 °С до 948 °С, для інструменту із зносостійким покриттям – від 876 °С до 915 °С.

Теплофізичні властивості покриття майже не впливають на тепловий стан різального інструменту, основним фактором, який визначає зміну температури залишається зміна контактних характеристик процесу різання, викликаних зниженням коефіцієнта тертя, зусиль різання та довжини контакту стружки з передньою поверхнею.

Нанесення зносостійкого покриття призводить до перерозподілу теплових потоків в зоні різання між інструментом, стружкою і заготівкою – зростає знаходження тепла із зони різання в стружку і зменшується його знаходження до інструменту. Зменшення довжини контакту і коефіцієнта усадки стружки призводить до зменшення площі контакту стружки з передньою поверхнею, що, у свою чергу, сприяє зростанню надходження теплоти в стружку і заготівку.

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ НА ИХ ДИНАМИЧЕСКУЮ ПОДАТЛИВОСТЬ

Ключко А. А., Годзула И. Г.

ДГМА, г. Краматорск, Украина

Работа выполнена на основании изучения имеющего опыта и обобщения известных результатов и является актуальной при исследовании процессов динамических колебаний металлорежущих станков.

Целью работы является повышение виброустойчивости вертикально-фрезерных обрабатывающих центров на основе диагностирования и оценки точностных характеристик зубчатых колес, входящих в приводы движения.

Для реализации цели работы решены следующие задачи: изучены основные понятия динамики и динамического качества вертикально-фрезерных обрабатывающих центров с учетом влияния точности зубчатых колес; обосновано влияние вибрации зубчатых передач на динамическое качество обрабатывающего центра; теоретически исследован спектр вибраций зубчатых колес; изучена виброактивность модифицированных зубчатых передач.

Зубчатые передачи в двигателях высокоскоростных обрабатывающих центров являются источником вибраций вследствие повышенного уровня динамических нагрузок, передаваемых на вращающиеся детали двигателя. Основными причинами возбуждения вибраций зубчатыми передачами являются погрешности профиля зубьев и изменение жесткости зацепления в процессе вращения колес.

Критерии для оценки виброустойчивости вертикально-фрезерных обрабатывающих центров следует основывать на показателях точности зубчатых колес. Влияние ошибок формы, размеров, положения рабочих профилей зубьев, являющихся причиной погрешности перемещения, проявляется непрерывно по мере вращения колеса.

Таким образом, одним из прогрессивных направлений улучшения динамического качества вертикально-фрезерных обрабатывающих центров является повышение как точности изготовления зубчатых колес, так и создание оптимальных условий их контактирования.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКРАТНОСТИ ЗАЦЕПЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Ключко А. А., Кошелева А. Д.
ДГМА, г. Краматорск, Украина

Целью исследования является повышение износостойкости и долговечности зубчатых передач путем применения новых видов зацеплений.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проанализированы причины разрушения зубчатых колес; выделить основные направления повышения износостойкости и несущей способности зубчатых колес; установлено влияние передаточного отношения зубчатых колес фрезерных станков на износостойкость, высокую плавность и долговечность зацепления; сформулированы рекомендации по применению разработанного некрatного зубчатого зацепления.

В существующих конструкциях высокоточных приводов шпиндельных узлов вертикально-фрезерных обрабатывающих центров зубчатые колёса имеют передаточные числа с кратностью целых чисел. Это свидетельствует о том, что на высоких окружных скоростях определённые группы зубьев ведущего колеса контактируют только с определёнными группами зубьев зацепляемого ведомого колеса. Т.к. в силу технологических причин, зубчатые колёса имеют отклонения от параметров точности, эти погрешности передаются на сопрягаемые ведомые зубчатые колёса с определённым циклом вращения, который соответствует передаточному числу. Погрешности не распространяются на остальные зубья, т.е. группа зубьев ведущего колеса постоянно зацепляется с определённым количеством зубьев ведомого колеса.

Такое зацепление зубчатых колёс создаёт неравномерный износ всех зубьев и вызывает увеличение динамических нагрузок, связанных со снижением плавности и повышением шумовых характеристик, что в конечном итоге приводит к созданию микротрещин, макротрещин и к отказам зубчатых колёс. Для обеспечения долговечности, повышения износостойкости и повышения плавности работы зубчатых колес необходимо создать такие условия их контактирования, при которых каждый зуб ведущего колеса в процессе работы входил бы в зацепление с каждым зубом ведомого колеса в определенной последовательности.

Рекомендуется для зубчатых передач высокоскоростных приводов вертикально-фрезерных обрабатывающих центров использовать некрatное зубчатое зацепление, передаточные отношения с иррациональными числами, которые обеспечивают при работе зубчатых колёс полное участие контактирования зубьев ведущего колеса с каждым зубом ведомого колеса.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ЗАКАЛЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Клочко А.А., Чмырь В.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Цель исследования – разработка и исследование альтернативной зубошлифованию методологии формирования поверхностного слоя цилиндрических закаленных крупномодульных зубчатых колес, позволяющей повысить его качество и точность зубообработки, снизить трудоемкость технологических операций окончательной обработки зубьев на основе функционального анализа зубчатых зацеплений с использованием научно-обоснованной системы оценок технологического обеспечения эксплуатационных свойств зубчатых передач.

Для достижения цели были определены следующие задачи исследования: сформулировать и исследовать основные направления повышения производительности и качества зубообработки КЗЗК*; определить степень воздействия качества поверхностного слоя зуба КЗЗК; теоретически обосновать технологические способы формирования параметров волнистости поверхности зуба на основе заданных эксплуатационных свойств КЗЗК; разработать математическую модель прогнозирования показателей качества поверхностного слоя зуба на основе комплексной оценки его состояния; сформулировать критерии выбора структур и параметров систем лезвийной обработки крупномодульных закаленных зубчатых колес с целью обеспечения заданных эксплуатационных свойств; разработать методику моделирования управления точностью, качеством и производительностью формообразования при лезвийной обработке закаленных крупномодульных зубчатых колес.

Практическое значение полученных результатов: основным практическим результатом работы является разработка эффективных технологических процессов высокоскоростной зубообработки с обеспечением качества поверхностного слоя и эксплуатационных характеристик КЗЗК; предложена универсальная методика расчета параметров состояния поверхностного слоя; разработана применительно для закаленных крупномодульных зубчатых колес система комплексных параметров; промышленное внедрение технологии сверхскоростного зубофрезерования с назначением и обеспечением параметров поверхностного слоя цилиндрического КЗЗК при проектировании с разработкой общих принципов моделирования оптимального управления параметрами точности, качества и производительности зубообработки КЗЗК

Результаты работы внедрены в учебный процесс в Донбасской государственной машиностроительной академии.

*КЗЗК – крупномодульные закаленные зубчатые колеса.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ОБРАБОТКИ НА ТЯЖЕЛОМ ТОКАРНОМ СТАНКЕ ПОСРЕДСТВОМ PLC МОДУЛЕЙ

Ковалев В.Д., Березовская И.К.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При назначении оптимальных режимов резания необходимо учитывать множество факторов, связанных с фактическим состоянием заготовки, инструмента и всей технологической системы в целом, что и определяется актуальность оптимизации режимов механической обработки изделий тяжелого машиностроения с учетом фактического состояния процесса в режиме реального времени.

Целью работы является разработка и реализация законов управления режимами обработки на тяжелом токарном станке, а именно управление скоростью резания для достижения оптимальной температуры и управление подачей для регулирования силы резания посредством PLC модулей.

Для управления тяжелым токарным станком с помощью PLC модулей использована имеющаяся на кафедре «Компьютеризированные мехатронные системы, инструмент и технологии» Донбасской государственной машиностроительной академии система контурного управления для токарных станков Heidenhain MANUALplus 620 с интегрированной возможностью управления PLC.

Адаптивное управление на тяжелом токарном станке с ЧПУ реализовано путем использования программируемого логического контролера PLC с заданием необходимых законов управления по силе и температуре резания (1, 2). Это позволяет корректировать разработанную программу ЧПУ в процессе обработки при изменении внешних воздействий на технологическую систему.

$$v = {}^{z\theta} \sqrt{\frac{\theta}{C_{\theta} \cdot t^{x_{\theta}} \cdot s^{y_{\theta}}}} \quad (1)$$

$$s = {}^{yP} \sqrt{\frac{P}{10 C_P \cdot t^{x_P} \cdot v^n \cdot K^P}} \quad (2)$$

В представленной работе разработана блок-схема адаптивного оптимального управления процессом продольного точения путём изменения скорости резания в зависимости от оптимальной температуры в зоне резания. Данная система производит измерения температуры в зоне резания и на основании этого корректирует управляемые параметры процесса резания (скорость) для достижения оптимального значения.

Использование систем адаптивного оптимального управления позволит сократить затраты, повысить точность, увеличить срок службы режущего инструмента.

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКОВ

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

Модульный подход - проектирование и компоновка различных станков и других машин из стандартных (унифицированных) узлов, каждый из которых предназначен для выполнения заранее определенных функций.



Рисунок 1 – базовая (унифицированная) модель станка

Таблица 1 - Унификация модулей и система обозначения

	Базовый модуль	Унификация 100%
	Модификации базового модуля	Унификация 70%
	Специализированные модули	Унификация 50-70%
	Специальные модули	Унификация 40%
	Оригинальные исполнения	Унификация 20%

Модульный подход позволяет на основе базовой модели создавать варианты изделия с расширенными, суженными или измененными функциями. Разрабатывается номенклатура ряда модулей всех узлов и механизмов станков, включая их базовые узлы. На рисунке 1 изображена базовая модель тяжелого токарного станка. Затем по желанию заказчика комплектуется соответствующая модификация станка с использованием имеющихся модулей.

Одним из главных преимуществ модульного метода является то, что при специализированном производстве стандартных сборочных единиц потребитель получает возможность компоновать нужные им станки, оборудование, автоматические линии и т.д. приобретение готовых узлов, изготавливаемых на специализированных заводах, позволит удешевить и упростить ремонт машин.

РАЗРАБОТКА ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ СУППОРТОВ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ.

Ковалёв В.Д. Любович И. В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В узлах и опорах тяжелых многоцелевых станков необходимо применения гидравлических опор.

Гидростатические направляющие выдерживают высокие нагрузки и обеспечивают высокоточное перемещение даже при скоростях, близких к нулю, и возможность создания направляющих различных типоразмеров.

Создана иерархическая структура основных узлов суппорта, проанализирована группа программного обеспечения для выбора программной среды создания единой системы концептуального проектирования, для объединения сквозного проектирования, для улучшения качества и скорости выполнения задач.

Разработана методика расчета гидростатических направляющих, основанная на совместном решении задачи течения жидкости в зазоре между сопрягаемыми поверхностями с различными системами питания.

Разработано описание система адаптивного управления, обеспечивающая программное вычисление давления, исходя из измерений перемещения суппорта под нагрузкой и определения давления, которое противодействует перемещению суппорта

Разработана и исследована конструкция суппортов для тяжёлого станка с гидростатическими направляющими, позволяющая осуществить обработку труднообрабатываемых материалов с высокой точностью.

Проведён статический анализ компонентов подвергающихся критической нагрузке 200кН целью получения данных о перемещении компонентов и их напряжённых и деформированных состояниях.

Литература: 1. Под ред. А. Г. Косиловой Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с. 2. Под ред. В.Э.Пуша Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов./ Под ред. В.Э.Пуша. – М.: Машиностроение, 1986. – 256с 3. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике /[Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. и др.] СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 800 с. 4. Алямовский А.А. SolidWorks/CosmosWorks/Инженерный анализ методом конечных элементов. /Алямовский А.А. – М.: ДМК Пресс, 2004,- 432 с.: ил. 5. Бушуев В.В. Гидростатическая смазка в станках. – М.: Машиностроение, 1989.- 162с. 6. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1972. – 768 с. 7. Ковалев В.Д., Бабин О.Ф. Опоры и передачи жидкостного трения станочного оборудования – Краматорск: ДГМА, 2003. –с.43-70, 97-102 8. Ковалев В.Д. Адаптивное управление точностью тяжелых токарных станков /Бабин О.Ф., Мельник М.С. //Новые материалы и технологии в металлургии и машиностроении. – Вып.2. – Запорожье. - 2001.- С.108-110.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Ковалев В.Д., Попов А.А.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Повышение точности станков, как известно, прежде всего, исключает отдельные операции последующей обработки, то есть увеличивает общую производительность механической обработки. К тому же, повышение точности и изменение шероховатости поверхности деталей в определенной степени влияет на качество выпускаемой продукции и на ее технико-экономические характеристики при эксплуатации.

Целью работы является повышение точности тяжелых станков за счет применения адаптивных гидростатических опор. Проектируемые опоры разрабатываются с учетом современных требований и возможностей с применением современных материалов и новых методик расчета. Также для повышения точности станка используются адаптивные мехатронные системы позволяющие мгновенно и точно позиционировать шпиндель.

В представленной работе приведена методика расчета радиальных и осевых опор, учитывающая не только статические нагрузки, но и тепловую деформацию узла. Адаптивная мехатронная система которая спроектирована специально для контроля точности имеет и несколько степеней защиты. Она защищает станок от перегрузок и ошибок станочника. Система питания станка включает новый регулятор, который отличается своим быстрым действием. Все эти нововведения позволят проектируемому станку производить высококачественную продукцию, при этом затраты на эксплуатацию и обслуживание значительно ниже чем у станков-аналогов.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО ТЯЖЕЛОГО СТАНКА

Ковалев В.Д., Саенко М.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Предприятия тяжелого машиностроения имеют свои особенности технологического цикла подготовки производства, производства, обработки и сборки, которые обусловлены уникальностью оборудования и технологических процессов обработки на тяжелых станках:

- большие размеры обрабатываемых деталей (цилиндры, валы, штоки, бандажи длиной до 24000 мм и более, диаметром до 5000 мм, массой до 250 тонн);
- большие глубины резания и подачи;
- высокая стоимость заготовок;
- большой путь резания;
- высокие производственные затраты, связанные со стоимостью уникального оборудования и режущего инструмента;
- неравномерность припусков;
- сложности наблюдения и влияния на процесс резания, обусловленные эргономическими факторами;
- повышенные вибрации при резании и т.д.

Эти особенности вызывают необходимость исследования закономерностей обработки на тяжелых станках, управления процессами резания, обеспечения точности и работоспособности оборудования, повышения эксплуатационных свойств режущих инструментов, оптимизации хозяйственной деятельности предприятий.

Система адаптивного управления тяжелых станков создается как интегрированный комплекс, который включает тяжелый станок, системы инструментов и инструментообеспечения, систему адаптивного управления с комплектами измерительных и диагностических средств, математические модели функционирования технологической системы. Алгоритмы работы оптимальной системы адаптивного управления формируются с включением критериев: себестоимость обработки, производительность, точность, качество, надежность системы и др. Структура адаптивной технологической системы имеет высокую степень охвата обратными связями: по относительному положению и траекториям формообразующих движений элементов системы; их физическому состоянию и возбуждающим факторам.

Регулирование процесса обработки заключается в том, чтобы, исходя из наличия первичных параметров, характеризующих выбранный тип заготовки (материал, размер, припуск и т.д.) и принятого метода обработки (станок, приспособление, схема резания, технологическая среда), изменяя управляемые параметры (режимы резания, вариант и геометрические параметры инструмента, параметры и структура несущей системы станка), воздействовать на параметры регулирования (механика процесса резания, наростообразование, стружкодробление, тепловые явления, сила и мощность резания, вибрации) и добиться получения необходимых технологических параметров (точность, качество поверхности, стойкость инструмента, прочность инструмента, производительность, экономичность, форма стружки). При осуществлении автоматического цикла работы тяжелого оборудования задачи управления являются многоуровневыми и многофакторными.

Проведенные исследования позволили создать модели для управления процессом резания на тяжелом станке в режиме реального времени. Результаты работы используются для задач обеспечения качества процесса резания и формообразования на тяжелых токарных станках с современными системами ЧПУ и элементами адаптивного управления.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ГУСЕНИЧНИХ ПЕРЕДАЧ ЗЕМЛЕРИЙНИХ ТА ГІРНИЧИХ МАШИН

Крупко І.В., Вороненко В.М.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

У процесі роботи на механізми, вузли, робоче і ходове обладнання екскаваторів чинять вплив такі чинники як: конструкція і структура машини, взаємодія її механізмів, приводів та окремих елементів у структурі машини, необхідних для виконання корисної роботи, а також фізико-механічні характеристики ґрунтів і гірських порід, абразивність, кліматичні умови.

Як показують статистичні дані з дослідження працездатності землерийних машин недостатній рівень надійності призводить до того, що понад 6% календарного часу вони перебувають у простоях, викликаних позаплановими ремонтами (відмови, поломки і несправності) і до 12% календарного часу витрачається на планові ремонти. Аналіз показує, що відмови деталей виконавчих і ходових механізмів екскаваторів призводять до втрати їх працездатності, а відмови інших менш значущих деталей, вузлів та їх елементів викликають зміну якісних показників екскаваторів - зниження швидкості пересування, зменшення продуктивності, підвищення енергоємності при виконанні окремих технологічних операцій і при переміщенні машин.

Знос гусениць та ланцюгів екскаватора або бульдозера індивідуальний у кожній машині, він залежить від якості сталі, режиму роботи і ґрунту. На одній машині гусениці низької якості слугуватимуть довше, ніж на іншій гусениці високої якості, але в інших умовах.

Для зменшення зносу гусениць екскаватора або бульдозера одна з основних рекомендацій – правильно налаштувати натяг гусениць. Степінь провисання для кожної моделі слід підбирати індивідуально, дані по такому налагодженню є в керівництві з експлуатації.

На ПАТ НКМЗ при виготовленні гусеничного механізму пересування екскаватора ЕКГ - 10Н була розроблена технологія виготовлення зварювально-литих траків, по якій середня частина, «головка» трака, з вушками відливається зі сталі 12ДН2ФЛ, а бічні частини, виконані з листової сталі 10ХСНД, приварювалися до «головки» трака. Застосування «головки» трака зі сталі 12ДН2ФЛ дало можливість провести механічну обробку отворів під з'єднувальні пальці і тим самим забезпечити високу точність кроку гусеничного ланцюга ($t_g = 445\text{мм} \pm 1\text{мм}$) і інших розмірів. Це дозволило зберегти кінематику гребеневого гусеничного зачеплення із співвідношенням $t_k = 1,03t_g$ і тим самим забезпечити нормальну роботу зачеплення в початковий період.

Все це дозволяє зробити висновок про те, що для підвищення надійності та довговічності траків екскаваторів ЕКГ - 10Н, ЕКГ - 5Н (Україна) необхідно значну увагу приділити правильному вибору матеріалів і точності виготовлення виливків, що дозволить зберегти початкове співвідношення конструктивних параметрів і кінематику гусеничного зачеплення.

КОНСТРУКТОРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ-АВТОМАТАХ

Кушик В. Г., Олійник В. Г.

(НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна)

Якість обробки деталей на токарних автоматах залежить від осьової та радіальної точності обробки, яка визначається, в значній мірі, конструктивними особливостями затискних цангових патронів. На рис.1 показано поздовжній розріз А-А затискної цанги з робочими пружною 1 і конічною 2 частинами, причому робоча частина складається з основних затискних елементів 3, виконаних у вигляді утворених розрізами по декількох площинах сегментів і розміщених між ними, виконаних як одне ціле з пружною частиною 1 цанги додаткових затискних елементів 4 з прорізами між основними 3 і додатковими 4 затискними елементами, в яких розміщено пластини 5, що жорстко зв'язані, наприклад, гвинтами, з основними затискними елементами 3.

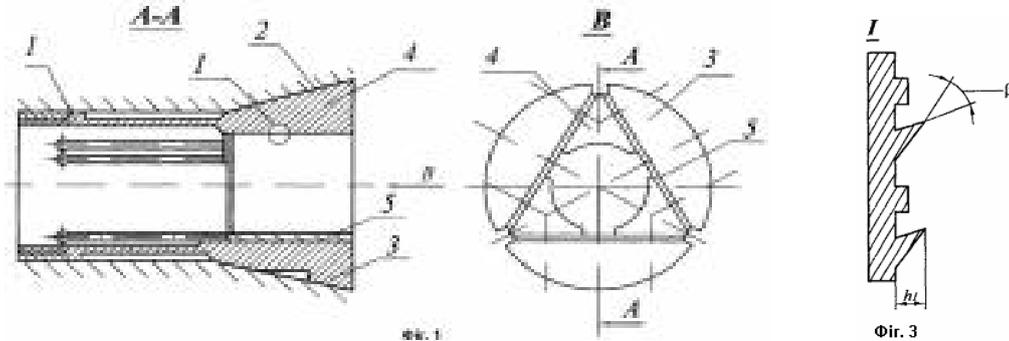


Рис. 1 – Затискна цанга з мікрорельєфом на робочих поверхнях

Поверхні пластин 5 взаємодіють з бічними поверхнями додаткових затискних елементів 4. На робочій частині додаткових затискних елементів 4 виконано частковий регулярний мікрорельєф гострокінцевої форми з кутами загострення b , b_1 і розміщений почергово нахиленим в перпендикулярних напрямках, висота якого h менше параметра шорсткості R_z для даного матеріалу і виду обробки. Гостроконечні виступи в поздовжньому напрямку, виконані під кутом b і направлені в сторону подачі пруткових заготовок, а в поперечному напрямі виконані під кутом b_1 і направлені в бік перпендикулярний до поздовжнього напрямку і висота мікронерівностей h повинна бути не більше параметра шорсткості R_z . Такий напрямок гостроконечних виступів перешкоджає рухові заготовки в напрямку, протилежному її подачі, і прокручуванню заготовки в радіальному напрямку під дією сил різання. На рис.1 показано варіант розміщення виступів гострокінцевої форми на робочій поверхні додаткових затискних елементів 4. Затискна цанга працює наступним чином. При переміщенні труби затиску вліво (не показано) основні затискні елементи 3 з пластинами 5 взаємодіють з бічними поверхнями додаткових затискних елементів 4, видавлюють їх, а вони своїми робочими поверхнями з виконаним регулярним мікрорельєфом гострокінцевої форми з кутами загострення b , b_1 , розміщеними почергово нахиленими в перпендикулярних напрямках, затискають заготовку або інструмент. Виконання регулярного мікрорельєфу на робочій частині додаткових затискних елементів підвищує зносостійкість робочої частини додаткових затискних елементів і підвищує надійність затиску.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОТЛИВОК

Лашина Ю.В. Овчаренко А.И.
(НТУУ «КПИ», ММИ, кафедра ТМ, Киев, Украина)

Важным этапом технологической подготовки производства является проектирование конструкций заготовок, от которых в значительной мере зависят качество и точность готовых деталей, производительность и расходы предприятия. Современные системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM) позволяют проектировать трехмерные модели отливок и литейной оснастки, а также процессы ее изготовления. Результаты проектирования затем могут быть экспортированы в системы автоматизации инженерных расчетов (CAE) с целью моделирования и анализа процессов литья. В то же время, рынок программного обеспечения, позволяющего автоматизировать проектирование конструкций литых деталей, невелик и, как правило, технологам приходится выполнять трудоемкие и сложные процедуры, связанные с поиском необходимых значений в большом количестве таблиц и примечаний.

Целью работы является автоматизация поддержки принятия решений при проектировании конструкции отливок путем разработки программного обеспечения и базы данных на основе стандарта.

Разработка базы данных и прикладной программы осуществлялась в несколько этапов. На первом этапе был выполнен анализ структуры и методики использования ГОСТ №26645-85, регламентирующего содержание и порядок назначения допусков на размеры отливки и припусков на механическую обработку. На втором этапе было формализовано принятие решения по выбору тех значений, для которых в стандарте даны диапазоны. На третьем этапе был сделан вывод, что при проектировании конструкции отливки исходные данные могут быть разделены на две группы: конструкторские и технологические.

Исходные данные о конструкции детали: максимальный и минимальный размеры детали, допуск формы и расположения поверхностей детали, масса детали, материал, конфигурация отливки. Исходные данные о технологии изготовления отливки: тип производства, технологический процесс литья (в т.ч. наличие термообработки), тип литейной формы (одноразовая или многократного использования). На четвертом этапе была выполнена нормализация данных, а на пятом этапе была разработана структура базы данных. На последнем этапе был разработан пользовательский интерфейс.

Использование представленного программного обеспечения и базы данных на этапе технологической подготовки производства обеспечит: поддержку принятия решений с соблюдением действующих стандартов, уменьшение затрат времени и количества ошибок при проектировании конструкций изделий, получаемых с помощью литья. Следующим этапом развития программного обеспечения авторы видят его интеграцию с системой трехмерного проектирования для обеспечения интерактивной поддержки конструирования заготовок деталей, получаемых с помощью процессов литья.

СХЕМЫ КОВКИ КРУПНЫХ ПОКОВОК С ИНТЕНСИВНЫМИ ПЛАСТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Маркова М.А., Недодай Р.С., Шарун А.О., Чуева К.Л.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В тяжелом машиностроении основное внимание уделяется качеству получаемых поковок. Основной операцией для формирования крупных поковок является кузнечная протяжка, которая интенсивно измельчает литую структуру и способствует заковыванию осевых дефектов. Протяжкой без осадки сложно накопить высокий уровень пластических деформаций в теле поковки и получить из кузнечных слитков бочки вала. Не применять осадку с целью снижения затрат на ковку с сохранением качества поковок и обеспечить возможность получения заданных размеров вала возможно за счёт применения новых схем ковки с интенсивными пластическими деформациями.

Повысить уровень пластических деформаций в поковке и равномерность их распределения возможно за счёт ковки с профилированием слитка выпуклыми клиновыми бойками. Протяжка выпуклыми бойками уменьшает удлинение, что позволяет увеличить число проходов за счёт незначительного уменьшения площади поперечного сечения при протяжке и накопить высокий уровень деформаций в теле поковки.

Ковка выпуклыми клиновыми бойками исключает образование застойных зон под деформирующим инструментом, как в случае применения плоских бойков. Применение выпуклых бойков способствует проработке поверхностных и центральных слоёв заготовки. Чем больше угол клина бойка, тем выше уровень деформаций в центре и больше площадь продеформированной части заготовки.

После формирования четырёхлучевой заготовки выпуклыми бойками недеформированными зонами остаются углы (рёбра заготовки), а в случае ковки плоскими – зоны, контактирующие с инструментом. Заготовка с вогнутой боковой поверхностью в поперечном сечении обеспечивает подпор центральной зоны при последующей обкатке четырёхлучевой заготовки, но при этом может произойти образование поверхностных зажимов.

Для выбора эффективной схемы ковки провели количественное сравнение распределения деформаций по сечению поковки для схем деформирования, которые не приводят к образованию поверхностных зажимов.

В результате исследований установлена эффективная геометрия инструмента и технологические режимы ковки, позволившие накопить высокий уровень пластических деформаций в поковке, которые послужили рекомендациями для проектирования инструмента и разработки новых технологических процессов ковки крупных поковок ответственного назначения без осадки: угол клина бойков – $160^{\circ} \dots 170^{\circ}$, обжатие – 25 %, бойки для обкатки – плоские, способ укладки заготовки в плоских бойках – «на ребро».

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ СТАНКА К АВТОКОЛЕБАНИЯМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Мельникова Е.П., Быков В.В., Боднар С.В.

(ГВУЗ Донецкий национальный технический университет, Автомобильно дорожный институт г. Горловка, Украина)

bykowwalery@ukr.net

Для оценки стойкости к автоколебаниям на мобильном токарном станке с гидравлической системой стабилизации сил резания для обработки рабочих поверхностей тормозных дисков непосредственно на автомобиле предложена динамическая модель. Схема динамической модели станка показана на (рис.1).

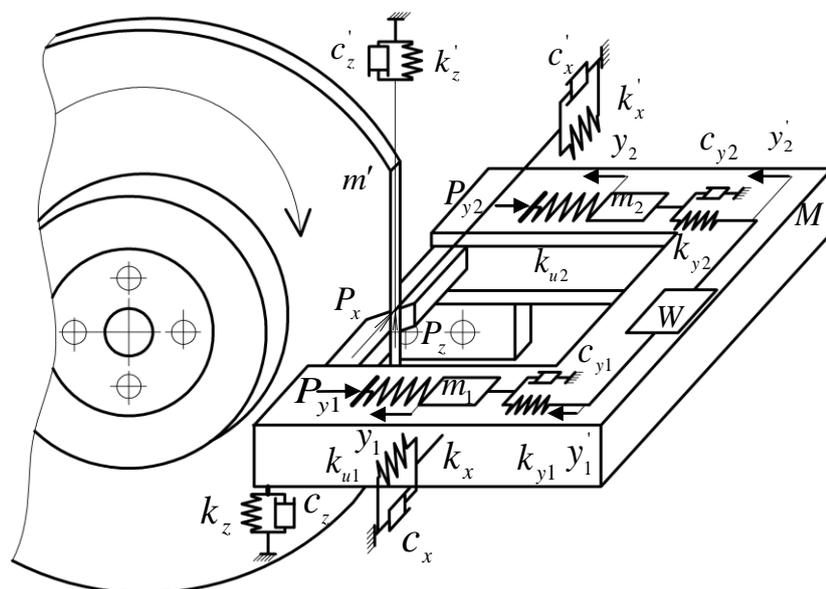


Рис. 1 Схема динамической модели станка с гидравлической системой стабилизации сил резания.

Известно, что динамическая модель установки является совокупностью динамических характеристик эквивалентной упругой системы, устройства выравнивания сил резания и процесса резания. Ряд авторов предлагают для анализа стойкости системы к автоколебаниям упрощенно представлять упругую систему двумя эквивалентными упругими системами суппортной и шпиндельных групп. В нашем случае шпиндельная группа отсутствует, ее заменит ступица с тормозным диском непосредственно на автомобиле.

Выводы. Проведенные исследования позволили выявить существенное уменьшение значения максимальных значений сил резания в процессе обработки на разработанном станке по сравнению со станками с жестко закрепленными резцами, что положительно влияет на точность обработки тормозных дисков автомобилей непосредственно на автомобиле в процессе эксплуатации.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЯЖЕЛОГО КАРУСЕЛЬНОГО СТАНКА.

Миранцов С.Л., Ковалев Д.Г.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Производительность механической обработки на тяжелых станках, в частности на карусельных станках, определяется множеством факторов. Одним из факторов, ограничивающих производительность, являются процессы, возникающие в технологической системе при обработке. К таковым относятся случайные погрешности и колебания, возникающие на операциях чернового и чистового точения и растачивания.

Одной из ряда причин, вызывающих колебания в технологической системе карусельного станка при точении и растачивании является большой вылет ползуна, а также недостаточная жесткость сборной конструкции инструмента, что приводит к снижению жесткости технологической системы.

Для исследования колебаний в технологической системе тяжелого карусельного станка предложена структурная динамическая модель системы, которая включает в себя процесс резания, эквивалентную упругую систему станка, сопутствующие резанию процессы и учитывающая:

- жесткость элементов технологической системы;
- жесткость конструкции сборного инструмента;
- конструктивные и геометрические параметры режущего инструмента;
- неточность установки детали на станке в направлении осей координат, неточность формы и расположения обрабатываемых поверхностей;
- зависимость площади срезаемого слоя от упругих перемещений инструмента и элементов технологической системы, возникающих в процессе колебаний;
- зависимость площади срезаемого слоя от неравномерности припуска, возникающего вследствие следов предыдущих проходов.

На основе структурной динамической модели технологической системы разработана также компьютерная модель, реализованная в программной среде Simulink.

В качестве исходных данных в модели используются элементы режимов резания: t , S , V , n ; геометрические параметры инструмента; удельные значения составляющих силы резания. В качестве выходных данных модель позволяет получать расчетные виброграммы элементов технологической системы.

Проведенные экспериментальные исследования колебаний при обработке на тяжелых карусельных станках, выполненные в условиях ПАО ЭМСС, подтвердили адекватность предложенной модели и возможность ее применения для аналитических исследований.

В результате проведенных аналитических исследований колебаний, установлены закономерности их протекания в зависимости от режимов резания, а также получены рекомендации для усовершенствования конструкций сборных резцов для тяжелых карусельных станков.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ С УЧЕТОМ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ-ПРИЗНАКОВ

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

Формулы, задающие постановку задачи оптимизации, могут быть подразделены на следующие группы: формулы, отражающие однозначные, детерминистские связи между параметрами; формулы, отражающие приближенные эвристические зависимости, введенные экспертами для построения адекватной модели взаимодействия исследуемых факторов; формулы для статистических параметров, имеющих стохастическую природу.

В данной работе использовалась интеллектуальная оптимизационная система «МКО-ТСЧ2». Исследовалось влияние режимов резания на энергозатраты в случае чернового наружного точения конструкционной стали резцами с пластиной твердого сплава на станке с $D_c = 1000$ мм (задаваемые глубины резания $t=4-8$ мм; диапазон подач $s=0,75 - 1,3$ мм/об, диапазон скоростей резания $v=50-150$ м/мин), а также процесс черновой обработки на тяжелых станках резцами со специальными твердосплавными пластинами с износостойким покрытием GC 4025. Анализ показывает, что значительное снижение удельного расхода электроэнергии наблюдается при создании энергосберегающих технологий путём установления такого уровня некоторых параметров технологического процесса, связанных с режимом электропотребления, которые обеспечивают минимум электроэнергии при сохранении объёма выпускаемой продукции. Для реализации поставленных задач предлагаются следующие этапы: исследование технологических параметров, определяющих режим электропотребления и допускающих изменение в заданных пределах; построение математических оптимизационных моделей исследуемого объекта; нахождение оптимальных значений при ограничениях, накладываемых на технологические параметры. Такой подход к указанной проблеме не требует значительных капиталовложений и его можно использовать как эффективный способ совершенствования технологии с точки зрения энергосбережения.

Выявить влияние параметров технологического процесса на электропотребление возможно с помощью построения системы критериев оптимальности. При этом в первую очередь выбирают наиболее существенные управляемые факторы, формирующие многокритериальную математическую модель.

Проведенный на основании этих данных расчет рекомендуемых режимов резания с точки зрения минимума энергозатрат подтвердил эффективность применения многогранных пластин с многослойными покрытиями при черновой обработке на тяжелых станках за счет увеличения скорости резания и незначительном уменьшении подачи.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗЦОВЫХ БЛОКОВ НА ТЯЖЕЛЫХ КАРУСЕЛЬНЫХ СТАНКАХ

Мироненко Е.В., Ковалёв 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. Для повышения эффективности лезвийной обработки на тяжелых карусельных станках был спроектирован и произведен сборный резец (рис. 1).



Рис. 1 - Общий вид сборного блока реза

поверхности вдоль режущей кромки. Изменение эквивалентных напряжений соответствует уравнению: $\sigma_3 = 1619.6 \ln(1) + 2928.3$; где σ_3 – величина эквивалентных напряжений.

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.

Проведенные производственные испытания подтвердили результаты прочностного анализа произведенного на стадии проектирования, резцовый блок показал работоспособность при заданных режимах резания и условиях работы.

Для дальнейшей оценки влияние параметров технологической системы на прочность режущего инструмента и устойчивости при резании были проведены расчеты и проведены АФЧХ системы при возмущении в зоне резания при разных значениях параметров. Варьировались – вылет ползуна, демпфирование в направляющих ползуна, и жесткость суппорта.

ИССЛЕДОВАНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОЛЬЦЕВЫХ СВЕРЛ С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН

Мироненко Е.В., Неупокоев А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Процесс кольцевого сверления отверстий в сплошном металле, а особенно отверстий большого диаметра в деталях тяжелого машиностроения не отличается высокой производительностью, но относится к категории металло - сберегающих, так как в стружку превращается только часть металла, а сердцевина в виде штанги остается невредимой. Другим преимуществом является значительное уменьшение осевой силы, а соответственно и мощности потребляемой станком.

Целью работы является усовершенствование существующих конструкций кольцевых сверл, и устранение их недостатков.

Исследование и эксплуатация известных конструкций кольцевых сверл показали, что они обладают помимо достоинств, массой недостатков. Так у исследуемой конструкции низкая виброустойчивость, очень большая ширина срезаемого слоя и соответственно затрудненный вывод стружки из зоны резания по конструктивным особенностям корпуса.

Для решения этих проблем предлагается разделить срезаемый припуск между зубьями сверла (рисунок 1а), и уравновесить результирующую силу резания с помощью поворота зубьев сверла относительно друг друга (рисунок 1б) на определенные углы.

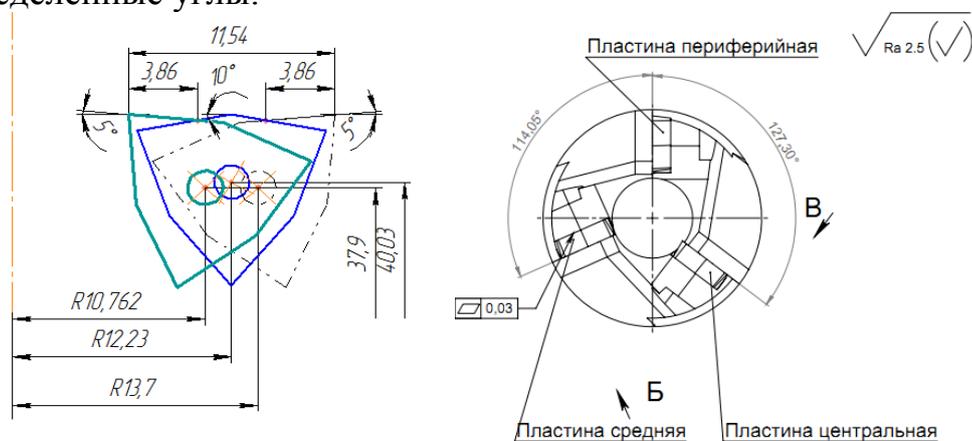


Рисунок 1 – Геометрические параметры сверла
а) схема разбивки припуска сверла б) Углы поворота зубьев сверла

Как результат максимальные напряжения, находящиеся на режущей кромке пластины снизились в 1.77 раза. Максимальные перемещения так же находятся на режущей пластине, и они несколько больше, чем у базового сверла, этот показатель увеличился в 1.24 раза, но не выходит за поле допуска. Деформации возникающие в сверле увеличились, но тоже не выходят за поле допуска и не влияют на точность отверстия получаемого сверла.

При всем этом производительность сверления спроектированным сверлом выросла: по скорости резания в 1.33 раза, по подаче в 3 раза, при прочих равных условиях. Силы возникающие при резании меньше, по сравнению с базовым вариантом, что позволяет снизить мощность, затрачиваемую на резание. Крутящий момент снизился в 1,17 раза.

ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ В ПРОЦЕСІ ФРЕЗЕРУВАННЯ

Пуховський Є. С., Мельник Н. О., Кореньков В. М.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)
vnkorenkov@gmail.com

З моменту виникнення верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) значні покращення відбулися в проектуванні технологічних процесів. Зараз багато інтегрованих систем автоматизованого проектування та виробництва (CAD/CAM) здатні згенерувати траєкторію руху інструменту для різних операцій, але більшість з них досі страждають від необхідності значного втручання користувача. Системи часто не генерують оптимальної траєкторії, отже потреба в значних втручаннях і зниження часу працездатності інструменту – це поширені проблеми проектування операцій з ЧПК. Також визначення сил різання при 5-осевому фрезеруванні циліндричними фрезами поверхонь довільної форми (особливо при застосуванні циліндричних кулькових фрез) досі є певним викликом.

Є багато публікацій про підвищення ефективності оброблення з використанням ЧПК і Chandrasekaran та ін. систематизували їх у своєму огляді. Наступним витком розвитку САМ-систем має бути можливість управління подачею. Це може бути втілено в реальність шляхом використання принципово нового способу генерування траєкторії. Розширення можливостей САМ-систем може бути здійснено лише шляхом переходу на принципово інший вид початкових даних, а саме: переходу від аналітичних сплайнових моделей до дискретного представлення тривимірної форми (voxel- моделі, dixel- моделі тощо). Як показує практика, майже всі САЕ-системи працюють на основі дискретного представлення даних. Окрім того, самі ж інтерполятори стійок, отримуючи векторну інформацію про напрям руху (G-код), дискретизують її у відповідності до параметрів точності верстата. Тому вектор розвитку САМ-систем очевидний – повна інтеграція з CNC-системами та перехід на дискретні моделі, що дозволить по-перше, виконувати аналіз об'ємів зрізуваного шару, по-друге, уникнути проміжних форм опису траєкторії (cldata- та G-коду).

По суті задача полягає в написанні програми, яка поєднує в собі елементи тривимірного інтерполятора, генератора траєкторії та аналізатора об'ємів зрізуваного припуску.

Зараз існує два метода для керуванням подачею: один базується на MRR (Material Removal Rate) і другий базований на силі різання. В результаті проведеного огляду, було визначено, що основою силових розрахунків має бути геометрична модель зрізуваного шару і від способу математичного представлення цієї моделі буде залежати інформативність силових моделей.

Для вирішення питання керування подачею в процесі фрезерування потрібно розробити алгоритм оптимізації, який полягає у обчисленні елементарного об'єму (кількості векселів), що зрізується під час руху фрези. Критерієм оптимізації може виступати мінімізація часу обробки, за умови сталості об'єму зрізуваного шару на кожному кроці. Для цього, зазвичай, використовують величину MRR, яка в подальшому використовується для обчислення потужності.

Подальша робота буде спрямована на створення САМ-системи, яка зможе будувати траєкторію та обчислювати режими різання з керуванням подачею при п'ятиосьовому обробленні фрезеруванням.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СВЯЗУЮЩЕГО ШИХТЫ Порошковой проволоки сложной конструкции на сварочно-технологические свойства

Разумович О.О.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В процессе эксплуатации оборудования металлургических заводов из-за поверхностного износа и коррозии детали машин выходят из строя. Безотказность машин определяется стабильностью ресурсов восстановленных деталей, которая зависит от правильного выбора способа восстановления и строгого соблюдения технологического процесса. При восстановительной наплавке порошковой проволокой обеспечиваются первоначальные размеры деталей. Порошковая проволока состоит из металлической оболочки – твердого однородного тела, и порошкового сердечника – сыпучего материала. В результате при наплавке часть шихты из порошковой проволоки просыпается. Из-за неравномерного поступления шихты возникает химическая неоднородность металла, что в свою очередь приводит к снижению механических свойств.

Одним из эффективных методов увеличения связи между частицами наполнителя является использование связующих материалов.

Целью данной работы является повышение качества металла шва с помощью введения связующего вещества в шихту порошковой проволоки.

Была создана система математических моделей механизма сцепления частиц между собой и раскрыта сущность повышения прочностных характеристик сердечника на примере введения связующих в разном агрегатном состоянии. Предпочтения отдавали связующим, обладающим низкой стоимостью, доступностью и нетоксичностью. В частности рассмотрены варианты использования модифицированного жидкого стекла органическими неорганическими модификаторами. Изучение влияния связующего шихты порошковой проволоки сложной конструкции на сварочно-технологические свойства позволило установить, что выбор и разработка связующего шихты порошковой проволоки базируется на необходимости обеспечения комплекса сварочно-технологических, санитарно-гигиенических и экономических требований к процессу наплавки порошковой проволокой при сохранении прочности сердечника при транспортировке, хранении и эксплуатации при температурах прокали порошковой проволоки и нагрева оболочки при ее плавлении; получение благоприятных сварочно-технологических характеристик; обеспечение санитарно-гигиенических условий в производстве; хорошая адгезионная и когезионная прочность;

Результаты работы послужили основой для создания порошковой проволоки сложной конструкции с высоким уровнем сварочно-технологических свойств, которая опробована в производственных условиях.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

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

Композиционные материалы обладают высокими физико-механическими, теплофизическими, диэлектрическими и другими характеристиками. Их производство является одной из наиболее развивающихся отраслей отечественной промышленности.

Несмотря на имеющиеся прогрессивные методы переработки композитных материалов в готовые изделия, как правило, пока нельзя обойтись без какого-либо вида механической обработки, которая является широко распространенной операцией в технологическом процессе изготовления деталей из полимерных композиционных материалов (ПКМ).

Механическая обработка деталей из ПКМ имеет ряд проблем:

- сложность получения высокого качества обработанной поверхности (отсутствия сколов и расслоений, необходимой шероховатости) из-за ярко выраженной анизотропии свойств и низкой адгезионной связи наполнителя со связующим ПКМ;

- низкая теплопроводность материала, обуславливающая плохой отвод теплоты из зоны резания;

- интенсивное абразивное воздействие твердого наполнителя приводят к низкой стойкости инструмента;

- низкая производительность процесса из-за невысоких скоростей резания наряду с невозможностью применения смазочно-охлаждающей жидкости на водной основе из-за влагопоглощающих свойств ПКМ;

- выделение летучих токсичных частиц при обработке.

Сверление – один из трудоемких способов обработки отверстий в деталях из ПКМ. Физическая сущность процесса резания при сверлении ПКМ в литературе не освещена, а рекомендации по выбору условий сверления приведены без учета стойкости инструмента и качества обработки. Расчётная зависимость для скорости резания установлена при сверлении лишь некоторых видов углепластиков. Поэтому разработка и исследование технологических возможностей стабилизации процессов сверления изделий из ПКМ характеризует актуальность вопроса.

Таким образом, совершенствование технологических процессов механической обработки ПКМ приводящих к снижению себестоимости обработки и повышению качества изготовления изделий машиностроительного производства, является актуальной задачей.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОЗИЦЮВАННЯ ІНСТРУМЕНТА ВЕРСТАТА ПАРАЛЕЛЬНОЇ КІНЕМАТИКИ

Струтинський В.Б., Дем'яненко А.С.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Верстати паралельної кінематики є сучасним обладнанням, що забезпечує можливість обробки складно профільних поверхонь, мають низьку матеріаломісткість та енергоємність та високу мобільність. Однак обладнання даного типу не забезпечує високих показників точності при обробці.

Метою досліджень є створення верстатів паралельної кінематики підвищеної точності шляхом реалізації мехатронної системи активного контролю динамічного просторового положення інструмента.

Контроль просторового положення інструмента верстата паралельної кінематики реалізується на базі визначення шестивимірному вектору координат інструменту, що забезпечує підвищення точності відпрацювання траєкторії обробки шляхом корекції законів керування, які вводяться в систему ЧПК. Для реалізації запропонованого методу встановлено додатковий механізм паралельної кінематики, в якому в якості штанг змінної довжини використано перетворювачі лінійних переміщень.

Експериментальні дослідження проводились для різних характерних траєкторій руху інструмента верстата. На рис. 1 а, б приведено сигнал з перетворювача при русі вгору та по дузі $r=50$ мм в площині XY з кутом нахилу платформи верстата $\psi=20^\circ$ відповідно.

На отриманих результатах виділено три основні ділянки: А - початок руху; Б - встановлений рух платформи по заданій траєкторії; В - зміна траєкторії руху або зупинка рухомої платформи верстата паралельної кінематики. Як видно з отриманих залежностей, при зміні траєкторії руху А, В спостерігається перехідний процес.

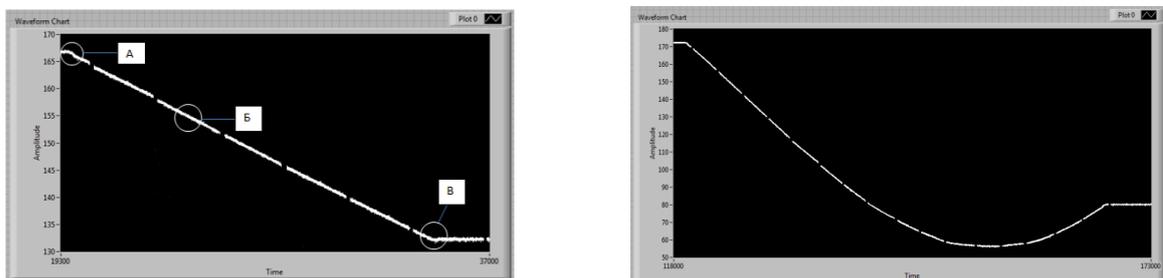


Рис. 1. Експериментальні дані з перетворювача лінійних переміщень при русі платформи вгору $\Delta Z=50$ мм (а) та при русі вгору $\Delta Z=50$ мм, по дузі $r=50$ мм в площині XY з кутом нахилу $\psi=20^\circ$ (б)

Після обробки експериментальних даних в середовищі LabView було визначено середньоквадратичне відхилення перехідної функції від прийнятої лінійної. Середнє значення відхилень складає 0,03..0,04 мм.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ДИНАМІКИ БАГАТОКООРДИНАТНИХ ВЕРСТАТІВ

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

Прецизійні багатокординатні верстати забезпечують точні просторові переміщення інструмента по складним траєкторіям. Динамічні властивості верстатів такого типу, які визначають точність обробки залежать від великого числа взаємопов'язаних факторів. Фактори відображають вплив інерційних, дисипативних та деформативних параметрів динамічної системи верстата. Для опису даних параметрів застосована теорія нечітких (розмитих) множин. Відповідно параметри описуються нечіткими множинами із відповідними функціями приналежності.

Однією із важливих задач динаміки є врахування розподіленості параметрів у кінематичних ланцюгах багатокординатних верстатів.

Для багатокординатного верстата паралельної кінематики врахована розподіленість параметрів у штангах змінної довжини. Деформативні параметри штанги як системи з розподіленими параметрами, виміряні експериментально, інтерпретовані у вигляді нечіткої множини, яка подана у вигляді композиції двох нечітких множин із трикутними функціями приналежності. Перша множина описує деформативні параметри системи при малих амплітудах динамічних переміщень штанги, а друга множина описує деформативні параметри при значних амплітудах коливань штанги.

Введені деформативні параметри послужили основою розробки математичної моделі динамічних процесів багатокординатних верстатів паралельної кінематики.

Математична модель верстата з паралельною кінематикою сформована у структурно-блочному вигляді, причому блоки відповідають парціальним динамічним підсистемам штанг і платформи, а зв'язки між блоками, включаючи зворотні зв'язки, замикають модель, визначаючи просторове положення платформи в залежності від силових факторів, які діють на окремі вузли верстата.

В результаті математичного моделювання встановлено, що вимушені коливання інструмента багатокординатного верстата відбуваються у визначеному напрямку, який відповідає вісі мінімальної жорсткості пружної системи верстата.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОСТОРОВОЇ СИСТЕМИ ПРИВОДІВ ВИКОРИСТАННЯМ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО ПРИСТРОЮ МІКРОПЕРЕМІЩЕНЬ

Струтинський С.В.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Просторові системи приводів мають значні інерційні навантаження при виході привода в позицію. Це обумовлює похибки позиціонування виконавчого органу системи приводів. Особливо суттєвими є похибки просторового поперечно-кутового положення виконавчого органу.

Для компенсації похибок позиціонування просторової системи приводів запропоновано спеціальний шестикоординатний привод мікропереміщень. Він виконаний по схемі механізма-гексапода, що має шість штанг змінної довжини, з'єднаних пружними шарнірами. Штанги мають вигляд пружно-деформованих плоских пружин, зміна форми яких здійснюється гідравлічними або пневматичними приводами. Пристрій має систему вимірів положення платформи, яка забезпечує введення місцевого зв'язку в систему керування гідро- або пневмоприводами.

Розроблена конструкція шестикоординатного пристрою мікропереміщень. Для цього розроблена його твердотільна модель і виконано розрахунок напружено-деформованого стану пружної системи пристрою. Встановлено характер деформації штанг та їх взаємозв'язок із зміною конфігурації механізму. Дано теоретичний опис взаємозв'язку зміни довжини штанг із зміною просторового положення платформи. Для дослідної апробації шестикоординатного пристрою мікропереміщень проведено його макетування і виготовлено дослідний зразок пристрою. Макетування здійснено методом лазерної стереолітографії (3D-принтер). При цьому уточнено геометричні параметри пристрою та розроблена технологія виготовлення дослідного зразка. Він виготовлений із сталі 65Г із відповідною термообробкою.

Дослідний зразок пристрою апробовано шляхом використання його в складі технологічного комплексу. Комплекс включає верстат паралельної кінематики та поворотний трьохкоординатний стіл, який встановлено на гідростатичній сферичній опорі та оснащений приводами для зміни поперечно-кутового положення стола.

Пристрій мікропереміщення встановлюється на поворотному столі, а на платформі пристрою розміщується оброблювана деталь.

Використання пристрою мікропереміщення забезпечує підвищення точності взаємного положення деталі та інструмента в 10 разів і 0,1 мм до 0,01 мм.

Шестикоординатний пристрій мікропереміщень має спеціальну мехатронну систему керування, пов'язану із системою ЧПК верстата. Це дозволяє використовувати його в динамічному режимі, забезпечуючи корекцію закону переміщення інструмента в процесі обробки.

ФОРМУВАННЯ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ НА УСТАНОВКАХ З КІЛЬЦЕВИМ РОЗТАШУВАННЯМ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Ткачук І.В., Майборода В.С.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Забезпечення прогнозованого процесу магнітно-абразивного оброблення (МАО) на установках з кільцевим розташуванням робочої зони не можливе без вичерпної інформації про особливості формування магнітно-абразивного порошку (МАП) в магнітно-абразивного інструменту (МАІ). В процесі МАО МАІ взаємодіє з оброблюваними поверхнями не окремими зернами МАП, а їх групами які представляють собою конусоподібні стовпчики, розташовані своїми основами на поверхні полюсних наконечників та веретеноподібні формування, які розташовуються в середній частині робочого зазору забезпечуючи формування практично суцільного порошкового інструменту, у якого віртуальною зв'язкою є магнітне поле.

Дослідження ущільненої зони, яка формується в МАІ перед деталлю, що рухається виконували при МАО немагнітних зразків розташованих паралельно осі кільцевої ванни шириною 35мм, порошками з осколково-рівновісною формою зерен з розміром 200/100 мкм та 630/400 мкм –Полімам Т та округло-нерівновісною - Полімам $M_{сф}$ 400/315 мкм та Царамам 630/400 мкм. Величина магнітної індукції в робочому зазорі змінювалась B – 0,1, 0,2 и 0,25 Тл. Швидкість оброблення не перевищувала 0,5м/с. Для аналізу поля зміщення макрооб'ємів в МАІ використовували метод контрольних прапорців, які до початку експерименту розташовували по ширині робочої зони на досліджуваній ділянці, далі миттєво зупиняли оброблювальну деталь в контрольній зоні на рівні першого рядка прапорців. Контроль зміщення прапорців, а отже і окремих макрооб'ємів порошку в масі МАІ виконували не менше трьох разів з урахуванням масштабних коефіцієнтів по фотографіях.

Визначено вплив величини магнітної індукції на величину фронту зміщення макрооб'ємів МАІ: при $B < 0,2$ Тл поле зміщення макрооб'ємів майже не змінюється, максимум розташований у центральній частині зазору; $B = 0,2$ Тл фронт поширення ущільнення розширюється в результаті зміщення макрооб'ємів порошку до полюсних наконечників; $B = 0,25$ Тл амплітуда поширення фронту збудження макрооб'ємів порошку різко знижується, що пов'язано з реологічними властивостями МАІ.

Встановлено, що при використанні різних типів МАП для формування МАІ в робочих зонах з кільцевим розташуванням величина фронту зміщення ущільненої зони, що формується перед оброблюваною деталлю буде залежити від геометричних і мікрогеометричних розмірів зерен порошку, магнітних властивостей та способу їх отримання.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РАСТОЧНЫХ РЕЗЦОВ С КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКОЙ

Хорошайло В.В.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Статические и динамические характеристики режущего инструмента оказывают большое влияние на эффективность обработки. Статический расчет, в результате которого определяются напряжения, упругие деформации, перемещения и другие прочностные параметры, является одним из основных этапов при проектировании режущего инструмента. Статические характеристики оказывают непосредственное влияние на возникающие в процессе резания колебания, которые в значительной степени влияют на стойкость инструмента. Из-за множества ограничений при расточке в отношении стабильности процесса резания, операции растачивания требуют самого тщательного подхода и детальной проработки.

При наружных операциях длина обработки не влияет на вылет инструмента и размер сечения державки может быть выбран так, чтобы должным образом противостоять возникающим в процессе обработки силам резания. В процессе растачивания длина обработки или глубина отверстия определяет вылет режущего инструмента, а при работе с большим вылетом расточного резца возникает прогиб его державки относительно закрепления в резцедержателе, что приводит к возникновению значительных деформаций и динамических нагрузок резца.

Повышение жесткости упругой системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» является одним из основных способов устранения недопустимых вибраций. Борьбу с вибрациями по этому способу можно вести путем применения более жестких узлов, либо путем изменения конструкции узлов и использования специальных приспособлений. В связи с этим была разработана специальная станочно-инструментальная оснастка, которая корректирует положение расточного резца в процессе обработки. В основу создания такой оснастки было положено создание подвижной опоры державки резца, которая частично компенсирует напряжения и отгиб резца, которые вызываются силами резания. В результате вместо консольного положения резец, фактически, оказывается в двухопорном положении, вследствие чего деформация державки значительно снижается.

С целью исследования эффективности применения разработанной оснастки проводился статический эксперимент и компьютерное моделирование.

Статический эксперимент проводился для исследования податливости державки отдельно взятого расточного токарного резца и державки расточного токарного резца, работающего с корректирующей инструментальной оснасткой, под действием силы, имитирующей действие результирующей силы резания.

Компьютерное моделирование проводилось в программном комплексе Компас 3D V14. Было создано две трехмерных модели реальных объектов исследования: отдельно расточного резца, и расточного резца с разработанной инструментальной оснасткой, которая выполняет функцию дополнительной опоры. Обе модели нагружались одинаковыми по величине и направлению силами, в приложении прочностных расчетов АРМ FEM, в котором проводился статический расчет.

На основании результатов компьютерного моделирования и проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что вылет державки расточного резца оказывает доминирующее влияние на значение прогиба резца под действием сил резания. Использование разработанной оснастки существенно повышает жесткость резца, что приводит к уменьшению прогиба, и в свою очередь улучшает динамические характеристики процесса растачивания.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКИ

Чепель Ю.А.

(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одной из тенденций современного электропривода является применение линейных электродвигателей, что оправдано для прецизионного сварочного оборудования. Поэтому для привода электродов машины контактной микросварки был использован цилиндрический линейный двигатель.

В качестве системы управления машины контактной микросварки использована система управления на основе модуля LCARD E-440. Модуль E-440 является современным универсальным программно-аппаратным устройством для использования со стандартной последовательной шиной USB и предназначен для построения многоканальных измерительных систем ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации в составе персональных IBM-совместимых компьютеров.

Помимо того, что данный модуль можно рассматривать в качестве достаточно недорогого компактного устройства многоканального сбора информации, он, в тоже время, представляет из себя законченную систему с собственным процессором, позволяющую искушенному пользователю реализовать свои собственные специализированные алгоритмы обработки сигналов на уровне программирования установленного на модуле современного цифрового сигнального процессора (DSP) фирмы Analog Devices. Модуль LCARD E-440 обладает следующими функциональными характеристиками: шина USB; современный цифровой сигнальный процессор ADSP-2185M фирмы Analog Devices, Inc. с тактовой частотой работы 48 МГц; 16 дифференциальных каналов или 32 канала с общей землей для аналогового ввода с возможностью автоматической корректировки нуля; максимальная частота работы 14-ти битного АЦП – 400 кГц; два входа для внешней синхронизации при вводе аналогового сигнала; порт цифрового ввода/вывода, имеющий 16 входных и 16 выходных линий; два канала аналогового вывода 12-ти битного ЦАП с максимальной суммарной частотой 125 кГц; максимальная пропускная способность по шине USB – не более 500 кСлов/с. Разработанная сварочная машина оборудована блоком управления LCARD E-440, обеспечивают следующие параметры цикла сварки: сжатие на время от 0,1 до 1 с; нагрев в течение от 1 до 999 полупериодов тока частотой 50 Гц; проковка (сжатие после прохождения тока) от 0,1 до 1 с; пауза до 3 с.

Разработанная машина контактной микросварки, у которой сварочные электроды приводятся в движение цилиндрическими линейными электродвигателями, применена при изготовлении многослойных материалов для электроконтактной наплавки изделий.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА СОБІВАРТІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ ВИРОБУ

Юхимчук В.М., Пасічник В.А.
(НТУУ «КПІ», ММІ, кафедра ІТМ, Київ, Україна)

Інструментального забезпечення (ІЗ) значно впливає на час та вартість оброблення деталі. Вибір оптимального ІЗ по заданому економічному критерію є досить трудомісткою задачею, адже існує велика кількість номенклатури різального інструменту, інструментальних матеріалів та покриттів, а їх альтернативи і комбінації, залежно від умов використання, практично безмежні. Формалізація вибору ІЗ та експрес-оцінка витрат на оброблення деталі в результаті його застосування дозволяє розробляти економічно вигідні технологічні процеси в рамках САПР ТП та отримати інструмент мінімізації витрат на ранніх стадіях технологічного проектування.

Знаходження найбільш оптимального з точки зору мінімальних витрат набору ІЗ базується на синтезі і економічній оцінці всіх можливих варіантів оброблення даної деталі, які забезпечують необхідні геометричні та якісні параметри.

Формування множини наборів ІЗ для оброблення деталі базується на аналізі множини можливості оброблення елементарних оброблюваних поверхонь EP_s тим чи іншим IZ_t , що можна представити у вигляді:

$$MO = \{e_{1,1}^{MO} (0/1), \dots, e_{1,t}^{MO} (0/1), \dots, e_{s,1}^{MO} (0/1), \dots, e_{s,t}^{MO} (0/1)\},$$

де при можливості оброблення булева змінна $e_{s,t}^{MO} = 1$, а при неможливості $e_{s,t}^{MO} = 0$. Тут s, t – відповідні ідентифікатори ЕП та ІЗ; s утворюється в результаті декомпозиції деталі на множину оброблюваних поверхонь з їх геометричними та технологічними параметрами, а t відображає номер запису в базі даних ІЗ, який описує геометричні, технологічні та вартісні параметри інструменту. В результаті отримуємо множину всіх можливих варіантів наборів ІЗ, яку можна описати матрицею, рядки якої відображають варіанти технологічного процесу відповідно до набору ІЗ:

$$MV = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_1 & \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_2 & \dots & \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_{k_{mex.nep.}} \\ \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_1 & \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_2 & \dots & \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_{k_{mex.nep.}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_1 & \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_2 & \dots & \begin{bmatrix} s \\ t \end{bmatrix}_{k_{mex.nep.}} \end{bmatrix}_j$$

Для знаходження набору ІЗ, що дозволить обробити деталь з мінімальними витратами, розраховується сумарна собівартість оброблення по всім варіантам ТП на основі суми витрати на експлуатацію технологічного обладнання та інструментальних витрат. Процедура розрахунку значно полегшується тим, що всі необхідні дані для розрахунку (режими різання, стійкість ІЗ, вартість та ін., параметри системи автоматичної заміни інструменту) автоматизовано отримуються безпосередньо з математичної моделі деталі та бази даних ІЗ.

Інтеграція даного підходу з САПР ТП дозволить отримати гнучкий інструмент оцінки та мінімізації витрат на стадії проектування технологічного процесу та підвищить ефективність технологічної підготовки виробництва в цілому.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПРОТЯЖКЕ БОЙКАМИ СО СКОСОМ

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

Проведено физическое и математическое моделирование процесса протяжки цилиндрической заготовки бойками со скосом и плоскими бойками. Изучено экспериментально деформированное состояние заготовки при ковке бойками со скосом и определен характер влияния параметров инструмента на деформационное состояние заготовки и параметры процесса.

Для моделирования процесса протяжки были изготовлены специальные бойки со скосом и плоские бойки. Скос бойков 10 и 20 градусов. Свинцовые заготовки диаметром 28 мм получали прессованием. Проводили ковку заготовок протяжкой на круг диаметром 20 мм по схеме протяжки, обеспечивающей наилучшую проработку заготовки по сечению сдвигом.

Методом координатных сеток получены поля распределения сдвиговых деформаций по поперечному сечению заготовки по ходу ее обжатия. Проведено моделирование процесса протяжки методом конечных элементов. Установлено влияние геометрии бойков на уровень сдвиговых деформаций в заготовке. Показана возможностьковки цилиндрического вала бойками со скосом экспериментальной протяжкой вала в лабораторных условиях. Даны рекомендации по режимуковки.

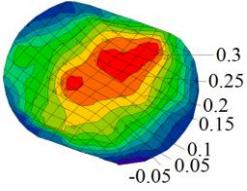
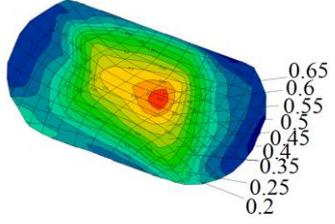
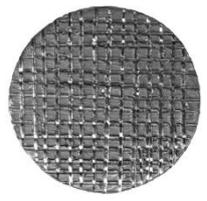
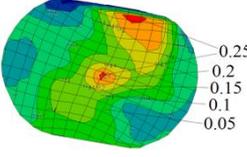
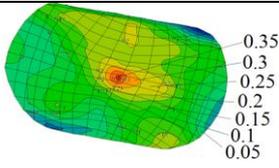
На течение металла при ковке, его деформированное состояние влияет форма инструмента. Анализ полей распределения сдвиговой деформации по сечению заготовки позволяет сделать вывод о том, что при протяжке заготовки плоскими бойками с увеличением степени деформации уровень сдвиговых деформаций возрастает, так при деформировании заготовки на 18.5% наибольшие сдвиговые деформации достигают значения 0.15 при деформировании на 29% сдвиговые деформации возрастают до значению 0.3.

Увеличение угла скоса бойков до 20 градусов позволяет повысить уровень сдвиговых деформаций в заготовке. Так при обжатии заготовки на 18.5% бойками с углом 10 градусов сдвиговые деформации достигают 0.2, бойками с углом 20 градусов они достигают 0.3, что в 2 раза больше деформаций при протяжке бойками без скоса. При обжатии на 30% для бойков с углом 10 градусов сдвиговые деформации достигают 0.3, для бойков с углом скоса 20 градусов достигают 0.65.

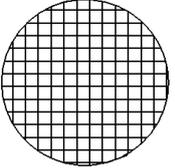
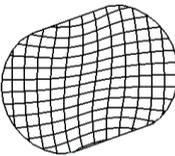
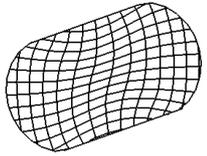
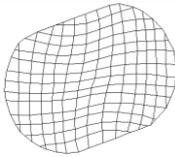
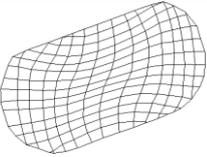
Таким образом, видно, что чем больше угол скоса бойка, тем больший уровень сдвиговых деформаций в заготовке, однако увеличение угла скоса бойков непременно вызывает сложности в реализации процесса протяжки связанные с большими сдвигающими силами, что требует определенного решения.

Общий вид сеток полученных на основе моделирования процесса протяжки МКЭ полностью совпадает с экспериментальными данными, что позволяет сделать вывод о допустимости и высокой степени адекватности компьютерного моделирования нестационарных процессов процессовковки.

Распределение сдвиговой деформации по сечению заготовки

Угол скоса бойков 20 градусов		
	$\varepsilon = 18.5\%$ 	$\varepsilon = 33.3\%$ 
	 0.3 0.25 0.2 0.15 0.1 0.05 -0.05	 0.65 0.6 0.55 0.5 0.45 0.4 0.35 0.25 0.2
Угол скоса бойков 10 градусов		
		
	 0.25 0.2 0.15 0.1 0.05	 0.35 0.3 0.25 0.2 0.15 0.1 0.05

Искажение делительной сетки при протяжке наклонными бойками

Угол скоса бойков 20 градусов			
МКЭ			
Экспери мент			
	$\varepsilon = 0\%$	$\varepsilon = 18.5\%$	$\varepsilon = 33.3\%$

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ИНСТРУМЕНТА ИЗ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МИКРОПОРОШКОВ cBN, АРМИРОВАННЫХ ВИСКЕРАМИ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Боримский А. И., Петруша И. А., Осипов А. С., Бушля В. Н.,
Мельнийчук Ю. А., Боримский И. А.
(ИСТМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, Киев, Украина)

Для лезвийной обработки различных труднообрабатываемых железосодержащих материалов широко применяются композиты на основе микропорошков кубического нитрида бора (cBN). Для повышения работоспособности композитов в их состав в качестве армирующей добавки вводятся высокопрочные тугоплавкие вискеры (w) (SiC_w , Al_2O_3w , Si_3N_4w и др.).

В настоящей работе представлены некоторые физико-механические свойства полученных нами керамо-матричных композитов (КМК) системы cBN–TiCN– Si_3N_4 – SiC_w с содержанием компонентов соответственно (мас. %) 57,4–31,6–2,9–8,1 (состав a), 57,5–20,6–13,1–8,8 (состав b) и 57,5–20,6–13,1–8,8 (состав c). Зернистость cBN в составах a и b – 3/2 мкм, а в составе c – 2/1 мкм.

Образцы из КМК диаметром 13 и высотой 7 мм спекали при давлении ~ 8 ГПа и температуре в диапазоне от 1250 до 2250 °С в течение 45 с.

Для КМК исследовавшихся составов изучены фазовый состав и микроструктура. Определены физико-механические свойства композитов: плотность; твердость; трещино-стойкость; скорости распространения упругих продольных и поперечных волн; модули Юнга, сдвига и всестороннего сжатия; коэффициент Пуассона.

Для режущих пластин RNGN090300F, изготовленных из исследовавшихся составов КМК, при точении сталей марок Caldie твердостью 59 HRC₃ и Vanadis 4E твердостью 61 HRC₃, а так же никелевого суперсплава Инконель 718 твердостью 47 HRC₃, определены величина и характер износа режущей кромки, а так же величина силы резания и ее составляющих в зависимости от условий и режима обработки.

Показано, что армирование КМК вискерами SiC_w при оптимальном составе позволяет снизить величину максимального износа инструмента. Так при точении сплава Инконель 718 режущими пластинами состава a более чем на 20 % уменьшался их износ по сравнению с пластинами такого же состава, но без армирования вискерами. В то же время износостойкость режущих пластин составов b и c была неудовлетворительной, что можно объяснить не оптимальным составом пластин, обусловленным завышенным содержанием в них добавки Si_3N_4 .

Таким образом, в результате проведенных исследований разработана технология получения однородных по составу режущих пластин из КМК, армированных вискерами SiC_w , и показано положительное влияние вискеро-в на работоспособность КМК в случае оптимизации их состава.

ПРОБЛЕМА УМЕНЬШЕНИЯ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ИЗ СИТАЛЛОВ

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

Механическая обработка (алмазное глубинное шлифование наружной поверхности) тонкостенных оболочек вращения сложной формы из ситаллов сопровождается значительными вибрациями в технологической системе (ТС). Колебания элементов ТС оказывают негативное влияние на качество обрабатываемой поверхности, в том числе по параметрам волнистости, достигающих по высоте 140 мкм и более. В соответствии с эксплуатационными требованиями рассматриваемые изделия должны обладать свойством радиопрозрачности, что достигается, во-первых, выбором соответствующего материала - диэлектрика, не изменяющего существенным образом амплитуду и фазу проходящей сквозь них электромагнитной волны радиочастотного диапазона; во-вторых, обеспечением требований параметров качества по толщине стенки изделия, которые определяются как размерными характеристиками, так и геометрическими отклонениями. Электрическая «толщина» стенки в любой точке рассматриваемого изделия однозначно связана со значением для этой точки фактических величин относительной диэлектрической проницаемости конструкционного материала и геометрической толщины. Поэтому снижение колебаний является актуальной проблемой на пути обеспечения качества рассматриваемых изделий. На основании результатов выполненных ранее экспериментальных и теоретических исследований получено, что значительное влияние на уровень волнистости поверхности оказывает амплитуда колебаний обрабатываемой оболочки.

Существует множество вариантов постановок задач подавления вибраций. Основные пути их решения возможны в следующих направлениях: снижение виброактивности источника, связанное с уменьшением уровня генерируемой в нем энергии; понижение интенсивности колебаний на пути их распространения; уменьшение виброактивности присоединенных деталей [1]. Основными методами являются виброизоляция, вибродемпфирование и виброгашение колебаний.

Среди факторов, оказывающих влияние на уровень колебаний оболочки, являются периодические колебания силы резания, геометрия оболочки и динамические характеристики элементов ТС. Для виброгашения амплитуды колебаний стенки оболочки был предложен вариант обработки с наложением осцилляции на продольную подачу. Выполненные теоретические расчеты, показали, что задаваемые параметры осцилляции влияют на периодическую составляющую силы резания таким образом, что она действует в противофазе с основной системой, снижая амплитуду колебаний на 30-50 %.

Литература: 1. Карновский И.А. Методы оптимального управления колебаниями деформируемых систем / И.А. Карновский, Ю.М. Почтман. – Киев - Донецк : «Вища школа», 1982. – 116 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Жартовский А.В. Деживецкий В.В, Ковган А.Г.
(ДГМА, Краматорск, Украина)

При обработке металлов резанием режущий инструмент находится под действием высоких значений нагрузок и температур. Надежность работы инструмента обеспечивает высокое качество обрабатываемой поверхности и снижает вероятность возникновения брака из-за его поломок. Это направление развивается путем создания новых материалов режущих пластин и новых типов их покрытий. Создание сверхтвердых нано композитных пленок и покрытий с их уникальными прочностными свойствами является одним из важных направлений развития нано технологий и получения новых материалов.

Это связано с новыми возможностями целенаправленного формирования комплекса их физических свойств. Изменением фазового состава и структуры достигаются уникальные прочностные свойства, высокие вязкость разрушения, адгезия.

Современными исследованиями физиков [1] доказано существование трех фаз электрического разряда в вакууме. Первая — пробой, вторая — искра, и окончательная — дуга. В стадии искры и происходит взрывная электронная эмиссия, т.к. в этой стадии между катодной плазмой и анодом течет ток, который оказался электронным.

Взрывная электронная эмиссия – это единственный вид электронной эмиссии, позволяющий получить потоки электронов мощностью до 10^{13} Вт с плотностью тока до 10^9 А/см². Ток взрывной электронной эмиссии необычен по структуре. Он состоит из отдельных порций электронов 10^{11} , 10^{12} штук, имеющих характер электронных лавин, получивших название эктонов. Время образования лавин 10^{-9} , 10^{-8} с [2].

В электрическом разряде могут быть получены высокие давления и температуры необходимые для синтеза различных веществ. Ударные волны широко используются для получения вещества при высоких давлениях и температурах [3,4].

В веществе при высоких значениях давления сжатия протекают фазовые переходы и химические реакции, синтезируются новые материалы с уникальными физико-химическими свойствами. Для получения таких материалов могут быть использованы схемы обработки «по слою порошка» или электродом заданного химического состава.

Пропускание электрического тока через контакт сопровождается выделением тепла.

Для получения ударных волн и реализации ранее указанных процессов в пространстве между поверхностями в электрическом контакте и синтеза

вещества необходимо управление параметрами пропускаемого электрического тока [3].

Разработана экспериментальная установка для обработки материалов импульсным электрическим током с компьютерным управлением процессом.

Целью работы является повышение надежности управления импульсным режимом работы установки.

Задачами являются

- разработка схемы управления с применением персонального компьютера;
- разработка программного обеспечения персонального компьютера для обеспечения режима работы установки.

Разработана и изготовлена экспериментальная установка для электрофизической обработки материалов. Экспериментальная установка предназначена для осуществления синтеза вещества в импульсном электрическом разряде в режиме одиночного импульса или нанесения покрытия на металлическую поверхность из электрода или по слою порошка.

Экспериментальным путем получена вольтамперная характеристика, которая в доступном рабочем диапазоне от 5 до 80В имеет вид $I=5U$, где I – амплитудное значение импульсного тока, U – напряжение на нагрузке.

В состав установки входят следующие составные части:

- Блок микроконтроллера, который содержит микроконтроллер, жидкокристаллический индикатор, клавиатуру, и блок питания электроники.
- Блок транзисторного ключа состоит из оптронной развязки, драйвера ключа, и самого транзисторного ключа.
 - электронно-вычислительная машина
 - датчик тока;
 - датчик напряжения предназначены для снятия параметров с контакта «электрод – заготовка» и передачи их в электронно-вычислительную машину; аналогово-цифровой преобразователь обеспечивает получение цифровых сигналов.

Для повышения надежности управления импульсным режимом работы в схеме управления установки применен персональный компьютера. Разработано программное обеспечение персонального компьютера.

- Литература:**
1. http://ros-nauka.ucoz.ru/publ/otkrytija/vzryvnaja_ehlektronnaja_ehmissija/8-1-0-79 Текст доклада академика РАН, директора Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) Г.А. Месяца на тему "Взрывная электронная эмиссия: Порционная концепция электрической дуги", на Президиуме РАН 15 октября 2013 года.
 2. http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%DD%EB%E5%EA%F2%F0%EE%F1%F2%E0%F2%E8%EA%E0.%20%CF%EE%F1%F2%EE%FF%ED%ED%FB%E9%20%D2%EE%EA/06-1.htm
 3. Физика высоких плотностей энергий / Под ред. П. Калдирыла, Г. Кнопфеля. М.: Мир, 1974.
 4. Ударные волны и экстремальные состояния вещества / Под ред. В.Е. Фортова, Л.В. Альтшулера, Р.Ф. Трунина, А.И. Фунтикова. М.: Наука, 2000.

АДЕКВАТНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ МОДЕЛЕЙ ПОВТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУЖКИ С ИНСТРУМЕНТОМ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ПРОФИЛЬНЫХ ПАЗОВ

Нечепаяев В.Г., Мышов М.С., Яценко А.В.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

На основе математического аппарата базовых разделов механики упругих деформированных систем разработаны математические модели деформирования стружки при повторном её взаимодействии с режущим инструментом в процессе фрезерования профильных пазов. Модели ориентированы на установление силы повторного взаимодействия режущего инструмента с элементом стружки. Данная сила определяет деформацию режущего инструмента, которая, в свою очередь, обуславливает погрешность обработки профильных пазов.

Проверка гипотезы об адекватности модели производилась с использованием F -критерия Фишера. Модель считается адекватной в случае выполнения условия

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{\text{вос}}^2} \leq F(\alpha, f_{ad}; f_{\text{вос}}),$$

где $F(\alpha, f_{ad}, f_m)$ - критерий Фишера при заданном уровне значимости α ; f_{ad} - число степеней свободы S_{ad}^2 ; $f_{\text{вос}}$ - число степеней свободы $S_{\text{вос}}^2$.

Аппроксимация полученных экспериментальных данных осуществлялась с целью визуальной оценки соответствия характера зависимостей исследуемого параметра P (силы, деформирующей оболочку) от параметров δ (толщины оболочки) и D (внешний диаметр оболочки), полученных теоретически и экспериментально. Аппроксимация выполнялась методом полиномиальной регрессии.

Оценка погрешности моделирования осуществлялась путем вычисления абсолютной и относительной погрешностей рассогласования теоретической кривой и экспериментально полученными данными.

В результате сравнительного анализа полученных экспериментальных данных и соответствующих теоретических оценок установлено:

- экспериментально полученные зависимости изменения силы деформирования оболочки в исследуемом диапазоне изменения параметров являются нелинейными функциями толщины оболочки. Такой характер изменения силы качественно соответствует результатам модельного эксперимента;

- модели деформирования стружки при повторном её взаимодействии с режущим инструментом в процессе фрезерования профильных пазов отвечают требованиям адекватности по F -критерию Фишера при 5% уровне значимости как для сосредоточенного, так и для распределённого нагружений элемента стружки;

- средняя погрешность моделей составляет 12.1...23.4%. При этом наибольшая погрешность наблюдается при наибольшем значении внешнего диаметра оболочки $D=9$ мм (диаметр фрезы $D_{\phi}=60$ мм) для сосредоточенной схемы нагружения. Среднее значение погрешности для схемы сосредоточенного нагружения элемента стружки составляет 18.5%, а для схемы распределённого нагружения – 13.6%. Средневзвешенное значение погрешности для обеих схем нагружения составляет 16.1%;

- уровень адекватности и погрешности разработанных моделей процесса повторного взаимодействия режущего элемента с отделённой стружкой при фрезеровании профильных пазов с учётом их особенностей (аналитический характер; универсальный характер - отсутствие ограничений по изменению экспериментальных параметров для всего возможного диапазона профильных фрез, регламентированных соответствующими стандартами; и отсутствие поправочных экспериментальных коэффициентов) является достаточным для решения поставленных задач.

РОЗРАХУНОК ПРОФІЛЮ ПЕРЕДНЬОЇ ПЛОЩИНИ РІЗЦЯ З ПЕРЕДНІМ КУТОМ ВІДМІННИМ ВІД НУЛЯ ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗЬБ НА ТРУБАХ НАФТОВОГО СОРТАМЕНТУ

Онисько О. Р.

(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, Україна)

Визначення точного профілю різальної кромки посідає чільне місце у проектуванні різбового інструменту. Особливо гостро постає питання точності різальної частини інструменту призначеного для виготовлення різбових кінців труб нафтогазового сортаменту. На рисунку 1 відображено схему трикутної різьби згідно зі стандартом [1].

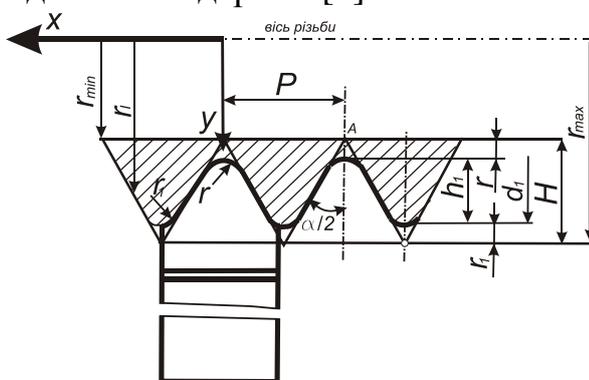


Рис. 1. Схема різьби за ГОСТ 632–80.

На нинішній день більшість відомих виробників застосовують для виготовлення різьб у трубах нафтового сортаменту використовують різьбонарізні різці.

Точність профілю різальної частини різьбонарізних різців розглядається у контексті наявності ненульового значення переднього кута [2]. Такий кут спричиняє відхилення від теоретичного профілю у поперечному напрямку і визначається за формулою:

$$\Delta_i = \frac{r^2 \cdot \sin^2 \gamma}{r_i + \sqrt{r_i^2 - r^2 \cdot \sin^2 \gamma}}, \quad (1)$$

де r — найменший радіус різьби (у подальшому r_{min}), мм;

r_i — радіус точки x_i , мм

γ — передній кут різця, рад;

За цією формулою розраховують відхилення Δ_A і $\Delta_{A'}$, які вказують на межі відкоректованої прямолінійної ділянки різальної кромки, а також $\Delta_{B_1'}$, яка вказує на відкоректоване, тобто нове місце розміщення точки спряження

прямолінійної та криволінійних ділянок різальної кромки.

Отримані формули дають можливість отримати координати точок прямолінійної і радіусної ділянок профілю різальної кромки різця із вказаним нахилом передньої площини виконаної під кутом γ , призначеного для виготовлення різьби за стандартом [1].

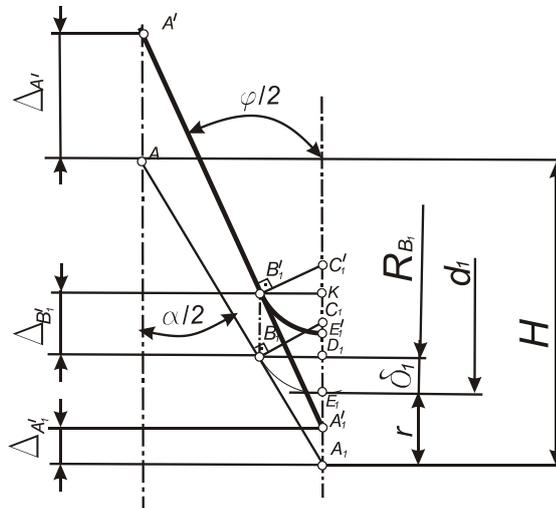


Рис. 2. Схема для розрахунку координати точки спряження на профілю різьбового різця

Криволінійна частина профілю визначається як радіусна, а отже фактично разом із прямолінійною ділянкою є максимально прийнятна для технології її відтворення на верстатах з ЧПК.

Представлені формули можуть слугувати теоретичним підґрунтям для реалізації автоматизованої програми розрахунку профіля різальної кромки різьбового різця з довільним значенням переднього кута, за стандартом трикутних різьб різного діаметру труб нафтового сортаменту.

Література: 1. ГОСТ 632–80. Межгосударственный стандарт. Трубы обсадные и муфты к ним [Текст]. Разработан и внесен Министерством черной металлургии СССР, нефтяной промышленности СССР. Утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 05.06.80 № 2578. Взамен ГОСТ 632–64. Издание (апрель 2010 г.) с Изменением № 1, №2, №3, №4 утвержденными в октябре 1982 г., январе 1986 г., январе 1988 г., мае 1989 г. июле 1992 г. (ИУС 2-83, 5-86, 4-88,8-89); М.: «Стандартинформ», 2010. — 75с. 2. Онисько О. Р. Програмна реалізація розрахунку форми різальної кромки різьбового різця залежно від значення величини його переднього кута та діаметр різьби [Текст] / О. Р. Онисько, Л. О. Борушак, С. О. Рязанов // Вісник національного університету «Львівська політехніка». –2013.–№772.– С.129–134.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО РЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Ступницький В.В.
(НУ «ЛП», г. Львов, Украина)

Для усовершенствования известных систем подготовки автоматизированного производства разработана новая концепция компьютеризированных программных продуктов - CAD/CAE/CAPP/CAM на основе их дополнения автоматизированной системой формообразования поверхностей деталей (CAF-системой), которая улучшает методологию функционально – ориентированного технологического проектирования методом параллельного инжиниринга. В основу этой системы положена интеграция отдельных компонентов ICAM на основе рекуррентных связей между ними в единых унифицированных форматах и прототипах репозитория данных. Базовыми программными продуктами в разработанной CAF системе являются многоцелевые программные комплексы, реализуемые методами конечных элементов (DEFORM - 3D, AdvantEdge ABAQUS, LS - DYNA). На основе заложенных в них возможностей для решения трехмерных динамических нелинейных задач механики деформируемого твердого тела в CAF системе реализованы имитационные реологические модели основных технологических методов обработки поверхности резанием.

Кинематика структурной модели соответствует определенному методу обработки и осуществляется с соответствующими рабочими режимами - скоростью резания, глубиной и подачей. В системе используются аналитические модули и приложения, описывающие влияние структуры и параметров процесса резания на закономерности формирования параметров точности, термдеформационных, микрогеометрических, структурных и фазовых параметров обрабатываемых поверхностей на основные квалиметрические показатели поверхности.

Результаты моделирования дают полную информацию о внутреннем трении, вязкости, адгезии на поверхностях контакта, интенсивность сдвига, формализует влияние кинематики, рабочих режимов и геометрических параметров режущего клина инструмента на макро - и микрогеометрическое отклонения обрабатываемой поверхности, статические и динамические параметры термических, деформационных, силовых процессов во время резания.

Полученная в результате имитационного моделирования обработки резанием информация составляет основу для прогностической оценки качества поверхности, анализа и оптимизации технологического процесса с учетом необходимой из условий ее эксплуатации структуры, степени упрочнения, шероховатости, формы и размеров остаточных следов инструментов и регулярного микрорельефа, размерной точности, знака и глубины распространения остаточных напряжений, регламентирующих данные поверхности в сопряжении при функционировании детали в составе машины или механизма.

ЗМІСТ

<i>Абхари П.Б., Гончарук К.В., Паращенко Л.К.</i> Моделирование комбинированного выдавливания в разъемных матрицах.....	9
<i>Абхари П.Б., Еремина А.А., Кучма А.С.</i> Кинематические варианты в закрытой штамповке деталей с фланцем.....	11
<i>Алиев И.С., Абхари П.Б., Еремина А.А.</i> Моделирование кинематических вариантов бокового выдавливания деталей с отрезками.....	12
<i>Алиев И.С., Жбанков Я.Г., Таган Л.В., Швеиц А.А.</i> Классификация факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние заготовки.....	14
<i>Алиева Л.И., Гончарук К.В., Быкова Л.В., Гнездилов П.В.</i> Оценка влияния формы очага деформации при комбинированном выдавливании.....	15
<i>Алиева Л.И., Деревенько И.А., Гончарук К.В., Шкира А.В.</i> Оценка ресурса пластичности при комбинированном радиально-продольном выдавливании.....	17
<i>Антоненко Я.С.</i> Повышение точности обработки крупногабаритных нежестких деталей за счет адаптивного управления формообразующими движениями станков.....	19
<i>Антоненко Я.С., Ковалев В.Д., Любович И.В., Попов А.А.</i> Анализ факторов влияния различных видов погрешностей на точность при обработке на тяжелых токарных станках.....	20
<i>Бесарабець Ю.Й., Адаменко Ю.І.</i> Комбіновані інструменти для обробки отворів у полімерних композиційних матеріалів.....	21
<i>Булах І.О., Глоба О.В.</i> Обробка отворів у нахилених поверхнях ПКМ.....	22
<i>Васильченко Я.В., Сукова Т.О., Григор'єв В.К.</i> Підвищення ефективності важкого металорізального обладнання на основі визначення його раціональних технічних та конструктивних параметрів.....	23
<i>Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Кирєєва А.Є.</i> Розробка технологій модифікації інструментальних матеріалів для важкого машинобудування, оптимізованих за параметрами міцності і працездатності.....	24
<i>Вовк В.В.</i> Загрузка режущей части сферических концевых фрез.....	25

<i>Гах В.М., Бойко А.О.</i> Оптимизация конструкции сборной дисковой трехсторонней фрезы для фрезерования на фрезерных станках.....	26
<i>Гах В.М., Подофей М.С.</i> Оптимизация конструкции сборной торцевой фрезы для чернового фрезерования на крупных фрезерных станках.....	27
<i>Герасимчук О.М.</i> Торцьові фасоні фрези із задньою поверхнею обертання	28
<i>Гречук А.І., Глоба О.В.</i> Визначення температурного поля в зоні різання при свердлінні ПКМ.....	29
<i>Гузенко В.С., Власов А.М., Гриненко К.С.</i> Исследование качества режущих пластин с различными формами стружкоделительных канавок с целью оптимизации их конструктивных параметров и производительности фрезерования.....	30
<i>Джулій Д.Ю., Майборода В.С., Еттер Т.</i> Формування радіусу округлення різальних кромки на зубонарізних зубках методом магнітно-абразивного оброблення.....	31
<i>Дорохов Н.Ю., Абакумов Д.С.</i> Обоснование параметров противоугонных устройств порталных кранов и методы повышения их эффективности.	32
<i>Дорохов Н.Ю., Воронина А.В.</i> Особенности создания математических моделей однобалочных кранов.....	33
<i>Дорохов Н.Ю., Каневский Д.С.</i> Перспективы применения динамических гасителей на литейных кранах.....	34
<i>Дорохов Н.Ю., Швачунов А.С.</i> Перспективы применения сдвоенного фрикционного полиспаста в специальных кранах.....	35
<i>Єрмакова С.О.</i> Стійкість кранів у надзвичайних умовах експлуатації....	36
<i>Жбанков Я.Г., Амелин С.А.</i> Исследование процесса осадки заготовки на вогнутую бочку разгонкой узким бойком.....	37
<i>Иванов И.Н., Горголюк И.В.</i> Интенсификация процесса сверления глубоких отверстий путем наложения вибраций на инструмент.....	39
<i>Иванов И.Н., Нестеренко В.М.</i> Магнитно-абразивное полирование режущих инструментов.....	40

<i>Ивченко Т.Г., Брадулов П.Р.</i> Оценка возможностей повышения износостойкости деталей за счет снижения остаточных напряжений при совместной обработке точением и обкатыванием.....	42
<i>Ивченко Т.Г., Юдицкая М.А.</i> Аналитический расчет оптимальных по производительности режимов резания при сверлении.....	43
<i>Ивченко Т.Г., Петряева І.О., Король К.О.</i> Особливості визначення температури різання під час токарної обробки фасонних поверхонь.....	44
<i>Калиниченко В.В.</i> Прогрессивные свойства наноструктурированных боридных слоев износостойких покрытий.....	45
<i>Калиниченко В.В., Щусь Д.В.</i> Перспективы повышения стойкости твердосплавного режущего инструмента за счет нанесения износостойких покрытий с боридными слоями.....	46
<i>Клименко Г.П., Зубенко В.П.</i> Повышение долговечности печи скоростного нагрева заготовок прокатных валов.....	47
<i>Клименко Г.П., Макаренко Е.А</i> Исследование надежности тяжелых мостовых кранов.....	48
<i>Клименко Г.П., Яворовская Я.И.</i> Совершенствование конструкции инструмента для глубокого сверления.....	49
<i>Клименко С.Ан., Манохін А.С., Клименко С. А.</i> Температура різання при точінні загартованої сталі шх15 інструментом, оснащеним пнтм із захисним покриттями з аморфного нітриду бору VN _{ам}	50
<i>Клочко О.О., Годзула І.Г.</i> Дослідження впливу точностних параметрів зубчатих коліс вертикально-фрезерних обробних центрів на їх динамічну стійкість.....	51
<i>Клочко О.О., Кошелева А.Д.</i> Дослідження некратності зачеплення зубчатих передач високошвидкісних вертикально-фрезерних обробних центрів..	52
<i>Клочко О.О., Чмир В.О.</i> Підвищення надійності зубчатих передач важких токарних верстатів шляхом моделювання процесу формоутворення стану поверхневого шару зубчатих коліс.....	53

<i>Ковалев В.Д., Березовская И.К.</i> Реализация законов управления режимами обработки на тяжелом токарном станке посредством PLC модулей.....	54
<i>Ковалев В.Д., Лобов А.В.</i> Модульный принцип усовершенствования тяжелых многооперационных станков.....	55
<i>Ковальов В.Д., Попов А.А.</i> Разработка и исследование шпиндельных узлов тяжелых токарных станков.....	56
<i>Ковалев В.Д., Любович И.В.</i> Разработка гидростатических опорных узлов для суппортов токарных станков.....	57
<i>Ковалев В.Д., Саенко М.А.</i> Разработка системы адаптивного управления для многоцелевого тяжелого станка.....	58
<i>Крупко І.В., Вороненко В.М.</i> Основні напрямки підвищення працездатності гусеничних передач землерийних та гірничих машин.....	59
<i>Кушик В. Г., Олійник В. Г.</i> Конструкторське забезпечення якості обробки деталей на токарних верстатах-автоматах.....	60
<i>Лашина Ю.В., Овчаренко А.И.</i> Разработка базы данных для автоматизированного проектирования конструкций отливок.....	61
<i>Маркова М.А., Недодай Р.С., Шарун А.О., Чуева К.Л.</i> Схемы ковки крупных поковок с интенсивными пластическими деформациями.....	62
<i>Мельникова Е.П., Быков В.В., Боднар С.В.</i> Оценка динамической стойкости станка к автоколебаниям при обработке тормозных дисков автомобилей.....	63
<i>Миранцов С.Л., Ковалев Д.Г.</i> Разработка структурной компьютерной динамической модели технологической системы тяжелого карусельного станка.....	64
<i>Мироненко Е.В., Васильева Л.В.</i> Постановка задачи оптимизации режимов резания с учетом стохастических параметров-признаков	65
<i>Мироненко Е.В., Ковалёв Д.Г.</i> Повышение эффективности резцовых блоков на тяжелых карусельных станках.....	66

<i>Мироненко Є.В., Неупокоев О.В.</i> Дослідження й удосконалення конструкцій кільцевих свердел з механічним кріпленням ріжучих пластин	67
<i>Пуховський Є.С., Мельник Н.О., Кореньков В.М.</i> Вирішення питання керування подачею в процесі фрезерування.....	67
<i>Разумович О.О.</i> Влияние природы связующего шихты порошковой проволоки сложной конструкции на сварочно-технологические свойства	68
<i>Ставицкий В.О., Субботин О.В.</i> Особенности обработки композиционных материалов на металлорежущих станках.....	69
<i>Струтинський В.Б., Дем'яненко А.С.</i> Експериментальне дослідження точності позиціонування інструмента верстата паралельної кінематики....	70
<i>Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я.</i> Застосування теорії нечітких множин для математичного моделювання задач динаміки багатокординатних верстатів.....	71
<i>Струтинський С.В.</i> Підвищення точності просторової системи приводів використанням шестикординатного пристрою мікропереміщень.....	72
<i>Ткачук І.В., Майборода В.С.</i> Формування магнітно-абразивного інструменту на установках з кільцевим розташуванням робочої зони.....	73
<i>Хорошайло В.В.</i> Исследование напряженно деформированного состояния расточных резцов с корректирующей инструментальной оснасткой.....	74
<i>Чепель Ю.А.</i> Особенности изготовления многослойных материалов для электроконтактной наплавки.....	75
<i>Юхимчук В.М., Пасічник В.А.</i> Оцінка впливу інструментального забезпечення на собівартість оброблення виробу.....	76
<i>Алиев И. С., Жбанков Я. Г., Таган Л. В.</i> Исследование деформированного состоянияЗаготовки при протяжке бойками со скосом.....	77
<i>Боримский А. И., Петруша И. А., Осипов А. С., Бушля В. Н., Мельничук Ю. А., Боримский И. А.</i> Физико-механические свойства и работоспособность инструмента из композитов на основе микропорошков сBN, армированных вискерами карбида кремния.....	79

<i>Гусев В.В., Калафатова Л.П., Олейник С.Ю.</i> Проблема уменьшения амплитуды колебаний в технологической системе при шлифовании тонкостенных оболочек из ситаллов.....	80
<i>Жартовский А.В. Деживецкий В.В, Ковган А.Г.</i> Экспериментальная установка для электрофизической обработки материалов.....	81
<i>Неченаев В.Г., Мышов М.С., Яценко А.В.</i> Адекватность и погрешность моделей повторного взаимодействия стружки с инструментом при фрезеровании профильных пазов.....	83
<i>Онисько О. Р.</i> Розрахунок профілю передньої площини різця з переднім кутом відмінним від нуля для нарізання різьб на трубах нафтового сортаменту.....	84
<i>Ступницький В.В.</i> Система автоматизированного формообразования деталей на основе имитационного реологического моделирования процесса резания.....	86

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ ПОДАТОК

Scientific publication

**HEAVY ENGINEERING.
PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

MATERIALS
of the XII International
scientific and technical conference

Recommended for publication by the Scientific Council of DSEA,
minutes №04-13/5 dated May 27, 2013

Signed print 29.05.2013 Conv.-printed sheets 5,25. Circulation of 100 copies	Paper size 60×84 1/16. Accont.-publ. sheets 6. Order №44
--	--

Publisher and manufacturer
"Donbas state engineering academy"
Ukraine, 84313, Kramatorsk, Shkadinova str., 72
Certificate of registration of the subject of publishing activities in the State Register
ДК №1633 dated 24.12.2003

Наукове видання

ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

**МАТЕРІАЛИ
XII Міжнародної
науково-технічної конференції**

Рекомендовано до друку вченою радою ДДМА,
протокол №04-13/5 від 27.05.2013

Підп. до друку 29.05.2012 Ум. друк. арк. 5,25. Тираж 100 прим.	Формат 60×84 ^{1/16} . Обл.-вид. арк. 6. Зам. №44
--	---

Видавець і виготівник
"Донбаська державна машинобудівна академія"
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК №1633 від 24.12.2003