

Министерство образования Российской Федерации
Ульяновский государственный технический университет

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
XXXV НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(29 января -4 февраля 2001 года)

Часть первая

УЛЬЯНОВСК 2001

В докладах на научно-технической конференции представлены результаты госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских работ, выполненных сотрудниками Ульяновского государственного технического университета в 2000 году. Во время работы XXXV НТК состоялись 609 докладов. В сборник включены тезисы докладов, рекомендованные к опубликованию.

В первую часть сборника вошли тезисы докладов, сделанных во время работы следующих секций:

Секция машиностроения, станкостроения и безотходных технологий.

Секция энергетики, электротехники и энергетического машиностроения.

УДК 621.923. 4

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК

А.Ш. Хусаинов, С.З. Ширгин

Качество поверхностного слоя детали, в решающей степени определяющее её эксплуатационные характеристики, формируется на заключительных этапах технологического процесса, как правило, на шлифовальных операциях. Однако шлифование – наиболее теплонапряжённый вид механической обработки. Поэтому прогнозирование теплового состояния заготовки при шлифовании путём моделирования тепловых процессов является весьма актуальной задачей. Адекватность моделирования зависит не только от математического аппарата, заложенного в модель, но и от качества исходных данных, используемых при расчёте. Наибольшие трудности исследователи испытывают при задании плотности тепловых потоков и их распределения по поверхностям заготовки. Это связано с тем, что до сих пор отсутствовали методы и средства, позволяющие определить градиент температур на обрабатываемой поверхности, необходимый для расчета плотности теплового потока, а учесть влияние различий в условиях и схемах встречного и попутного шлифования никто даже и не пытался.

Авторами разработана оригинальная методика экспериментального определения градиента температур при плоском шлифовании металлических заготовок с помощью полуискусственной термодпары, основанная на гипотезе о том, что глубина поверхностного слоя заготовки, к которой относится измеренная температура, определяется толщиной термоэлектрода в направлении вектора скорости заготовки (вектора перемещения теплового источника). Это объясняется тем, что под действием высоких динамических нагрузок в зоне шлифования хрупкая диэлектрическая прокладка (слюда) разрушается и удаляется из верхнего слоя заготовки на глубину, соизмеримую с толщиной термоэлектрода. В свою очередь, термоэлектрод, выполненный из вязкого никелевого сплава (хромель, копель), под действием силы резания деформируется и спаивается с металлом заготовки.

Заложив два или три термоэлектрода различной толщины (в направлении вектора скорости заготовки) в один стык разрезной заготовки, появляется возможность измерить температуры на соответствующих глубинах в поверхностном слое заготовки и по ним вычислить плотность теплового потока.

УДК 621.767(075.8)

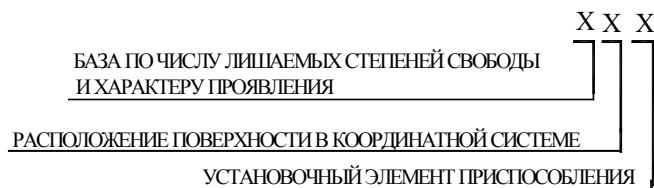
КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОГРЕШНОСТИ НЕСОВМЕЩЕНИЯ БАЗ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

А.Е. Корунков, М.А. Белов

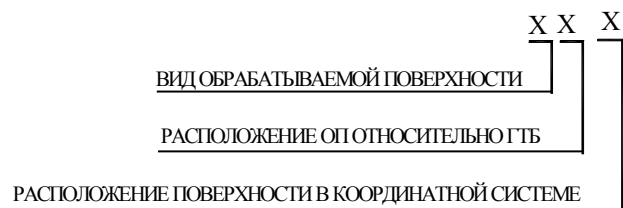
С целью разработки методики автоматизированного расчета погрешностей несовмещения баз был разработан классификационный код. Данный код состоит из 15 позиций:



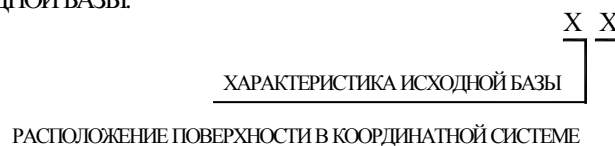
ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКТА ТБ ВКЛЮЧАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ПОЗИЦИИ:



ВИД ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОПИСЫВАЕТСЯ ПОЗИЦИЯМИ:



ВИД ИСХОДНОЙ БАЗЫ:



Выбор того или иного классификационного признака для каждой позиции осуществляется по специально разработанным таблицам.

Данный классификационный код дает системное представление о формировании ПНБ на технологических операциях механической обработки применительно к различным вариантам базирования, типам обрабатываемых поверхностей, относительному расположению ТБ заготовки и исходной базы выдерживаемого размера, а также положению обрабатываемой поверхности относительно главной ТБ, и позволяет найти зависимость для расчета ПНБ по линейным и угловым размерам, выдерживаемых на технологических операциях механической обработки заготовок корпусных деталей, с использованием различных комплектов ТБ.

УДК 621.923. 4

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИКИ ШЛИФОВАНИЯ КЛИНОВИДНЫХ ЗАГОТОВОК

А.Ш. Хусаинов, Т.В. Ладышкина

Как известно, процесс шлифования сопровождается интенсивным теплообразованием, оказывающим существенное влияние на качество

поверхностного слоя и эксплуатационные свойства деталей. При шлифовании одной из поверхностей клиновидной заготовки теплоотвод от поверхностного слоя материала, расположенного в непосредственной близости к ребру клина, затрудняется. Это объясняется тем, что тепловой поток, проходя через поверхностный слой обрабатываемой заготовки, встречает преграду в виде плохо охлаждаемой поверхности. Теплоотвод с необрабатываемой поверхности затрудняется вследствие низкой теплопроводности окружающей среды: теплопроводность воздуха на 4, а водной охлаждающей жидкости на 2 порядка ниже теплопроводности металла. Накопление тепла в области, прилегающей к ребру клина, может привести к браку детали. К числу таких изделий можно отнести лезвийные режущие инструменты, штампы, крепёжные (резьбовые) и фасонные детали.

В качестве решения задачи для клина с углом, меньшим 90° , предлагается снижать мощность теплового источника во столько раз, во сколько раз уровень температур на ребре клина превышает уровень температур вдали от ребра. Снижение мощности теплового источника с целью обеспечения бездефектного шлифования достигается за счёт снижения производительности обработки, что крайне нежелательно, и, в некоторых случаях, применением прерывистых кругов, также не лишённых недостатков.

Собственные эксперименты показали, что плохой теплоотвод с близкорасположенной необрабатываемой поверхности существенно снижают качество поверхностного слоя детали (микротвёрдость падает почти в два раза) как при угле 45° , так и при угле 90° , на любой скорости заготовки.

Для бездефектного высокопроизводительного шлифования клиновидных заготовок следует создать такие условия на необрабатываемой грани, при которых тепловой поток на своём пути от обрабатываемой поверхности вглубь заготовки мог бы беспрепятственно проходить через необрабатываемую грань и далее отводиться в окружающую среду.

УДК 621.922.025:621.923.1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТОРЦОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Н.И. Веткасов, В.А. Щепочкин, Р.М. Каюмов

Как известно, процесс шлифования торцом шлифовального круга характеризуется относительно высокой теплонапряжённостью, так как длина дуги контакта круга и заготовки может достигать до 30 мм и более, а наличие сплошной рабочей поверхности у стандартных кругов приводит к быстрому засаливанию последней отходами шлифования, что в свою очередь является причиной дальнейшего увеличения контактной температуры. Применение прерывистых шлифовальных кругов (ПШК) позволяет уменьшить теплонапряжённость торцового шлифования. Однако при их применении повышается расход шлифовального круга вследствие ударного воздействия режущих выступов ПШК на обрабатываемую поверхность заготовки, которое может приводить к выкрашиванию твёрдого сплава при его заточке, или появлению зазубрин и заусенца при заточке инструментальных сталей. Композиционные шлифовальные круги (КШК) при правильном подборе состава твёрдого смазочного материала (ТСМ), закладываемого в их конструктивные элементы, значительно улучшают качество обработанных деталей, что

особенно важно при заточке инструмента, так как увеличивается его период стойкости на операциях механической обработки резанием.

На кафедре “Технология машиностроения” разработаны новые конструкции торцовых КШК с различным исполнением конструктивных элементов круга [1, 2].

Пазы и прорези, в зависимости от местоположения на рабочем торце круга, выполнены в радиальном направлении в форме равнобокой трапеции и усеченной гиперболы, что позволяет обеспечить постоянное отношение длины рабочей поверхности смазочного элемента (СЭ) к длине режущего выступа на различном удалении от оси вращения круга. Такое исполнение конструктивных элементов практически полностью устраняет возможность выпадения СЭ при вращении круга с рабочей окружной скоростью. Выполнение пазов в поперечном сечении в форме равнобокой трапеции с расположением ее основания со стороны рабочего торца позволяет легко извлекать шлифовальный круг из прессформы после его формования. Наличие прямолинейных радиальных пазов, в случае шлифования таким кругом заготовок с применением смазочно – охлаждающей жидкости, подаваемой через его центральное отверстие и проходящей через пазы, позволяет усилить моющее и охлаждающее действия в зоне обработки, что в совокупности со смазочным действием, реализуемым СЭ, способствует значительному повышению стойкости круга и качества шлифованных деталей.

Таким образом, разработанные конструкции КШК позволяют устранять известные недостатки операций торцового шлифования и заточки РИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положительное решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 9912301 / Л.В. Худобин, Н.И. Веткасов, С.М. Михайлин, В.А. Щепочкин
2. Свидетельство на полезную модель № 15315, Россия. МКП 7B24D7/10. Торцовый шлифовальный круг / Л.В. Худобин, Н.И. Веткасов, С.М. Михайлин, В.А. Щепочкин. 2000. Бюл. № 28.

УДК 621.922.025:621.923.1

РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ СБОРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ **Н.И.Веткасов, Д.А.Курушин**

Безопасность операций шлифования сборными композиционными шлифовальными кругами (композиционными СШК) в значительной степени зависит от прочности кругов, которая определяется прочностью абразивных сегментов (АС). Наиболее широкой областью применения обладают сборные круги, крепление АС в которых осуществляется по осевым приливам. Рассмотрим АС такой конструкции при его креплении в корпусе композиционного СШК.

Прочность АС определяется напряжениями растяжения от действия центробежных сил Q_{p1} и Q_c и напряжениями изгиба от реакции N корпуса композиционного СШК на крепёжную часть.

По зависимостям (1) – (2) в программе “Microsoft Excel 97” выполнены расчеты напряжений растяжения σ_p и изгиба $\sigma_{и}$ при различных значениях параметров композиционного СШК.

$$\sigma_p = \frac{Q_{p1} + Q_c}{F_p}, \quad (1)$$

где Q_{p1} и Q_c – центробежные силы от АС и СЭ соответственно, Н;

F_p – площадь поперечного сечения сегмента, м.

$$\sigma_{и} = \frac{N \cdot h}{W}, \quad (2)$$

где N – изгибающая сила, действующая на осевой прилив сегмента, Н; h – плечо силы N , м; W – момент сопротивления сечения.

В качестве примера рассмотрены композиционные СШК следующих типоразмеров: 1 – 150×25×76, 1 – 250×25×76, 1 – 300×25×76 (число абразивных сегментов $z_c = 4 - 12$; плотность материала АС $\rho_k = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$, плотность применяемых ТСМ $\rho_c = 0-2,5 \cdot 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$). Параметр ν , определяющий соотношение длин режущей и нережущей частей круга, принимали равным 0,5 – 1,0. Окружной скоростью композиционного СШК V_k варьировали в пределах от 35 до 120 м×с⁻¹.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее мощным резервом повышения прочности композиционных СШК является рациональный подбор числа абразивных сегментов и параметра ν , так как в этом случае можно достичь значительного снижения σ_p .

При увеличении z_c с 4 до 12, σ_p возрастают в 3 раза, $\sigma_{и}$ при этом уменьшаются в 3 раза. При изменении параметра ν с 0,5 до 1 σ_p возрастают в 2,3 раза.

УДК 621. 922. 079 (088.8)

ВЛИЯНИЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДАЧИ ЗАГОТОВОК НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ

Ю. В. Псигин, А. И. Армер, В. В. Бибкин

Применение устройств для микроподачи заготовок (УМЗ) на операциях плоского шлифования вносит свои особенности в процесс обработки. Так как обработка производится с непрерывной врезной подачей с постоянной скоростью V_{II} , то глубина шлифования t при каждом рабочем ходе стола постепенно возрастает.

С обрабатываемой заготовки за каждый рабочий ход снимается не прямоугольный, а трапецеидальный слой материала. В промежутке времени между моментами снятия напряжения и подачи на тепловой элемент охлаждающей жидкости изменение длины теплового элемента прекращается что дает возможность обеспечения параллельности обрабатываемой поверхности заготовки к ее основанию.

Как правило, по величине контактной температуры T_K судят о появлении шлифовочных дефектов (в частности, о прижогах), возникающих вследствие интенсивных режимов, обеспечивающих повышение производительности операции плоского шлифования.

Экспериментально исследовали характер изменения контактной температуры T_K при двух способах осуществления врезной подачи $S_t = 0,002$ мм/дв. ход – механизмом станка и при $S_t \approx 0,002$ мм/дв. ход – УМЗ. Шлифовали заготовки из стали Р6М5, HRC 60...62 со встроенными полусинтетическими термодатчиками на плоскошлифовальном станке мод. 3Е711ВФ2. Скоростью продольной подачи заготовки V_3 варьировали – 8, 12 и 16 м/мин. Установлено, что средняя контактная температура T_K практически не зависит от скорости заготовки V_3 . Средняя контактная температура T_K при шлифовании с закреплением заготовки на магнитной плите станка несколько (до 10 %) превышает T_K при шлифовании с использованием УМЗ. Это можно объяснить тем, что снимаемый с закрепленной на УМЗ заготовки припуск распределен равномерно на встречный и попутный ход стола станка, вследствие чего средний припуск, снимаемый за один ход, приблизительно в 2 раза меньше припуска (глубины шлифования t), снимаемого за двойной ход с заготовки, установленной на магнитной плите станка. Исследования температур при врезной подаче механизмом станка показали похожие результаты.

Таким образом, экспериментальные исследования контактных температур при плоском шлифовании свидетельствуют о работоспособности и преимуществах устройства для микроподачи заготовок.

УДК 621. 922.079 (088.8)

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОТЫ МИКРОПРОФИЛЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ С МИКРОПОДАЧЕЙ ЗАГОТОВОК

А. И. Армер

Как известно, шероховатость шлифованной поверхности детали или заготовки во многом определяется переносом "геометрии" рабочего профиля шлифовального круга на обрабатываемую поверхность. Однако, не последнюю роль в этом процессе играют режимные параметры, влияющие, наряду с другими факторами, на уровень колебаний в технологической системе (ТС) и ухудшающие в конечном итоге качество обработанных поверхностей. Одним из радикальных средств снижения колебаний в ТС является исключение из работы на завершающем этапе тяжелых, инерционных узлов и деталей шлифовальных станков. Это решение может быть реализовано путем встраивания в ТС устройств для микроподачи заготовок (УМЗ), обеспечивающих высокоточную подачу заготовки.

Экспериментально исследовали процесс плоского маятникового шлифования с использованием УМЗ. Шлифовали заготовки из сталей 45, HRC 35...40 и Р6М5, HRC 60...62 на плоскошлифовальном станке 3Е711ВФ2. Окружная скорость шлифовального круга 1 250×76×40 24А25НСМ 17К5 составляла 35 м/с; врезная подача $S_t = 0,002$ мм/дв. ход на протяжении всего эксперимента не изменялась, скорость продольной подачи $V_3 = 8; 12; 16$ м/мин. Исследования провели в три этапа: 1) заготовку закрепляли на магнитной плите станка, врезную подачу осуществляли механизмом станка; 2) заготовку закрепляли на УМЗ, установленном на магнитной плите станка, а подачу осуществляли механизмом станка; 3) подачу заготовки осуществляли УМЗ, установленным на станке.

Установлено, что УМЗ является достаточно жестким звеном ТС. Разница значений R_a шероховатости поверхности, шлифованной при закреплении заготовки, как обычно, на магнитной плите станка (этап 1) и на неработающем УМЗ (этап 2), не превышает 9 %. При этом R_a поверхностей заготовок, обработанных на неработающем УМЗ, может быть как больше (сталь 45, $V_3 = 8$ м/мин), так и меньше R_a поверхностей обработанных на магнитной плите станка. Шероховатость поверхностей заготовок, обработанных при врезной подаче заготовки посредством УМЗ (этап 3), была всегда ниже, чем на первых двух этапах экспериментальных исследований – от 6 % (для заготовок из стали 45 при $V_3 = 12$ м/мин) до 34 % (для заготовок из обеих сталей при $V_3 = 8$ м/мин).

Таким образом, встраивание в ТС внешнего УМЗ и исключение на определенном этапе из работы некоторых достаточно массивных узлов станка, содержащих большое количество деталей, контактирующих между собой в процессе функционирования узла, обеспечивает снижение уровня вибраций ТС и уменьшение высоты микронеровностей шлифованных поверхностей.

УДК 621.767(075.8)

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТЕЙ НЕСОВМЕЩЕНИЯ БАЗ ПО ЛИНЕЙНЫМ И УГЛОВЫМ РАЗМЕРАМ

И.Н. Ермолаева, М.А. Белов

Часто автоматизация вычислительного процесса сопровождается созданием соответствующих баз данных. Для автоматизированного расчета точности технологических операций механической обработки заготовок необходимо создание одной из основных базы данных расчетных схем погрешностей несовмещения баз по линейным и угловым выдерживаемым размерам. Такая база данных может быть построена на основе систематизации и кодировании информации об образовании погрешности несовмещения баз.

Первоначальный этап систематизации заключается в выявлении типовых комплектов баз и схем базирования заготовок, например, деталей типа тел вращения. При этом необходимо учитывать характер проявления технологических баз: явная, скрытая 1-го вида или скрытая 2-го вида, а также место приложения опорных точек, от которого зависят величины составляющих погрешностей несовмещения баз. Кроме того, для получения полной схемы образования погрешности несовмещения баз необходимо учесть вид выдерживаемого размера: линейный или угловой, виды исходной базы и обрабатываемой поверхности: плоскость или поверхность вращения и характер расположения обрабатываемой поверхности относительно технологической базы, лишаящей заготовку степеней свободы в направлении выдерживаемого размера.

На основе разработанной схемы образования погрешности несовмещения баз были построены эскизы условных заготовок на примере заготовок типа тел вращения с набором выдерживаемых размеров, что позволило универсализировать вывод расчетных формул погрешностей несовмещения баз по линейным и угловым размерам применительно к различным вариантам базирования.

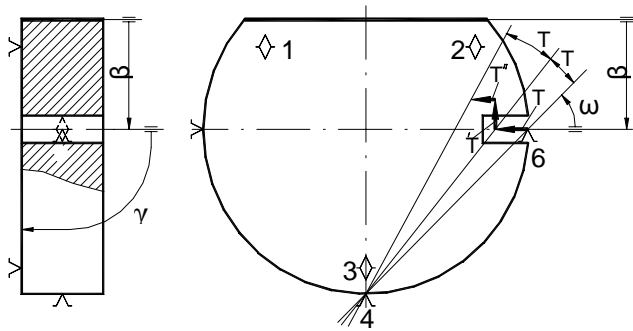


Рис. 1. Образование погрешности несовмещения баз по размеру β

Например, при обработке заготовки типа диска, установленного на плоскость (рис. 1), погрешность несовмещения баз по размеру β будет определяться по формуле:

$$\omega_{\text{нб}}^{\beta} = \sqrt{T_{\gamma}^2 + T_{\omega}^2} \quad (1)$$

В подобных случаях необходимо подробное

рассмотрение причин, вызывающих образование составляющей T_{ω} . В рассматриваемом примере на образование T_{ω} влияют: нецилиндричность заготовки T_{σ} и величина смещения оси паза T_{ϵ} . Эти факторы образуют отклонения $T_{\omega 1}$ и $T_{\omega 2}$ соответственно. Таким образом, величина T_{ω} равна сумме $T_{\omega i}$. Все составляющие T_{ω} вычислены путем геометрических расчетов. Такой подход к рассмотрению образования погрешности несовмещения баз позволяет учитывать и воздействующие на микроуровне факторы, например, влияние шероховатости и волнистости заготовки.

Используемая в программе расчета точности технологических операций и процессов база данных создана на основе кодирования представленной выше информации.

УДК 621.9.048.4

РАСЧЕТ НОРМ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ВЫРЕЗАНИЯ ВЕНЦОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БОКОВЫХ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЬЕВ

Д.В. Кравченко

Для электроэрозионной обработки (ЭЭО) боковых поверхностей зубьев зубчатых колес (ЗК) заданной точности, с целью поиска оптимального с точки зрения технико-экономической эффективности решения, от управляющей программы (УП) в устройстве ЧПУ станка, например при работе линейного интерполятора, может быть задана такая траектория координатных перемещений проволочного электрода-инструмента (ЭИ), при которой: шаг между формообразующими точками торцового эвольвентного профиля боковой поверхности зуба будет неизменным ($nl = \text{const}$), при этом условие равенства действительной $\Delta_{\text{ал}i}^{\text{Д}}$ и допустимой $\Delta_{\text{ал}}^{\text{ДОП}}$ погрешностей аппроксимации будет обеспечиваться только на первом элементарном участке аппроксимации – у ножки зуба, на остальных $\Delta_{\text{ал}i}^{\text{Д}} \ll \Delta_{\text{ал}}^{\text{ДОП}}$; шаг между формообразующими точками будет переменным ($nl = \text{var}$), при этом обеспечивается неизменность $\Delta_{\text{ал}i}^{\text{Д}}$ ($\Delta_{\text{ал}} = \text{const}$), при условии, что $\Delta_{\text{ал}i}^{\text{Д}} = \Delta_{\text{ал}}^{\text{ДОП}}$ на любом из элементарных участков аппроксимации торцового эвольвентного профиля; наиболее ответственный “активный” участок торцового эвольвентного профиля боковой поверхности зуба будет сформирован при $\Delta_{\text{ал}} = \text{const}$ и $nl = \text{var}$, причем $\Delta_{\text{ал}i}^{\text{Д}} = \Delta_{\text{ал}}^{\text{ДОП}}$, а менее ответственные участки у ножки и головки зуба при $nl = \text{const}$ и числе формообразующих точек, удовлетворяющем минимально допустимым значениям (2 – 3 точки), при окончательной ЭЭО менее ответственные участки формируются на форсированных режимах (с более высокой производительностью), отличных от режима обработки “активных”

участков (способ комбинированной обработки и распределения формообразующих точек). Реализация последнего способа позволяет при прочих равных условиях сократить число формообразующих точек N_1 торцового эвольвентного профиля в 1,8 раз в сравнении со способом при $nl = \text{const}$ и в 1,2 раза в сравнении со способом при $\Delta_{a,l} = \text{const}$, что в свою очередь приведет к уменьшению длины L траектории перемещения ЭИ и следовательно нормы суммарного машинного времени $T_{o,\Sigma}$ ЭЭО (ч), которое для каждого из способов соответственно при $nl = \text{const}$, $\Delta_{a,l} = \text{const}$, комбинированной ЭЭО можно определить по следующим зависимостям:

$$(1) \quad T_{o,\Sigma}^C = (L_{л}^C \cdot b \cdot (2 \cdot \delta_{мээ} + d_{и})) / Q' + (L_{л}^{C''} \cdot b \cdot z_{\min}) / Q'';$$

$$(2) \quad T_{o,\Sigma}^{\Delta} = (L_{л}^{\Delta'} \cdot b \cdot (2 \cdot \delta_{мээ} + d_{и})) / Q' + (L_{л}^{\Delta''} \cdot b \cdot z_{\min}) / Q'';$$

$$(3) \quad T_{o,\Sigma}^K = (L_{л}^{K'} \cdot b \cdot (2 \cdot \delta_{мээ} + d_{и})) / Q' + ((L_{л,\Sigma}^{K''} \cdot b \cdot z_{\min}) / Q' + (L_{л}^{K,a''} \cdot b \cdot z_{\min}) / Q''),$$

где b , $\delta_{мээ}$, $d_{и}$, z_{\min} , Q' , Q'' – соответственно ширина зубчатого венца (ЗВ), мм, боковой межэлектродный зазор, мм, диаметр ЭИ, мм, припуск на доводку, мм, производительность предварительной и окончательной ЭЭО, мм³ / ч; $L_{л}^C$, $L_{л}^{\Delta'}$, $L_{л}^{K'}$ – длина траектории ЭИ при предварительном зубовырезании и соответственно $nl = \text{const}$, $\Delta_{a,l} = \text{const}$, комбинированной ЭЭО, мм; $L_{л}^{C''}$, $L_{л}^{\Delta''}$ – длина траектории ЭИ при окончательной ЭЭО и соответственно $nl = \text{const}$, $\Delta_{a,l} = \text{const}$, мм; $L_{л,\Sigma}^{K''}$ – длина траектории ЭИ при окончательном зубовырезании и комбинированной ЭЭО на формообразование поверхностей ножки, вершины, впадины и головки зуба, мм; $L_{л}^{K,a''}$ – длина траектории ЭИ при окончательном зубовырезании и комбинированной ЭЭО на формообразование поверхности “активного” участка боковой поверхности зуба, мм.

Для условий ЭЭО ЗК шестой – восьмой степени точности с модулем $m = (1 - 4)$ мм и числом зубьев $z = 45$, установлено, что с ужесточением требований к точности ЗК затраты времени на ЭЭО ЗВ возрастают на 6 % и 22 % соответственно для ЗК седьмой и шестой степени точности по сравнению с ЭЭО ЗК восьмой степени точности независимо от способа ЭЭО боковых эвольвентных поверхностей зубьев, а наиболее эффективным является реализация способа комбинированной ЭЭО зубьев ЗК (независимо от степени точности ЗК и его размеров при прочих равных условиях реализация данного способа позволяет сократить $T_{o,\Sigma}$ на 25 % и 20 % по сравнению со способом при $nl = \text{const}$ и $\Delta_{a,l} = \text{const}$ соответственно).

Для проведения исследований расчет режимов ЭЭО (времени $T_{o,\Sigma}$), длин и числа формообразующих точек траектории ЭИ осуществлялся с помощью программ соответственно “REGIM_EEO”, “LWEG_ZUB”, “N1”, апробированных и зарегистрированных в Областном центре НИТ УлГТУ. Программное обеспечение внедрено в учебный процесс, ознакомиться с ним можно в лаборатории 221 ИВЦ МФ.

УПРАВЛЕНИЕ ЦИКЛОМ КРУГЛОГО НАРУЖНОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ С ИНФОРМАЦИЕЙ ПО НИЗКОЧАСТОТНОМУ АКУСТИЧЕСКОМУ СИГНАЛУ

В.Ф. Гурьянихин, Д.В. Аринин

Одним из перспективных направлений разработки систем автоматического управления является использование низкочастотного акустического сигнала, возникающего в процессе шлифования. Однако построение оптимального цикла шлифования и управление им требует изучения изменения параметров акустического сигнала в зависимости от скорости съема припуска и состояния режущей способности круга. Расширение исследований в этом направлении позволит активно влиять на ход технологического процесса обработки заготовок.

Авторами было проведено экспериментальное исследование с целью выявления зависимостей между режимом шлифования, величиной звукового давления и показателями процесса шлифования, необходимых для последующей разработки методики расчета автоматических циклов круглого наружного врезного шлифования. Эксперименты проводили на круглошлифовальном станке 3М152МВФ2 при шлифовании заготовок из стали Р6М5 кругом 1 600х40х305 характеристики 95А25ПСМ27К5 с окружной скоростью круга 50 м/с. Частотой вращения заготовки n_i варьировали от 150 до 300 мин⁻¹, а врезную подачу S_f изменяли от 0,2 до 1 мм/мин. Величина припуска z изменялась в диапазоне (0,2 – 0,5) мм.

Установлено, что изменение технологических параметров процесса шлифования – величин S_f , z приводит к изменению амплитуды звукового давления и выходных показателей процесса шлифования. Показана тесная корреляционная связь между амплитудой звукового давления и силой шлифования.

Для адаптивного управления циклом шлифования необходимо наличие силового параметра, обеспечивающего простоту и надежность контроля всех изменений протекающего процесса, и поддержание его постоянным на каждом этапе цикла. Таким параметром может служить звуковое давление акустического сигнала, создаваемого в процессе шлифования. Если принять определенную величину звукового давления и поддерживать ее в течение заданного времени, то можно задать определенный режим шлифования. Учитывая, что при врезном шлифовании величины z и n_i можно считать постоянными, то тем самым мы задаем режим работы врезной подачи S_f , от величины которой изменяется сила резания и звуковое давление. Таким образом, задавая величину звукового давления, мы задаем скорость съема припуска и силу шлифования. Адаптивная система компенсирует уменьшение или увеличение S_f до установления заданной величины звукового давления. Использование информации низкочастотного акустического сигнала для управления процессом шлифования экспериментально проверяли при двухступенчатом цикле шлифования.

Регистрацию звукового давления акустического сигнала осуществляли с этапа быстрого подвода шлифовального круга к обрабатываемой заготовке до окончания цикла шлифования. Именно на этапе быстрого подвода из-за несовершенства методов определения момента касания теряется (20 – 30) % производительности операции шлифования. Авторами предложен способ переключения скорости быстрого подвода круга на рабочую подачу (патент РФ

№2155127) на основе измерения звукового давления акустического сигнала, создаваемого шлифовальным кругом в момент подвода и врезания в заготовку, который позволяет повысить производительность шлифования на 33 %.

УДК 621.315.592:621.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК «МАТЕРИАЛА–СТАБИЛИЗАТОРА» НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРЕЗАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАССИВНОЙ КОНТАКТНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

О.Г. Крупенников, А.В. Киньшин

Известно, что наибольшее количество дефектов подложки приобретают на операции разрезания заготовок (слитков). Применение устройств, стабилизирующих режущую кромку отрезного круга, позволяет не только улучшить качество полученных пластин, но и снизить потери дорогостоящего материала на пропилах.

Экспериментальные исследования проводили на отрезном станке "Алмаз – 6М", предназначенном для разрезания заготовок алмазными кругами с внутренней режущей кромкой (АКВР), и на станке GS-400 для разрезания алмазными отрезными кругами с наружной режущей кромкой (АОК). Станки были оснащены установкой для пассивной контактной стабилизации круга, устройствами для правки отрезного круга и станциями подачи и очистки СОЖ.

Разрезали заготовки АКВР типоразмера 422 x 152 x 0,32 мм характеристики АС6 50/40 и АОК фирмы "Winter" D251 C23 B7 335 (АС6 250/200) типоразмера 400×30×1,8 мм. От образцов из оптического стекла К 108 ТУ 31770-85 отрезали пластины толщиной 2 мм (для АОК), от образцов из графита МПГ-6 ТУ 48-20-51-74 – пластины толщиной 1,5 мм (для АКВР). При исследовании эффективности пассивной контактной стабилизации режущей кромки круга на заготовку предварительно наклеивали с помощью эпоксидного клея ЭДП ТУ 6–15–1070–82 "материал-стабилизатор" (пенопласт марки ПХВ 1 – 115, графит МПГ-6 ТУ 48-20-51-74, оптическое стекло К 108 ТУ 31770-85) толщиной 20 мм.

Окружная скорость V_k круга АОК составляла 30 м/с, врезная подача V_s – (10 – 90) мм/мин. Окружной скоростью АКВР V_k варьировали в интервале (10 – 20) м/с, врезной подачей V_s – в диапазоне (10 – 50) мм/мин. В экспериментах использовали 2 %-ную полусинтетическую СОЖ Аквол-11.

Установлено, что при разрезании кругом АОК заготовок с наклеенным пассивным "стабилизатором" площадь сколов снизилась в (1,92–2,76) раза по сравнению с традиционным разрезанием.

Применение пассивной контактной стабилизации позволило уменьшить ширину пропила δ_n на (10–14) % при разрезании АОК и на 7 % при разрезании АКВР.

Как показали результаты опытов, шероховатость поверхностей пластин по параметру Ra снизилась на (150 – 170) % для разрезания кругом АОК и на 42 % – кругом АКВР.

Было выявлено, что в качестве "стабилизатора" предпочтительно применять материалы с меньшим значением модуля упругости E . Так, результаты измерений на заготовках с наклеенным оптическим стеклом и графитом были такие же, либо хуже, чем при традиционном разрезании.

Таким образом, стабилизация режущей кромки отрезного круга позволяет улучшить качество отрезанных пластин и уменьшить потери материала на пропилах.

УДК 621.95

ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОТВЕРСТИЙ С УЗК

Табеев М.В.

При изготовлении различных деталей возникает необходимость в получении глубоких отверстий ($L=8-15D$) диаметра ($D=1-6\text{мм}$). Такие отверстия обычно получают спиральными сверлами. При сверлении глубоких отверстий малого диаметра инструмент имеет небольшой период стойкости, происходят его поломки, что значительно снижает производительность механической обработки. Для предотвращения указанных недостатков необходимо применение дополнительных мер.

Одним из эффективных средств повышения производительности является применение ультразвуковых колебаний (УЗК). Рациональное применение УЗК позволяет улучшить проникновение смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания, снизить температуры и силы резания, уменьшить число поломок режущего инструмента, повысить его период стойкости.

Перспективным методом использования УЗК при глубоком сверлении является способ возбуждения колебаний ультразвуковой частоты непосредственно в СОЖ. При этом повышение эффективности сверления осуществляется за счет усиления проникающего и охлаждающего действия СОЖ под действием значительных мгновенных давлений ($\sim 100\text{МПа}$) возникающих в подаваемой к зоне резания СОЖ, где происходит образование и колебание газовых пузырьков, ударных волн, увеличивается число микроканалов (капилляров) между заготовкой и инструментом. Устройство, реализующее этот способ, представляет собой сопло для подачи СОЖ, на выходе из которого на струю жидкости накладывают УЗК. Этот способ универсален и не требует каких-либо существенных изменений в оснастке. Однако при такой технике подачи СОЖ энергия ультразвуковых колебаний из-за рассеивания и затухания при попадании жидкости в зону непосредственного контакта режущих кромок сверла с заготовкой СОЖ приходит с колебаниями меньшей амплитуды и мощности, что уменьшает полезный кавитационный эффект.

Для устранения указанных недостатков этого метода предлагается возбуждать ультразвуковые колебания в СОЖ непосредственно в зоне резания. Для этого УЗК накладывают на направляющую (кондукторную) втулку, которая затем передает колебания на сверло, имеющее из-за малого диаметра и большой длины малую жесткость.

Для проверки эффективности предлагаемого способа наложения УЗК провели измерение составляющих сил резания при обработке заготовок из титанового сплава ВТ-22, коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т, низколегированной стали 40Х с традиционной (полив) и новой (ультразвуковой) техникой подачи СОЖ.

Проведенные эксперименты свидетельствуют, что при использовании новой техники подачи СОЖ происходит уменьшение крутящего момента на 12-21% при наложении радиальных колебаний на сверло, на 3-5% при наложении УЗК на СОЖ. Одновременно снижается осевая сила P_x и сила резания P_z .

Учитывая, что плотность теплового потока в зоне резания зависит от P_z , можно утверждать, что уменьшаются контактные температуры и улучшаются тепловой режим обработки в целом. Таким образом, способ подачи СОЖ наложением радиальных УЗК колебаний на сверло дает значительно больший эффект чем способ наложения УЗК на струю СОЖ перед зоной обработки.

УДК 621. 923

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК С МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КРУГА

Д.В.Тартас

Шлифование заготовок из труднообрабатываемых материалов, широко применяемых в конструкциях современных приборов и машин и обладающих рядом повышенных эксплуатационных свойств, неэффективна, а зачастую и невозможна вследствие схватывания материала заготовки и материала абразивного инструмента, которое обуславливает повышенный темп его затупления, засаливания и износа. Это в свою очередь приводит к повышению теплосиловой напряженности процесса шлифования, ухудшению качества обработанных поверхностей заготовок, сокращению периода стойкости шлифовального круга и необходимости частых его правок.

Для увеличения периода стойкости применяется гидроочистка круга с использованием энергии подаваемых под высоким давлением струй смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) или ультразвуковой кавитации. Однако себестоимость таких методов очистки достаточно велика. Серьезным недостатком имеющихся методов механической очистки рабочей поверхности шлифовального круга за счет прижима пористых материалов, эластомеров является то, что абразивные зерна, хаотично выступающие над уровнем связки, оказываются в различных условиях с точки зрения их очистки, и, следовательно, не удастся произвести полную очистку выступов и впадин субмикрпрофиля всех абразивных зерен шлифовального круга.

Подобные недостатки отсутствуют у предложенного метода очистки, сущность которого заключается в поджиге к рабочей поверхности шлифовального круга абразивного бруска на упруго-эластичной связке, вследствие эластичности которой обеспечивается более полная очистка большего количества абразивных зерен рабочей поверхности шлифовального круга, в том числе и тех из них, которые находятся на значительном удалении от условной наружной поверхности круга.

Экспериментальные исследования эффективности механической очистки проведены при плоском маятниковом шлифовании кругами из эльбора 1А1 – 1 200x20x32x5 АО 125/100 СТ1К заготовок из коррозионностойкой стали 14Х16Н6 и титанового сплава ВТ 22. Рабочая скорость круга составляла 35 м/с, скорость продольной подачи стола 10 м/мин, подача на врезание 0,01 мм/дв.ход. СОЖ (3% раствор продукта Синхо-2М) подавали в зону резания поливом.

В результате исследований установлено, что применение механической очистки рабочей поверхности шлифовального круга при обработке заготовок из труднообрабатываемых материалов способствует стабилизации теплосиловой напряженности процесса шлифования во времени и повышению режущей способности шлифовального круга вследствие снижения степени его засаливания. При этом в условиях подачи СОЖ поливом составляющие силы

шлифования уменьшались в среднем на 15 %, а период стойкости круга увеличивался на (150-180) %.

Таким образом, проведенные исследования показали, что механическая очистка открывает дальнейшие перспективы повышения режущей способности шлифовальных кругов и эффективности абразивной обработки заготовок из труднообрабатываемых материалов.

УДК 621.922.079 (088.8)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК

Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина

Практика шлифования показывает, что на эксплуатационные свойства абразивного инструмента существенное влияние оказывают его характеристика и форма рабочей поверхности. На кафедре "Технология машиностроения" разработаны комбинированные шлифовальные круги (КШК) различных конструкций, позволяющие выполнять на одной операции предварительное и окончательное шлифование заготовок элементами круга различной характеристики.

Для последовательного чернового и чистового шлифования разработаны КШК, содержащие крупнозернистые абразивные элементы (АЭ), неподвижно закрепленные с определенными интервалами на корпусе КШК, и расположенные в промежутках между ними с возможностью радиального перемещения от специального механизма мелкозернистые АЭ. В этом случае и черновое и чистовое шлифование осуществляется кругом, имеющим прерывистую рабочую поверхность, что позволяет обеспечить необходимые физико-механические характеристики качества шлифованных поверхностей и точность геометрических параметров этих поверхностей.

Для последовательного чистового и отделочного шлифования, когда ограничивающим фактором является шероховатость шлифованных поверхностей, целесообразно использовать КШК, в которых мелкозернистые АЭ закреплены на эластичных вставках и имеют либо прерывистую, либо непрерывную поверхность. Непрерывность поверхности мелкозернистых АЭ позволяет снизить вибрацию в технологической системе, что способствует обеспечению более высоких требований к параметрам шероховатости поверхностей.

На операциях шлифования заготовок из труднообрабатываемых сталей и сплавов весьма эффективно применение прерывистых кругов из синтетических сверхтвердых материалов (СТМ) на каучуковых связках. Однако использование кругов из СТМ с прерывистой поверхностью сопряжено с существенным снижением работоспособности инструмента в связи с уменьшением объема рабочего слоя. С целью увеличения стойкости этих инструментов разработаны конструкции КШК, в которых в качестве режущих элементов использованы многогранные вставки с рабочим слоем из СТМ на каучуковых связках, размещенные на периферийной поверхности корпуса круга с заданными интервалами. Грани сменных элементов, несущие слой из СТМ, имеют радиус, равный радиусу рабочей поверхности круга. После износа рабочего слоя на первой грани, сменный элемент поворачивают для использования рабочих слоев других граней.

Для расширения технологических возможностей прерывистых кругов из СТМ на каучуковых связках разработаны круги с возможностью регулирования протяженности режущих поверхностей сменных элементов в зависимости от условий обработки. В одной из конструкций для изменения протяженности пазов сменные элементы перемещают по кольцевому пазу, выполненному на торце корпуса круга. В другой конструкции круга для регулирования протяженности режущих поверхностей сменные элементы выполнены в виде многогранных вставок, у которых грани, несущие рабочие слои из СТМ, представляют собой дуги одного и того же радиуса, но с разными длинами.

Областью применения КШК является мелкосерийное производство деталей с повышенными требованиями к качеству поверхностного слоя.

УДК 621.757 (075.8)

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА ПРИ ПОЭТАПНОЙ ПОДАЧЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ **А.В. Леонов**

Под работоспособностью любого режущего инструмента обычно понимают способность обеспечивать заданное качество обработанных изделий и период стойкости инструмента.

Мы провели экспериментальное исследование периода стойкости шлифовального круга при круглом наружном врезном шлифовании с поэтапной подачей смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС).

В своей работе мы усовершенствовали известный поэтапный способ подачи СОЖ путем замены вязкой масляной СОЖ на твердый смазочный материал (ТСМ): на этапах врезания и съема основного припуска производят подачу водной СОЖ поливом свободно падающей струей в зону шлифования, а на выхаживании, прекратив подачу СОЖ, с помощью специального устройства к обрабатываемой поверхности заготовки вне зоны ее контакта со шлифовальным кругом прижимают брикет ТСМ.

Эксперименты проведены на круглошлифовальном станке 3В110, оснащенном устройством для контактного нанесения ТСМ на поверхность заготовки, при следующих условиях: окружная скорость шлифовального круга - 35 м/с, заготовки - 35 м/мин, диапазон величин врезной подачи - 0,1...0,3 мм/мин. СОЖ - 0,3 %-ный водный раствор кальцинированной соды. ТСМ – 60 % технического воска и 40% серебристого графита. Сравнение проводили с традиционным способом полива водной СОЖ в течение всего цикла шлифования.

При проведении экспериментов выяснили, что существует возможность управлять расходом ТСМ при поэтапном способе его подачи, что привело к разработке ряда новых способов поэтапной подачи СОТС. Отличие их от первоначально предложенного заключается в том, что за определенное время до начала выхаживания подачу водной СОЖ прекращают и продолжают съем основного припуска всухую. Это повышает температуру поверхности заготовки, что увеличивает скорость плавления брикета ТСМ и, тем самым, его расход.

Эксперименты показали, что стойкость круга резко зависит от расхода ТСМ, значительно (до 7 раз) различавшегося в зависимости от сравниваемых способов.

При обработке заготовок из сталей 1-й группы шлифуемости 40ХФА и ХВГ наибольший период стойкости круга (в 2,25 раза больший базового) отмечен

при применении способов СП2А и СП2Б (соответственно 5 и 10 с "сухого" шлифования). Шероховатость поверхностей шлифованных образцов, которую оценивали средним арифметическим отклонением профиля Ra, практически во всех случаях была ниже при применении поэтапной подачи СОТС, нежели традиционного полива СОЖ (СП1).

При шлифовании заготовок из стали 12Х18Н9Т (3-я группа шлифуемости) с врезной подачей 0,1 мм/мин лучшим показал себя поэтапный способ СП2А, увеличивший период стойкости круга в 2,5 раза. При шлифовании этой же стали с врезной подачей 0,2 мм/мин, лучшим оказался способ СП2 (без этапа шлифования всухую), обеспечивший двукратное увеличение периода стойкости круга.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что поэтапная подача СОТС повышает период стойкости шлифовального круга при обработке заготовок из сталей, различающихся по уровню шлифуемости, а также при различных элементах режима обработки.

УДК 621.824.3

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАДАНИЯ РАЗМЕРОВ ПОД УСТАНОВОЧНЫЕ ШТИФТЫ

Т.П. Ермаченко, Н.В. Новоженин

Штифты представляют собой гладкие стержни или разрезные втулки. Штифты применяют для соединения деталей; в качестве установочных - для обеспечения необходимого взаимного положения деталей; как самостоятельные детали - в качестве контрольных или предохранительных.

При конструировании изделий необходимо заранее предусматривать возможность и удобство их сборки. Отверстия под цилиндрические штифты при их запрессовке надо выполнять сквозными. Это позволит выколачивать штифты при переборке соединения, иначе их придется высверливать. Для предохранения выпадания штифтов из соединения при работе их в условиях вибрации, ударов, тряски, при низких перепадах температур концы штифтов подвергают кернению, развальцовке, применяют шайбы, эмали, лаки и т.п. Для соединений, подверженных частому демонтажу, используют конические штифты, которые даже при частых переборках обеспечивают фиксирование и плотность соединения деталей, т.к. конические поверхности штифтов и отверстий и после некоторого истирания будут плотно прилегать друг к другу.

При соединении деталей штифтами отверстия под штифты сверлятся, как правило, одновременно во всех собираемых деталях. При вычерчивании такого соединения ось отверстия для штифта должна совпадать с линией контакта соединяемых деталей. Рационально выбранные изображения и правильно заданные размеры деталей облегчают их изготовление. Если при сборке деталей выполняется дополнительная обработка их совместно с другими деталями, например, выполнение сверления отверстий под штифты, то все сведения об этой обработке отражаются на сборочном чертеже. На рабочих чертежах этих деталей отверстия не изображаются и сведения о них в технических требованиях не помещаются. На сборочных чертежах, содержащих рабочие параметры, используемые и контролируемые в процессе сборки помещают все необходимые данные для обработки отверстий под штифты - изображения и установочные размеры, т.е. количество отверстий и координаты расположения.

УДК 681.3.06(016)

КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ

В.И. Холманова, Г.М. Горшков, Д.А. Коршунов, М.Г. Горшков

Начертательная геометрия играет главную роль в формировании и развитии графической грамотности студентов, в приобретении ими теоретических знаний, умений и навыков (ЗУН), необходимых для познавательной и созидательной деятельности.

Обучение студентов ведется по определенной системе, включающей: аудиторные занятия – телелекции и практические занятия, самостоятельную работу студентов, консультации, контроль успеваемости и оценку ЗУН, кружковую и научно-исследовательскую работу, внутривузовские и зональную олимпиады.

Педагогический контроль ЗУН студентов является важнейшим структурным элементом учебно-воспитательного процесса по дисциплине, действенным средством получения студентами прочных и осознанных знаний. Посредством контроля определяется результативность и эффективность обучения. Выполняя стимулирующую роль в учебно-воспитательном процессе, контроль существенно влияет на регулярность занятий, тщательность изучения теоретического материала и выполнения заданий, способствует активизации успеваемости и практической деятельности студентов.

В настоящей методической разработке освещаются основные сведения о составе, содержании и формах организации контроля ЗУН студентов по начертательной геометрии применительно к рабочим учебным программам по машиностроительным направлениям обучения. Данная разработка была переведена в электронный вид с использованием программы EasyHelp. Основная цель разработки – оказать студентам методическую помощь в организации учебного процесса, активизировать их познавательную деятельность при овладении содержанием учебного материала с использованием новых информационных технологий.

УДК 531.781.2

СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ SOLIDWORKS

А.В. Демокритова, С.В. Ярыгин

В рамках настоящей работы были проанализированы возможности создания рабочих чертежей деталей в системе автоматизированного проектирования SolidWorks, которую можно отнести к САПР среднего уровня. SolidWorks содержит высокоэффективные средства твердотельного моделирования, основывающиеся на постепенном добавлении или вычитании базовых конструктивных тел. Эскиз для получения базового тела может быть построен на произвольной рабочей плоскости.

В качестве объекта создания рабочего чертежа нами была выбрана деталь типа вал. Процесс создания чертежа на основе модели состоит из двух основных этапов:

1. создание твердотельной модели вала с использованием основных операций – поворот, вырез и др.
2. перенос модели в "Чертёж" и создание рабочего чертежа детали с помощью операций преобразования видов, разрезов и др.

После того, как нами была создана твердотельная модель детали или сборки, мы можем автоматически получить рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций. Применяя операции над чертежами мы также можем получить сечения, разрезы и необходимые выносные элементы. Также происходит простановка справочных размеров или непосредственный перенос их из модели, простановка шероховатости и отклонений форм и расположения. SolidWorks поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении размера на чертеже автоматически перестраиваются все связанные с этим размером конструктивные элементы в трехмерной модели. И наоборот, любое изменение, внесенное в твердотельную модель, повлечет за собой автоматическую модификацию соответствующих двумерных чертежей. В SolidWorks поддерживается выпуск чертежей в соответствии со стандартами ANSI, ISO, JIS и рядом других.

Основные преимущества при проектировании в SolidWorks - это его полная параметризация, т.е. при изменении параметра модели происходит автоматическое изменение размеров чертежа. Это позволяет автоматически получать рабочие чертежи однотипных деталей, что значительно сокращает время конструктора. Конструктору необходимо будет только доработать чертёж. Хочется также сказать о том, что оформление практически полностью соответствуют Российским стандартам.

Основными недостатками при оформлении чертежа являются:

- 1) невозможность создания местных разрезов;
- 2) невозможность выполнения операций над дополнительными видами;
- 3) шероховатость к некоторым поверхностям ставится только на полке выноски;
- 4) привязка выносок от отклонений формы и расположения, а также для значений шероховатости осуществляется только к поверхностям детали.

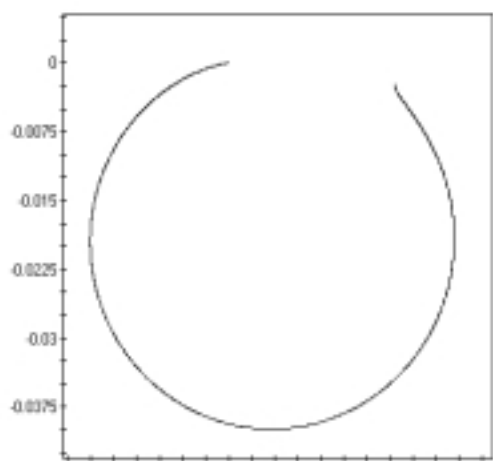
УДК 539.1

КОЛЕБАНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Ю.Н. Санкин, В.М. Барахов

В данной работе рассматривается манипулятор как пространственная стержневая система с распределенными параметрами. В момент остановки манипулятора в данном положении считаем, что известны: относительные координаты и угловые скорости звеньев манипулятора.

В начале составляем динамические уравнения метода перемещений для пространственной системы[1] и подставляем вместо распределенной нагрузки $p(s)$ произведение погонной массы на скорость соответствующей точки звена манипулятора в момент фиксации его положения. Соответствующие интегралы, учитывающие нагрузки, меняющиеся по длине звена манипулятора по линейному закону, взяты точно. Затем приводим к единой системе



координат. Решая полученную систему при переменных значениях частоты, строим АФЧХ для узла-захвата манипулятора.

Описанный выше подход позволяет решать задачи динамики манипуляторов, а также, на основе полученных характеристик, решать задачи оптимизации управления и позиционирования и производить расчет на прочность.

В качестве примера рассмотрена плоская модель трехзвенного манипулятора рис.1. Все три пары-вращательные. АФЧХ для такой модели приведена на рис.2 для составляющей w_4 в момент, когда все звенья находятся на одной прямой. Здесь:

$$l = 1, \gamma = 0,12, E = 1.95(1 + i\gamma)10^{11}, \mu = 21, J = 1.84 \cdot 10^{-5}, \omega_1 = 1, \omega_2 = \omega_3 = 0.$$

Оказывается, что существенным является лишь одно колебательное звено.. Передаточная функция в этом случае записывается так:

$$W(\omega) = \frac{0.00503215}{-0.00003834025\omega^2 + 0.00078971886996i\omega + 1}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санкин Ю.Н. Динамические характеристики вязкоупругих систем с распределенными параметрами. Саратов: Издательство Саратовского университета, 1977, 309с.
2. Механика промышленных роботов. /Под ред. Фролова К.В., Воробьева Е.И. Москва.: Высшая шк., 1988. -304с.

УДК 629.113

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ (ЭМ) С ГИБРИДНОЙ СИСТЕМОЙ ПРИВОДА (ГСП)

В.А. Кузнецов

Ульяновским автозаводом накоплен опыт проектирования, изготовления и испытаний ЭМ. За период с 1977 по 1985 гг. изготовлено более 100 ЭМ, которые проходили испытания в реальных условиях эксплуатации в Москве и Ульяновске. На ЭМ применена система электропривода переменного тока и свинцово-кислотные тяговые аккумуляторные батареи (ТАБ), которые обеспечивали пробег 45-50 км. Бортовое зарядное устройство позволяет при подключении к внешней сети восстановить до 70% электрической емкости ТАБ. эксплуатация ЭМ показала их нерентабельность из-за низкого ресурса ТАБ

Опыт крупных зарубежных автомобильных компаний (Тойота, Шевроле, Дж. Моторс) показал перспективность создания ЭМ с ГСП, которая позволяет в несколько раз снизить расход нефтяного топлива, токсичные выбросы, потребление атмосферного кислорода и шум.

Разработано техническое задание ЭМ с ГСП на базе автомобиля УАЗ-31514 с полезной грузоподъемностью 750 кг. В качестве источника энергии предлагается использовать малолитражный двигатель внутреннего сгорания, а в качестве буферной ТАБ использовать Оптима 850 со спиральными элементами и абсорбированным электролитом. Мотор-колеса встроены в передние ведущие колеса. Управление электроприводом обеспечивается микропроцессорным блоком.

Ниже приведены для сравнения скоростные характеристики ЭМ УАЗ-3801, автофургона УАЗ-3741 и проектируемого ЭМ с ГСП (см. таблицу).

Скорость (км/ч)	Время разгона, с		
	электромобиля УАЗ-3801	автомобиля УАЗ-3741	проектируемого электромобиля
10	2,3	1,5	2,0
20	5,4	2,5	4,0
30	8,4	5,0	7,0
40	11,8	7,7	10,3
50	18,7	12,3	15,6
60	33,0	15,4	24,2
70		23,0	
80		33,7	
90		60,5	

Расход электроэнергии ЭМ УАЗ-3801 на скорости 40 км/ч составил 285 Втч/км. Для проектируемого ЭМ расход электроэнергии составит 225 Втч/км, что составит расход бензина (бензин АИ-92) 4,6 литра 100 км. Таким образом, предлагаемая конструкция ЭМ с ГСП позволит получить относительно недорогой вариант развозного или пассажирского экипажа на базе готовых узлов автомобиля УАЗ с приемлемыми экономическими, экологическими и динамическими характеристиками. Например, экономия топлива в сравнении с автомобилем УАЗ составит более 10 литров на 100 км пробега.

УДК 629.113

ОБ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ УСИЛИТЕЛЕ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

В.И.Тарханов, С.А.Задонский

Усилитель рулевого управления был впервые применён в 1903 году на автомобиле компании *Columbia Electric Motor Truck*. Он предназначался главным образом для уменьшения вращающего момента на рулевом колесе и повышения маневренности автомобиля при малых скоростях движения. В своё время было проще оснастить сервомеханизмы автомобилей гидравлическими приводами. Поэтому легковые автомобили до сих пор комплектуются гидравлическими усилителями рулевого управления, которым свойственны определённые недостатки:

- большой отбор энергии от двигателя при постоянной работе гидравлического насоса;
- низкий коэффициент полезного действия гидравлической системы;
- не всегда обеспечивается достаточная информативность при вращении рулевого колеса и чувствительность обратной связи при фиксированном положении баранки;
- не достигается быстродействие и гибкость, присущие современным электрическим системам управления.

Анализ опубликованных данных показывает, что в настоящее время наиболее перспективными являются электромеханические усилители рулевого управления легковых автомобилей. Такие устройства разрабатываются

зарубежными производителями автомобилей ("Сименс", "Бош", "Делфай" и др.), а также отечественными фирмами совместно с АвтоВАЗом.

При проектировании электромеханического усилителя рулевого управления автомобиля в первую очередь следует обеспечить:

- изменение степени усиления в зависимости от вращающего момента на рулевом колесе;
- плавное изменение сервомомента на различных режимах работы;
- требуемые характеристики возврата управляемых колёс в нейтральное положение;
- стабильность прямолинейного движения автомобиля;
- демпфирование сил, передаваемых от дороги через управляемые колёса;
- информативность и чувствительность обратной связи с дорогой;
- управление автомобилем без усложнений при отказе усилителя.

Дополнительные возможности для развития системы управления электромеханическим усилителем даёт бортовая электроника автомобиля.

Для совместимости с рулевым механизмом любого типа электромеханический усилитель целесообразно вмонтировать в рулевую колонку. Это ограничивает его габариты, допустимый уровень шума и электромагнитных помех.

УДК 621.83.831.1

ВИНТОВОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ С ПОВЫШЕННОЙ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

А.Ф.Кочетков

Известно круговое зацепление Новикова М.Л., осуществляемое в цилиндрической передаче с внешними косыми зубьями колес, соприкасающимися выпуклыми у шестерни и вогнутыми у колеса профилями, выполненными по дугам окружностей с малой разницей их радиусов, в одной точке линии зацепления, смещенной по ней от полюса зацепления на величину смещения. Эта передача имеет существенные недостатки:

- точечный контакт зубьев колес;
- сложный по геометрии исходный контур;
- зависимость значения передаточного отношения от точности выполнения межосевого расстояния.

Эвольвентное зацепление не имеет этих недостатков, но ему свойственна пониженная контактная нагрузочная способность, т.к. профили зубьев обоих колес передачи выпуклые.

Поставлена и решена задача объединения этих зацеплений. В результате получено новое винтовое зацепление с повышенной нагрузочной способностью, патент РФ № 2157931 "ВИНТОВОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ" с датой приоритета 11 сентября 1998 года. Профили зубьев обоих колес передачи в предложенном зацеплении выполнены по единой линии:

- в варианте 1 – по эвольвенте основной окружности шестерни;
- в варианте 2 – по прямой линии, являющейся частным случае эвольвенты окружности при бесконечно большом основном радиусе;
- в варианте 3 – также по прямой линии, но при этом угол зацепления определен из условия получения нулевого значения угла давления.

Это позволило получить линейный контакт профилей зубьев колес в винтовом зацеплении, значительно повысивший контактную нагрузочную способность косозубой цилиндрической передачи.

Колеса цилиндрической передачи с внешним косым зубом предлагаемого винтового зацепления можно выполнить с укороченными по высоте зубьями.

Это улучшит форму зубьев колес и повысит их изгибную нагрузочную способность, что позволит значительно уменьшить материалоемкость как отдельной цилиндрической зубчатой передачи, так и коробок передач, подач и скоростей.

Цилиндрические передачи винтового зацепления найдут широкое применение в самолетостроении и в автомобилестроении.

УДК 621.873

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА

В.Н.Демокритов, А.В.Олешкевич

При сложившейся практике проектирования грузоподъемных машин (ГПМ) в техническом задании не оговаривается необходимая производительность ГПМ. Номинальные скорости механизмов изначально задаются без учета требований производственного процесса, не учитывается их взаимосвязь с затратами в сферах изготовления и эксплуатации, что в конечном итоге может привести к низкой эффективности использования этих машин.

Целью данной работы является разработка общей стратегии оптимального проектирования наиболее распространенного класса ГПМ – кранов мостового типа. При этом ставится задача дать технико-экономическое обоснование выбора основных параметров крана: грузоподъемности, рабочих скоростей перемещения груза, мощности двигателей механизмов и др. на стадии эскизного проектирования. Ранее вопрос определения оптимальных скоростей мостового крана освещался не в полном аспекте без учета специфики работы механизмов передвижения [1].

Нахождение наиболее рационального сочетания основных параметров является сложной многоуровневой оптимизационной задачей, которая должна решаться в соответствии с иерархической структурой крана. На каждом уровне необходимо обосновать соответствующие критерии оптимальности, независимые (варьируемые) параметры, системы ограничений, области возможных вариантов для решения задачи оптимизации более высокого уровня. Различные уровни оптимизации проиллюстрированы в докладе на примере мостового крана общего назначения.

Намечена следующая очередность этапов исследования:

- 1) независимая работа отдельно взятого механизма;
- 2) работа механизмов без совмещения операций;
- 3) работа механизмов с совмещением операций.

В настоящий момент мы находимся на 1-м этапе, на котором решается задача установления рационального соотношения времени разгона и установившегося движения при заданной продолжительности операции механизма. С учетом графика изменения скорости от времени установлен диапазон возможных скоростей, при выбранной скорости необходимое ускорение по производительности. Для проверки двигателя на нагрев выражена среднеквадратичная мощность с учетом переходных процессов. В

докладе представлена укрупненная блок – схема расчета механизма подъема. На этом этапе работа будет продолжена для составления алгоритмов оптимизации механизмов передвижения.

На 2-м этапе предусматривается установить оптимальное соотношение продолжительности работы каждого механизма в общем цикле перемещения груза.

На 3-м этапе намечено рассмотреть задачу оптимизации крана в полной постановке с учетом динамики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Олешкевич А.В., Демокритов В.Н. Постановка задачи выбора скоростей подъема и передвижения мостового крана // Механика и процессы управления: Межвуз. науч. сб. – Саратов, 1992. –Вып.3. –С.35 – 47.

УДК 621.874

К ВОПРОСУ О ПОПЕРЕЧНОЙ ЖЕСТКОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ БАЛОК, УКРЕПЛЕННЫХ АРОЧНЫМ КАРКАСОМ

В.Я. Недоводеев

В работах [1, 2] рассмотрена методика расчета несущей способности тонкостенных балок, укрепленных каркасными элементами, включая элементы арочной формы. Кроме преимуществ таких конструкций, указанных ранее, следует отметить повышение жесткости при поперечной нагрузке благодаря кинематической неизменяемости элементов каркаса, что практически исключает влияние поперечных сил в сечениях на их перемещения.

Анализ интеграла Мора при определении перемещений для конструкции балки с арочным каркасом показывает наличие значительных резервов снижения металлоемкости (теоретически – в 2 раза) за счет снижения веса стенок при ограничении жесткости балки в середине пролета.

Практические результаты по снижению металлоемкости балок, имеющих ограничения поперечной жесткости с учетом наложения условий технологической живучести конструкции (наличие стенки определенной толщины) могут достигать 20 – 30%, что характерно и при расчетах на прочность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Недоводеев В. Я. Сравнительные характеристики поперечного сечения тонкостенной балки, укрепленной каркасными элементами // Вестник УлГТУ. Машиностроение, . 1999. №3. с. 9-11.
2. Недоводеев В. Я. К расчету сплошных тонкостенных балок, укрепленных арочным каркасом // Оптимизация транспортных машин. УлГТУ. Сб. научн. тр. Ульяновск. 2000. с. 50-53.

УДК 531.781.2

РЕЗУЛЬТАТЫ МАШИННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ПРОГРАММАМ ОПТИМИЗАЦИИ

А.В.Демокритова, И.В.Аксаковский

Разработаны программы для оптимизационного расчета силоизмерительных устройств с одиночным кольцом, с системой последовательно и параллельно работающих колец.

Одиночное кольцо проектировалось при различных диапазонах нагрузок от минимального до максимального значения, чувствительности и допустимом времени затухания. Варьируемыми параметрами были высота сечения кольца, средний радиус и ширина. В результате машинных экспериментов определялись высота сечения кольца, приведенная масса, частота собственных колебаний, время затухания и деформация. Средний радиус кольца задавался конструктивно, затем, при необходимости этим параметром также можно варьировать для достижения требуемого времени затухания. Выявлены параметры, при которых необходим переход к системе колец при несоблюдении допустимого времени затухания.

Исследовалось влияние значений пороговой нагрузки на величину суммарной массы колец для силоизмерительного устройства с параллельной работой колец. При различных значениях максимальной нагрузки с ростом пороговой нагрузки наблюдалось увеличение суммарной массы колец. Следовательно, увеличение пороговой нагрузки по сравнению с его минимальной величиной нерационально.

Для систем с последовательной и параллельной работой колец при различных диапазонах нагрузок, чувствительности и времени затухания определялись пороговая нагрузка, высота сечения внутреннего и наружного колец и суммарная масса колец. Средние значения радиусов внутреннего и наружного колец вначале задавались конструктивно, а затем их можно варьировать для достижения требуемого времени затухания.

По итогам вычислений можно сделать вывод о том, что наиболее рациональной является система с параллельной работой колец, так как внутреннее кольцо частично разгружает наружное; следовательно, суммарная масса колец меньше, чем у системы с последовательной работой.

Силоизмерительное устройство, содержащее одиночное кольцо, внедрено на АООТ "Автодеталь – Сервис".

УДК 621 791

СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 12Х1МФ ПРИ РУЧНОЙ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИВИРУЮЩИХ ФЛЮСОВ **С.Г.Паршин, А.В.Кузнецов**

Основную часть энергетического оборудования составляют пароперегреватели котлов из теплоустойчивой стали 12Х1МФ. Свариваемость этой стали осложняется образованием холодных трещин и разупрочнением (возникновением мягкой прослойки), что при эксплуатации приводит к преждевременному разрушению сварных соединений пароперегревателей. Вероятность разрушений увеличивается при неблагоприятной микроструктуре; наличии крупного зерна и значительного количества феррита. Для повышения работоспособности требуется ограничивать погонную энергию сварки, обеспечивая получение мелкозернистой, преимущественно перлитной микроструктуры, минимальную ширину мягкой прослойки и её максимальную прочность или твердость. Эффективным способом снижения погонной энергии сварки является использование активирующих флюсов, которые способствуют увеличению глубины проплавления и скорости сварки [1]. Влияние флюсов изучали на сварных соединениях труб $\varnothing 36 \times 6$ мм из стали 12Х1МФ, выполненных однопроходной ручной электродуговой сваркой электродами ЦЛ-39 и ручной аргонодуговой сваркой – трехслойным заполнением разделки без

флюса. Определили, что введение флюсов улучшает механические свойства сварных соединений: предел прочности уменьшился до 20 %; предел текучести увеличился до 8 %; пластичность увеличилась на 20 %. Твердость в поперечном сечении шва соединений без флюса достигает 24...27 HRC, с флюсом: 20...24 HRC. Испытание сварных проб изгибающим нагружением показало, что критическое напряжение развития холодных трещин для проб с флюсом, увеличилось в 1,5 раза. Металлографические исследования выявили, что сварные соединения без флюса отличаются крупнозернистой микроструктурой, наличием ферритной каймы вокруг зерна, в общем количестве феррита до 65 %. Средняя микротвердость основного металла составляла: с флюсом - 252 HV₅₀; без флюса - 260 HV₅₀. Распределение микротвердости отличается высокими значениями в зоне перегрева при среднем значении 302 HV₅₀ и 289 HV₅₀ соответственно для образцов без флюса и с флюсом. Средняя микротвердость мягкой прослойки: 229 HV₅₀ и 246 HV₅₀ соответственно без флюса и с флюсом. При сварке по флюсу ширина мягкой прослойки уменьшилась в 1,25 раза, степень разупрочнения уменьшилась в 1,7 раза. Таким образом применение активирующих флюсов позволяет значительно улучшить свойства сварных соединений, что способствует повышению их эксплуатационной надежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паршин С.Г. Влияние активирующих флюсов на формирование сварных швов при ручной аргонодуговой сварке. // Сварочное производство. № 10, 2000 г. с.23-27.

Гнутые профили с покрытиями находят в последние годы широкое применение в различных областях промышленности и строительства. Покрытия предназначены для защиты металла от коррозии и придания поверхности определенных декоративных свойств (цвет, фактура и др.). Материалами защитных покрытий являются металлы и их сплавы: цинковые, алюминиевые, цинко-алюминиевые, цинко-никелевые и др., а для защитно-декоративных применяют лакокрасочные покрытия (ЛКП) и полимерные пленки.

Одной из основных проблем получения профилей с покрытиями является их качество, т.к. большие контактные напряжения и неравномерность деформаций при профилировании плоской заготовки (полосы, ленты) с предварительно нанесенным покрытием часто приводят к дефектам: задирам, растрескиванию, вспучиванию и др.

Цель проводимой работы - теоретически и экспериментально исследовать процесс деформирования профилей с покрытиями, установить оптимальные параметры его осуществления и на их основе разработать методику проектирования технологии профилирования и конструирования инструмента.

Основные направления теоретико-экспериментального изучения процесса профилирования материала с покрытием:

1. Моделирование очага деформации по переходам.
2. Определение силовых факторов при формообразовании.
3. Определение контактного взаимодействия покрытия и инструмента.
4. Определение предельных возможностей процесса.

Распределение деформаций и напряжений в зоне контакта полки профиля с инструментом носит неравномерный характер и зависит от механических характеристик заготовки (толщина, модуль упругости) и режимов профилирования (углов подгибки профиля по переходам, разницы углов подгибки между переходами профилирования).

Касательные напряжения, действующие в покрытии в результате приложения усилия подгибки со стороны инструмента и разности линейных скоростей инструмента и полки профиля, приводят к задирам при их превышении над допустимыми напряжениями сдвига материала покрытия.

Предварительный анализ результатов опытно-промышленного профилирования материалов с покрытиями позволил сделать следующие выводы:

1. Для уменьшения нормальных и касательных напряжений, действующих в зоне контакта инструмента с профилем, целесообразно применение "мягких" схем формообразования.

2. Радиусы скругления инструмента в зонах сгиба по внутреннему контуру должны быть не менее 1 мм.

3. При наличии полки перпендикулярной стенке профиля угол на формующей оснастке следует задавать отличным от прямого угла не менее чем на 2° .

4. Рабочие поверхности формующей оснастки должны быть тщательно доведены до необходимой шероховатости и подбор технологических смазок.

ЛКП подразделяют на эмалированные - на основе алкидных, полиакриловых, эпоксидных смол и полимерные - на основе

поливинилхлоридных, поливинилфторидных, полиуретановых пленкообразующих материалов. Полимерные ЛКП в связи с их высокой эластичностью и адгезионными свойствами нашли наибольшее применение при окраске рулонного материала.

УДК 621 983

РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ ОПЕРАЦИЯМИ **Ш.Г.Калимуллин, А.Ш.Мурасов**

В особенности штампованных деталей до 85% составляет стоимость листового металла, поэтому в целях повышения эффективной работы в цехах листовой штамповки необходимо в первую очередь работать над снижением затрат на металл.

Технико-экономический анализ действующих технологических процессов штамповки деталей типа тел вращения в прессовых цехах машиностроительных предприятий показывает наличие резервов снижения расхода металла при их изготовлении.

В последнее время для штамповки осесимметричных деталей с отверстием в дне начали применять новый способ, включающий вытяжку, пробивку отверстия и дальнейшее формообразование детали за счет вытягивания металла из центральной части заготовки.

В данной работе представлены результаты дальнейшего усовершенствования этого способа штамповки, позволяющего значительно сократить затраты на металл при изготовлении ряда деталей автомобилей. Новая технология изготовления типа "маслоотражатель" предусматривает применение следующих операций: вырубка заготовки, формовка за счет местного утонения материала заготовки, пробивка отверстия, вытяжка-отбортовка, вырезка упроченного слоя и вторая вытяжка-отбортовка с получением детали требуемой высоты. Проведенные в условиях производства экспериментальные исследования дали положительные результаты.

Внедрение разработанной технологии при штамповке детали "маслоотражатель" обеспечивает снижение расхода металла на 17,0% по сравнению с действующей технологией.

Авторами данной работы продолжают исследования по установлению возможности использования новой технологии при изготовлении двух других деталей, предусматривающей частичное их формообразование за счет растяжения металла. Анализ показывает, что использование этого новшества обеспечивает снижение расхода металла на 10÷12%.

УДК 658 (075.8)

О ТЕОРИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН И ТРУДА **В.Е. Марченко, С.Е.Хинич**

При решении вопросов повышения эффективности действующего производства важнейшее место принадлежит внедрению средств автоматизации на всех этапах производственного процесса. Именно автоматизация, удаляя человека от непосредственного участия его в процессах изготовления заготовок, деталей и сборки изделий, позволяет разрабатывать и эксплуатировать автоматы и автоматические машины высокой

производительности. Поэтому научной базой автоматизации производственных процессов является теория производительности машин и труда. Она не только позволяет решать практические задачи разработки автоматизированного оборудования, но и анализировать и оценивать пути автоматизации, а также выбирать наиболее перспективные ее направления. Это возможно благодаря тому, что уравнения, связывающие показатели производительности машин и труда с технологическими, конструктивными, стоимостными, структурными и другими показателями оборудования, позволяют наряду с расчетами производительности и экономической эффективности анализировать варианты разрабатываемого оборудования, выбирать оптимальные параметры машин. Эта совокупность взаимосвязанных уравнений по технологическим и экономическим параметрам представляет собой математическую модель автоматов и автоматических линий; она позволяет количественно определить влияние любых технико-экономических параметров, как в прямом (от параметров машины до экономических показателей), так и в обратном направлениях, т.е. эта модель является реверсивной. В математической модели одним из определяющих вариационных параметров является время (сроки проектирования, службы, освоения новой техники), поэтому теория производительности позволяет количественно анализировать процессы развития техники, перспективы технического процесса, в том числе процессы морального старения машин.

В теории производительности машин и труда затраты труда считаются важнейшим фактором и учитывают три его компонента:

- единовременные затраты прошлого труда - это труд, затраченный на создание машин, зданий и т.д.;
- текущие затраты прошлого труда - т.е. труд, затраченный на основные и вспомогательные материалы, запчасти, эл. энергию, инструмент, топливо и т.д., используемые при производстве изделий;
- текущие затраты живого труда - труд обслуживающих рабочих, которые используют средство для создания новых материальных ценностей.

Такое разделение затрат с учетом конкретных текущих эксплуатационных затрат позволяет определить уровень производительности труда в зависимости от типа производства, производительность труда на какой-либо операции или на рабочем месте, выработку на одного рабочего или при изготовлении изделия в целом.

Кроме того, это дает возможность показать, что автоматизация снижает затраты живого труда при увеличивающихся затратах прошлого труда, ведет к уменьшению общей суммы труда, заключенного в изделии - именно в этом смысл повышения производительности труда.

УДК 621.981

СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КРОМКОВОЙ ВОЛНИСТОСТИ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ КОРЫТНЫХ И С-ОБРАЗНЫХ ПРОФИЛЕЙ В РОЛИКАХ

Ю.Н.Берлет, С.В.Филимонов

Изготовление широкополочных тонкостенных ($S < 1$ мм) профилей в роликах гибочно-прокатного стана методом интенсивного деформирования обычно сопровождается возникновением кромковой волнистости

периферийных элементов профилируемой заготовки (неустраняемого дефекта профиля).

Предотвращение кромковой волнистости возможно за счет увеличения жесткости подгибаемых полок на этапе разработки конструкции детали и анализа ее на технологичность. Этого можно достичь как за счет увеличения толщины детали, так и за счет уменьшения высоты подгибаемой полки профиля. Однако, первый вариант сопряжен с увеличением металлоемкости и, соответственно, с увеличением себестоимости продукции, а второй вариант часто бывает несовместим с функциональным назначением детали.

Поэтому наиболее приемлемым способом предотвращения кромковой волнистости корытных и С-образных профилей является увеличение жесткости периферийных элементов материала заготовки за счет формовки в первой паре роликов элементов жесткости (рис. 1,2).

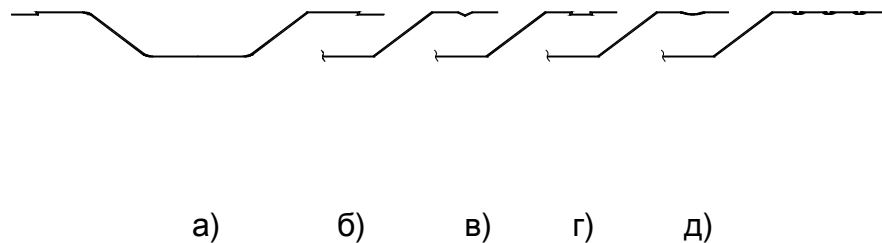


Рис.1. Элементы жесткости для профиля корытного типа

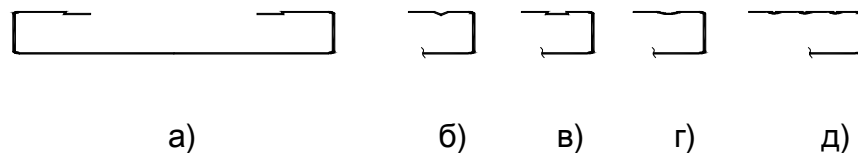


Рис.2. Элементы жесткости для С-образного профиля

Многолетний опыт работы ГП «Ульяновский НИАТ» в области холодного профилирования и проведенные исследования такого подхода позволили создать эффективные проектные процедуры технологической реализации метода интенсивного формообразования листовых профилей в роликах. При этом не происходит изменения эксплуатационных характеристик детали и увеличения металлоемкости (элементы жесткости выполняются за счет вытяжки материала заготовки). Традиционно профили подобной конфигурации изготавливаются за 10-18 технологических переходов формообразования. Применение метода интенсивного деформирования и способа увеличения жесткости краевых элементов профиля позволило получить качественный профиль корытного типа с размерами 103x27x20x0.6 мм за 4 технологических перехода формообразования (применялся рифт по типу рис.1.а) и С-образный профиль с размерами 145x45x13x0.7 мм за 6 технологических переходов формообразования (применялся рифт по типу рис.2.в).

**СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ****Ю.В. Кирилин, Н.В. Еремин**

Цель работы заключалась в разработке методики расчета характеристик базовых деталей станков на примере стойки фрезерного станка мод. 654, для которого предварительно был проведен эксперимент, представляющий собой статические и динамические испытания стойки на стенде. Все расчеты проводились с использованием пакета прикладных программ ANSYS. Сложность задачи заключалась в построении расчетной модели, которая с одной стороны должна давать достаточно точный результат, а с другой – быть не очень сложной и не требовать использования больших машинных ресурсов.

Был предпринят поиск лучшей модели для расчета стойки станка. При этом был разработан ряд различных по сложности моделей. Во-первых была построена очень точная модель, где были учтены практически все элементы конструкции (ребра жесткости, литейные уклоны и т.д.). Количество конечных элементов (КЭ) модели составило порядка 15000 шт. Точность модели оказалась приемлемой. Так ошибка для статических расчетов в сравнении с экспериментальными данными для точек в продольном направлении составила $5 \div 20\%$. При проведении расчетов динамических характеристик ошибка по резонансной частоте модели составила порядка 2%, по резонансной амплитуде – порядка 20%. Однако, данная модель оказалась достаточно сложной и для ее решения потребовались значительные машинные ресурсы, что неприемлемо, ввиду того, что при наличии в несущей системе станка нескольких базовых деталей подобной конструкции задача может в принципе не решиться из-за нехватки машинных ресурсов. В связи с этим была разработана другая, более простая модель в которой было только выдержаны размеры модели и количество ребер жесткости, толщина стенки стойки и параметры ее поперечного сечения. Модель получилась более простой (количество КЭ модели - порядка 4000 шт.), что дало возможность провести ее динамический анализ. Расхождение с экспериментальными данными в статике при симметричном нагружении составляет $5 \div 20\%$, при ассиметричном нагружении – $6 \div 40\%$ (для различных точек поперечного сечения). Для динамического расчета ошибка по резонансной частоте составила 14%, по резонансной амплитуде колебаний – 6%.

С целью уменьшить количество КЭ в расчетной схеме стойки станка ее модель была упрощена путем удаления поперечных ребер (продольные остались) и компенсации их отсутствия увеличением толщины стенки. Для того, что бы установить достаточный размер стенки компенсирующий отсутствие поперечных ребер жесткости был проведен статический расчет при ассиметричном нагружении нескольких моделей толщина стенки которых изменяется от 18 до 38 мм. Анализ результатов проводился по значению перемещения в точке приложения силы. Наилучшие результаты имела модель с толщиной стенки 34 мм (ошибка составляет порядка 3%). Динамический расчет дал следующие результаты: резонансная частота - 54 Гц, резонансная амплитуда – $1,3 \cdot 10^{-6}$ м, что составляет расхождение с экспериментальными данными 14% и 18% соответственно. Достоинством предложенной модели является не только удовлетворительная сходимость с экспериментом, но и

приемлемое количество КЭ (порядка 600-700 шт.), что позволит в дальнейшем моделировать всю несущую систему станка в целом.

УДК 674.023:621.93

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА КОРОТКОХОДОВЫХ ПИЛОРАМАХ

А. А. Морозов, А. В. Шестернинов

В настоящее время объем распиловки бревен на доски и брусья при помощи пилорам составляет около 85 % от всей массы перерабатываемого леса.

В то же время значительную нишу парка этого оборудования занимают короткоходовые пилорамы с ходом пильной рамки 300÷350 мм. В случаях, когда высота пропила превышает длину хода пильной рамки, часть зубьев пилы не выходит из пропила и их впадины переполняются опилками. В результате происходит затирание и чрезмерный нагрев пилы, она теряет устойчивость, образуется волнистый пропила, что приводит к браку пиломатериалов. Одним из путей решения данной проблемы является обеспечение беспрепятственного выхода части опилок между полотном пилы и стенками пропила.

Для определения условий, облегчающих удаление стружки из впадин зубьев были проведены опыты по исследованию влияния способа и степени уширения зубьев, в которых применялись рамные пилы толщиной 2,2 мм, шириной 160 мм, шагом зубьев 26 мм, высотой зуба 18 мм. Уширение зубьев выполнялось плющением и разводом. Величина уширения на разных пилах изменялась от 0,7 до 1,1 мм. Распиливались бревна из сосны диаметром 470÷530 мм в вершинной части. Эксперименты проводились на пилораме КРС с ходом пильной рамки 360 мм. Величина посылки при всех опытах составляла 2,7 мм.

Эксперименты показали, что при использовании пил с плющенным зубом процесс пиления приходилось прерывать уже после 30÷50 см пути, пройденного пилами в бревне. Пилы перегревались и теряли устойчивость, резко уходили в сторону от прямолинейной траектории. Наблюдения показали, что при таком способе уширения зубьев (широко рекламируемом заводами-изготовителями плющильных станков и рекомендуемом в литературных источниках) резко возрастают силы трения и тепловыделение при резании. При использовании пил с разведенными зубьями удаление опилок из зоны резания существенно улучшается. Это связано с тем, что сечение стружки срезаемой разведенными зубьями имеет ступенчатую форму в отличие от прямоугольного сечения, получаемого при работе плющеными зубьями. При этом стружка легче дробится на более мелкие фракции, что позволяет ей просыпаться между стенками пропила и полотном пилы. Так было получено, что наиболее благоприятные условия для удаления стружки создаются при величине развода зубьев 0,7÷0,74 мм вопреки рекомендуемым в литературе 0,9÷1,1 мм. Это объясняется тем, что при этой величине развода сечение стружки имеет такую форму, которая предопределяет минимальные энергетические затраты на ее разрушение. О рациональной величине развода свидетельствует и волнистость пропила. При разводе 2,7 мм волнистость не превысила ± 2 мм на всей длине бревна.

Результаты проведенных исследований позволили выявить следующее: а) распиловка древесины на короткоходовых пилорамах пилами с плющеными зубьями менее эффективна чем пилами с разведенными зубьями; б) выявлено противоречие с рекомендациями литературных источников в том, что увеличение развода приводит к облегчению процесса пиления; величина развода имеет оптимальные значения; в) дробление срезаемой стружки на более мелкие фракции зависит от соотношения посылки и величины развода.

УДК 621.9.025

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ И ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ **А.В.Циркин**

Нанесение износостойких покрытий (П) является эффективным и широко распространенным методом повышения работоспособности режущего инструмента (РИ). Однако, эффективность РИ с П на различных операциях механообработки неодинакова. В частности, при прерывистом резании эффективность такого РИ снижается в 1,5-2 раза по сравнению с непрерывным резанием.

Многослойные покрытия (МП) позволяют существенно повысить стойкость РИ по сравнению с однослойными. Определение требований к П и принципов их конструирования можно проводить на основе анализа механизма износа РИ. Как известно, износ РИ сопровождается диффузионными и окислительными процессами, которые оказывают существенное влияние на его работоспособность. С этой точки зрения конструкция МП должна включать как слои, обеспечивающие снижение тепловыделения при резании и высокую адгезионную связь с инструментальной основой, так и слои, сдерживающие протекание диффузионных и окислительных процессов.

Исходя из сказанного, предлагается следующий принцип построения МП.

Покрытие должно включать 3-4 слоя простых и сложных нитридов и карбонитридов тугоплавких металлов IV-VI групп Периодической системы, каждый из которых выполняет определенные функции в составе композиции. Наружный слой снижает тепловыделение в контакте «РИ – обрабатываемый материал». Второй слой сдерживает диффузию кислорода и железа в РИ и углерода и кобальта из РИ в стружку. Нижний слой предназначен для обеспечения высокой адгезии П к основе и должен иметь высокий уровень сжимающих напряжений. Последнее является необходимым условием для РИ, работающего в условиях прерывистого резания. Четвертый (промежуточный) относительно "мягкий" слой предназначен для рассеивания энергии при прорастании трещин через материал П, а также для создания дополнительных границ распространению трещин.

Материал и толщину антидиффузионного слоя предлагается выбирать на основе исследования диффузии в контактной зоне РИ и стружки.

Диффузия элементов в твердых телах подчиняется 2-му закону Фика (1).

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \nabla^2 c, \quad (1)$$

Решение уравнения Фика для слоя конечной толщины позволяет количественно оценить диффузионный износ РИ с П. Для этого необходимо

экспериментально определить коэффициенты диффузии элементов в материале П, используя методику, описанную в работе [1].

Решения уравнений с рассчитанными значениями коэффициентов диффузии позволят количественно оценить интенсивность диффузионного и окислительного изнашивания РИ с П и разработать рекомендации по выбору материалов слоев П и назначению их толщины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криштал М.А. Механизм диффузии в железных сплавах. М.: Металлургия, 1966. – 400 с.

УДК 621.9.025

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ С АДГЕЗИОННЫМИ ПОДСЛОЯМИ

А.В. Рандин, Р.С. Шакиров

Одним из методов повышения работоспособности режущего инструмента является нанесение на его рабочие поверхности износостойких покрытий методом КИБ. В настоящее время наиболее широко применяется инструмент с однослойным покрытием TiN толщиной 5 – 6 мкм. Однако в ряде случаев эффективность инструмента невелика из-за нестабильности характеристик износостойкого покрытия вследствие невыполнения условий технологического процесса его конденсации, недостаточной прочности сцепления покрытия с инструментальной основой и прочности самого покрытия. Кроме того, изменение физико-механических свойств на границе между покрытием и инструментальной основой носит ярко выраженный ступенчатый характер, что приводит к появлению высоких остаточных напряжений, способствующих снижению прочности сцепления покрытия с основой и, как следствие, стойкости режущего инструмента при его эксплуатации.

Наличие между покрытием и инструментальной основой промежуточного адгезионного подслоя, химический состав которого близок к материалу как покрытия, так и основы, может повысить прочность сцепления покрытия с основой и, тем самым, стойкость инструмента.

Наносили покрытие TiN на неперетачиваемые шестигранные пластины из быстрорежущей стали Р6М5. Толщину адгезионного подслоя из чистых металлов, а также их нитридов изменяли от 1,5 до 3 мкм в общей толщине покрытия, равной 6 мкм.

Установлено, что формирование адгезионного подслоя перед нанесением основного покрытия способствует изменению адгезионно-прочностных свойств композиции «покрытие – инструментальная основа». Рентгеноструктурными исследованиями на дифрактометре «ДРОН – 3» установлено, что наличие адгезионного подслоя оптимальной толщины ведет к снижению остаточных напряжений в композиции и повышению прочности сцепления покрытия с инструментальной основой, о чем свидетельствует снижение коэффициента отслоения, определяемого методом непрерывного вдавливания алмазного индентора, на 20 – 40%.

Величина микротвердости покрытия при наличии адгезионных подслоев практически не изменяется.

Стойкостные испытания проводили на токарном станке 16К20, оснащенный приводом бесступенчатого регулирования частоты вращения

шпинделя. Обработывали заготовки из сталей 30ХГСА и 12Х18Н10Т. Исследования показали, что применение подслоев повышает стойкость инструмента в 1,5 – 2,2 раза в зависимости от режимов резания и свойств обрабатываемых материалов по сравнению с инструментом, имеющим покрытие TiN, полученное по традиционной технологии.

Таким образом, нанесение износостойких покрытий с адгезионными подслоями на рабочие поверхности режущего инструмента является перспективным методом повышения его работоспособности.

УДК 621. 9.02(075)

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ НА РЕЖУЩИЕ СВОЙСТВА ИНСТРУМЕНТА НА ОПЕРАЦИИ ТОЧЕНИЯ

А.А. Ермолаев

Одним из путей повышения работоспособности режущего инструмента является применение покрытий многослойного типа. Многослойная композиция может сочетать в себе свойства отдельных ее слоев, которые могут обладать совершенно различными свойствами. Поэтому важно знать как влияет состав и строение многослойного покрытия на его структурные параметры и механические свойства, определяющие режущие свойства инструмента с данным покрытием.

Исследования многослойных покрытий на основе нитрида и карбонитрида титана показали, что состав и строение многослойного покрытия отражаются на его структурных параметрах и механических свойствах. Так увеличение толщины слоя TiCN в общей толщине покрытия сопровождается ростом периода кристаллической решетки, остаточных напряжений сжатия и снижением показателя текстурированности покрытия. В тоже время увеличение доли слоя TiCN ведет к росту микротвердости и коэффициента отслоения покрытия. Строение же покрытия (взаимное расположение слоев) не влияет на характер изменения параметров, а лишь сказывается на их уровне.

Исследования интенсивности износа твердосплавного режущего инструмента с многослойными покрытиями на операции точения показали, что в увеличении износостойкости большую роль играет строение покрытия. Рассмотрим в качестве примера две двухслойные композиции, имеющие одинаковую долю слоя TiCN, но различное взаимное расположение слоев (табл. 1).

Таблица 1

№	Покрытие*	Остаточные напряжения, МПа	Коэффициент отслоения	Микротвердость, ГПа	Интенсивность износа, мм/м*10 ⁻⁸	
					Ч	П/ч
1	TiN(4)-TiCN(2)	-(1900±30)	1,3±0,2	23,7±0,3	3,7±0,3	4,8±0,3
2	TiCN(2)-TiN(4)	-(1800±30)	1,5±0,2	22,5±0,4	6,5±0,3	8,6±0,3

1. Инструментальный материал – МК8.

2. * В скобках указана толщина слоя в мкм.

Можно заметить, что первая композиция имеет чуть больший уровень остаточных напряжений сжатия, а следовательно и микротвердость, и чуть меньшее значение коэффициента отслоения материала покрытия. При этом она обеспечивает почти двукратное превосходство по интенсивности износа, чем вторая композиция на операциях чистового (Ч) и получистового (П/Ч) точения конструкционной стали 30ХГСА. С увеличением скорости и подачи это превосходство растет.

Таким образом, можно сделать вывод, что состав и строение многослойного покрытия оказывают влияние на структурные параметры, механические и режущие свойства инструмента с покрытием. Причем небольшое изменение структурных параметров и механических свойств покрытия может привести к значительному увеличению работоспособности инструмента с покрытием.

УДК 625.143

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕПЛЕНИЯ РОЛИКОВ ПРИВОДА ПОДАЧ РЕЛЬСОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА НА РАВНОМЕРНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ РЕЛЬСА

Р. И. Каюмов, А. В. Шестерников

В современных условиях рыночной экономики и жесткой конкуренции очень остро встает вопрос о повышении коэффициента использования рельс железнодорожного транспорта. Одним из наиболее простых решений данной проблемы является многократное восстановление дорожек катания изношенных рельс на рельсофрезерных станках, разрабатываемых в настоящее время в "Комплекс-Центре" г. Ульяновска. Изношенные рельсы имеют ряд дефектов, одним из которых является их кривизна. В связи с этим при перемещении рельса в приводе подач станка могут возникать различные силы трения и сопротивления, обуславливающие неравномерность его движения. Поэтому при проектировании станка было предложено исследовать три возможные схемы крепления ведущих роликов в приводе подач рельсофрезерного станка: все ведущие ролики плавающие; часть ведущих роликов плавающие; все ведущие ролики жесткие. На рисунке 1 представлена схема движения рельса в приводе подач станка. Здесь N_1 и N_4 – ведущие пары роликов, которые за счет сил трения перемещают рельс, а N_2 и N_3 – опорные пары роликов, обеспечивающие базирование рельса в зоне обработки. Исследования проводились при различных давлениях роликов на рельс, создаваемых усилиями поджима F .

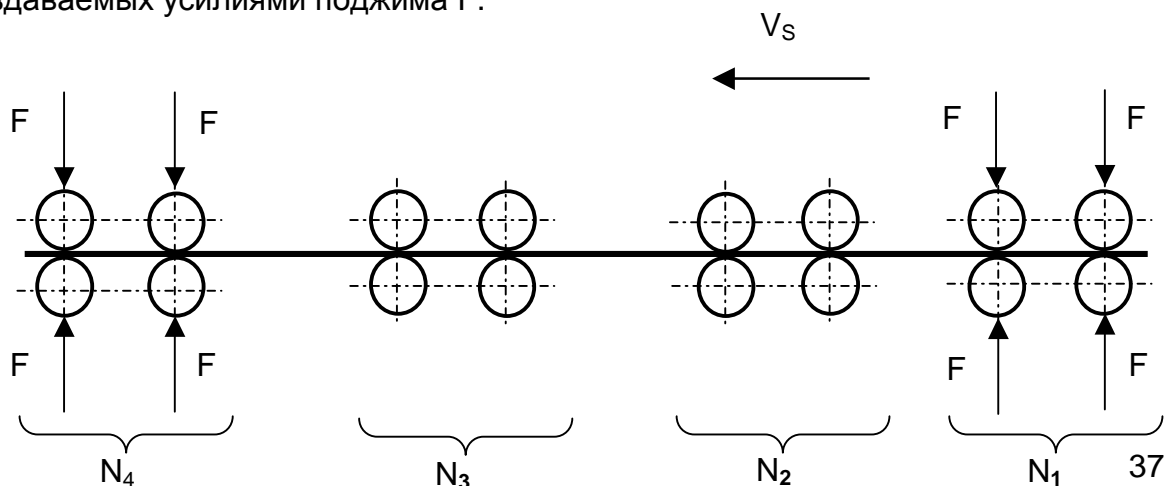


Рис.1 Схема движения рельса в приводе подач

При испытаниях фиксировались силы трения и силы сопротивления перемещению рельса. В результате проведенных исследований были получены зависимости сил трения и сил сопротивления от кривизны рельса. Было установлено максимальное допустимое значение кривизны рельса подвергаемого обработке. Анализ экспериментальных данных по силовым факторам позволил выбрать наилучший вариант крепления роликов. Им оказалась схема, где часть ведущих роликов была плавающей. Результаты проведенной работы позволили выбрать наиболее оптимальную конструкцию тягового устройства привода подач проектируемого рельсофрезерного станка.

УДК.621.923

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛИРОВАНИЯ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

П.В.Дубровский, Н.В.Глухова, А.С.Чижиков

Из соображения повышения качества, надежности и долговечности изделий в авиа- и машиностроении в настоящее время все более широкое применение находят коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали. Эти стали обладают наряду с большим комплексом специальных свойств (теплостойкость, способность образовывать качественные сварные соединения и др.), прочностью, еще и устойчивостью к электрохимической, химической, межкристаллитной и другим видам коррозии.

Однако плохая обрабатываемость резанием (особенно при шлифовании и полировании, как показал производственный опыт) в некоторой степени ограничивает применение данных сталей в авиа- и машиностроении. Причиной тому служит высокие показатели затрат и трудоемкости, что значительно повышает себестоимость готового изделия.

Поэтому в настоящее время остро стоит вопрос улучшения обрабатываемости нержавеющей сталей, в том числе и за счет усовершенствования технологии обработки.

Формирование эксплуатационных свойств и качества поверхностного слоя деталей машин осуществляется в значительной степени на заключительных (финишных) операциях механической обработки и за счет отделочных работ.

Коррозионная стойкость полированной поверхности значительно выше, чем, например, шлифованной. Потому в процессе отделки деталей из нержавеющей сталей следует добиваться высокой чистоты поверхности и полного сглаживания мельчайших неровностей.

Неудаленная окалина, всякого рода загрязнения, плохая отделка поверхности детали резко снижает коррозионную стойкость металла. Потому с поверхности детали необходимо удалять полностью даже следы окислы и частички железа.

Одним из направлений повышения качества обработки деталей из нержавеющей сталей является полирование импрегнированными лепестковыми кругами. Импрегнирование лепесткового круга может осуществляться чистым парафином и парафином с добавками.

Однако технологические возможности импрегнированных лепестковых кругов пока мало изучены, а в исследованиях процесса обработки нержавеющей стали данным инструментом много «белых пятен». Данные обстоятельства сдерживают развитие применения лепестковых кругов в промышленности.

Поэтому необходимо проводить дальнейшие исследования в данной области.

УДК 621.9

БЕСПЛАЗОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

О.Ю.Завьялов, Д.Ю.Завьялов

Плазово-шаблонный метод вот уже более пятидесяти лет остается основным методом подготовки производства авиационной техники. Основными недостатками этого метода являются высокая трудоемкость и длительность цикла технологической подготовки производства, поскольку для запуска в производство самолета необходимо изготовить несколько сот плазов и десятки тысяч шаблонов.

В 80-е годы внедрение в авиационной промышленности систем геометрического моделирования позволило модифицировать этот метод и автоматизировать ряд трудоемких процедур.

Появление тяжелых CAD/CAM - систем позволяющих моделировать не только детали, но и сборочные единицы, создает предпосылки для перехода на бесплазовое производство. В основе метода бесплазовой увязки лежит возможность создания электронного макета (ЭМ) изделия, при этом процедуры увязки деталей по отдельным сечениям на плазах заменяются процедурами пространственной увязки на электронных макетах.

Попытаемся сформулировать основные принципы системы бесплазовой подготовки производства.

1. ЭМ становится эталоном хранения геометрической информации об изделии и используется как средство пространственной увязки сопрягаемых элементов конструкции.
2. ЭМ используется как первоисточник информации для получения моделей и электронных документов системы бесплазовой подготовки производства:
 - а) электронных чертежей (ЭЧ).
 - б) технологических электронных макетов (ТЭМ), содержащих часть геометрической информации, необходимой для решения конкретной технологической задачи.
3. Значительную часть шаблонов все равно придется делать (бесплазовое - не значит бесшаблонное), поскольку изготовление и контроль элементов конструкции будет на первых порах осуществляться по традиционной технологии.
4. Проектирование технологических процессов будет осуществляться с использованием прикладных систем, причем исходная информация об изделии будет передаваться в виде технологических электронных макетов и чертежей и поддерживаться интегрированной информационной средой подготовки производства.

Вложив деньги CAD/CAM-системы и не получив ожидаемой отдачи в реальном проектировании и подготовке производства, многие предприятия начинают понимать, что проблема является комплексной. Многие решения невозможно купить - их необходимо разрабатывать в рамках научно-

исследовательских и опытно конструкторских работ. Приоритеты финансирования следует смещать в сторону создания и отработки методик моделирования процессов конструирования и подготовки производства, информационного обмена между этапами жизненного цикла, разработки прикладных систем и баз данных конструкторско-технологического назначения.

УДК 621.952

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК

С.А.Кобелев, Д.Г. Вольсков, О.В.Щеклеина

Явление акустической эмиссии заключается в генерации акустических сигналов в образце металла, нагруженного до напряжения, превышающего предел упругости [1]. По литературным данным источником этих сигналов являются движущиеся дислокации.

Известно, что ультразвуковые колебания (УЗК), накладываемые на деформируемый образец, приводят к снижению усилия, вызывающего, например, предел текучести может быть значительно снижен [2]. При этом амплитуда УЗК должна быть значительной, энергетические затраты на генерацию УЗК и передачу их на металлический образец сравнимы с затратами энергии на растяжение испытываемого образца.

Авторы исследовали обратимость явления акустической эмиссии, то есть возможность влияния на миграцию дислокаций, а следовательно на энергозатраты на процесс пластической деформации путем излучения УЗК на частотах акустической эмиссии.

В качестве критерия энергозатрат использовали предел текучести стальных заготовок $\sigma_{02}, \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$.

В процессе проведения опытов также регистрировали относительное удлинение ε в %.

Экспериментальные образцы из стали 20 и стали 45 изготавливали по ГОСТ 1050-74.

Опыты проводили на разрывной машине модели 1185 фирмы «Instron» (Великобритания).

В качестве источника ультразвуковых колебаний использовали ультразвуковые дефектоскопы «Bondtester-70» модель М80-0113 фирмы «Fokker» (ФРГ) и отечественный УД2-12. По литературным данным [1] наибольшая спектральная плотность акустической эмиссии наблюдается в полосе частот 1-10 МГц, поэтому исследования проводили на частотах 1,25 МГц; 1,79 МГц; 2,5 МГц; 5 МГц; 10 МГц. Интенсивность зондирующих импульсов 90 Дб. УЗК накладывали в осевом и поперечном направлении. Параметры акустической эмиссии фиксировали визуально по осциллоскопу и стрелочному прибору дефектоскопов.

Анализ диаграмм растяжения образцов во всем исследованном диапазоне параметров показал, что УЗК на частоте акустической эмиссии не приводят к снижению предела текучести материала образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бунина Н.А. Исследование пластического деформирования металлов методом акустической эмиссии. – Ленинградский госуниверситет, 1990.–156 с.
2. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. И.П.Голяминой. – М.: Сов. энциклопедия, 1979

УДК 658.512

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА «ТЕХНОПРО»

С.А.Кобелев, О.Ю.Завьялов

Система «ТехноПро» предназначена для проектирования операционных маршрутно-операционных и маршрутных ТП, включая формирование маршрута, операций и переходов, с выбором оборудования, приспособлений подбором инструментов, формированием текста переходов, расчетом размерных цепей, режимов обработки и норм времени на изготовление.

Информационные средства системы разделены на четыре взаимосвязанных базы данных : базу конкретных ТП, базу общих ТП, базу условий и расчетов и информационную базу.

Входная информация для проектирования ТП может быть получена из чертежей выполненных в электронном виде на базе системы «Т-jlex».

Продукт фирмы «Топ системы» представляет собой на сегодня «полуфабрикат» то есть база данных достаточно примитивна : работа в автоматическом режиме возможна лишь по деталям типа «ступенчатый вал», база конкретных технологических процессов неразвита, база данных по оборудованию, технологическому оснащению и инструментам бедна и ограничивает возможности проектирования.

Поэтому мы вначале насытили базу данных информацией по базовому предприятию ЗАО «Авиастар-СП». Производственная среда базового предприятия предполагает, в основном, разработку маршрутных ТП, без классификации деталей на конструктивно-технологические группы, что сдерживает развитие базы общих технологических процессов.

Разработку методических указаний вели на базе справочного руководства для пользователя пакета «ТехноПро», разрабатывая для каждого вида работ конкретные примеры с подробным комментарием по постоянному электронным чертежам в системе «Т-jlex» и по проектированию ТП во всех вариантах.

В базе условий и расчетов на первом этапе предполагаем выбор параметров из таблиц, а на втором этапе планируем разработку алгоритмов расчета режимов резания, норм времени и межпереходных размеров в формате DBF.

УДК.629.73.002.2.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОНКОЙ РАСТЯНУТОЙ ПОЛКИ

И.М.Колганов, П.Н.Куприн

Перспективы развития авиакосмических технологий предусматривают ужесточение требований ко многим критериям работоспособности, в частности гнутых профилей, применяемых в качестве силового набора оболочковых конструкций летательных аппаратов. При профилировании методом стесненного изгиба создание сжимающих усилий в замкнутом калибре валковой пары позволяет уменьшить допустимое значение радиуса изгиба, но при этом возникает опасность разрушения не только в очаге деформации, но и в зоне передачи усилия, там же возможна и потеря устойчивости[1].

Анализ подходов к решению задачи устойчивости процессов формообразования и их результаты позволяют заключить, что точное решение такой задачи при пластических деформациях ее срединной поверхности трудоемко, экспериментальные данные имеют широкий разброс; решение задачи в упрощенных постановках, рассматривающих упругую устойчивость стержня или пластины, может быть использовано как первое приближение [2]. Сжимаемый участок тонколистовой заготовки представлен в виде удлиненной пластины, сжатой с торца длинной стороны a распределенными силами q на участке длины контактной зоны L_k , определенной из геометрических параметров заготовки валков. На осевой линии валков пластина шарнирно оперта по короткой стороне b , а примыкающая к ней длинная сторона заделана. Остальные две стороны свободны. Критические напряжения $q_{кр}$, при которых происходит потеря устойчивости сжатой полки, определены через геометрические параметры заготовки и роликового инструмента. В дополнение к модели определена зависимость относительных продольных деформаций растяжения кромки полки от амплитуды и длины волны краевой волнистости, образовавшейся в процессе профилирования. Предложенная модель позволяет оценить максимальную ширину заготовки B_{3max} , при которой амплитуда волнистости периферийных участков не выходит за пределы допуска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование формоизменяющих операций листовой штамповки / В.И.Ершов, В.И.Глазков, М.Ф.Каширин. - М.: Машиностроение, 1990. - 312 с.
2. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением / Ю.Г.Гуляев, С.А.Чукмасов, А.В.Губинский. - Киев: Наукова думка, 1986. - 240 с.

УДК 629.73.002.2

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

И.М. Колганов, П.Ю. Пакшин, А.В. Киселев

Специфика научно-технического прогресса предопределяет необходимость постоянного конструктивно-технологического совершенствования летательных аппаратов (ЛА). Основной тенденцией развития современной авиации является создание высокоэкономичных ЛА.

Одним из путей решения данной проблемы является внедрение в конструкцию ЛА профилей, гнутых из листовых материалов.

Гнутые профили обладают рядом важных преимуществ. По своим механическим характеристикам и технологичности они предпочтительнее пресованных и горячекатаных профилей [1], широко используемых в конструкциях эксплуатируемых в настоящее время машин. Применение гнутых профилей, изготовленных из алюминиево-литиевых материалов, увеличивает эффективность конструкций ЛА.

Алюминиево-литиевые сплавы являются единственными из алюминиевых сплавов, способными выдержать конкуренцию с полимерными композиционными материалами (ПКМ). В целом, объем применения алюминиевых сплавов неуклонно падает, в то же время как использование алюминиево-литиевых сплавов в силовых конструкциях ЛА растет. На первом этапе создания алюминиево-литиевых сплавов ставится задача замены ими всех традиционных алюминиевых сплавов; на втором этапе – создание посредством легирования их различными элементами новых алюминиево-литиевых сплавов, обладающих комплексом характеристик, которые невозможно пока получить для алюминиевых сплавов. По прогнозам специалистов консорциума Airbus Industrie, объем применения алюминиево-литиевых сплавов в конструкциях коммерческих самолетов следующего поколения достигнет 30-40%.

Алюминиево-литиевые сплавы сопоставимы по своим механическим характеристикам с ПКМ, в то же время они не требуют внедрения в производство новых технологий, позволяя использовать традиционную авиационную технологию. Применение гнутых профилей, изготовленных из алюминиево-литиевых материалов, ощутимо увеличит функциональную эффективность силовых конструкции ЛА, так как позволит снизить массу конструкции на 10-12% за счет меньшей массовой плотности сплавов и одновременно увеличить ресурс до 50-60 тыс.ч [2].

Хотя алюминиевые сплавы, легированные литием, являются труднодеформируемыми, применение термомеханической обработки позволит не только изготовить кондиционные гнутые профили с прочностными характеристиками, выдержанными на уровне традиционных высокопрочных алюминиевых сплавов, но и получить детали с заданным комплексом механических свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производство гнутых профилей (оборудование и технология) / И. С. Тришевский, А. В. Юрченко, А. В. Марьин и др. – М.: Металлургия, 1982. – 384 с.
2. Колганов И.М. О достижениях и перспективах развития стесненного изгиба // Состояние и перспективы изготовления и применения листовых профилей в изделиях отрасли. – НИАТ, 1992. – С.5–10.

УДК 629.735.33

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ

И.И.Плетинь, А.Г.Попов

В современных самолетах постоянно увеличивается доля конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ). Обладая рядом несомненных преимуществ по сравнению с металлическими конструкциями, можно утверждать что в конструкциях из ПКМ встречаются и типичные недостатки, которые в основном обусловлены слабыми знаниями конструкторов в технологии переработки ПКМ.

На этапе освоения новых самолетов, а также при совершенствовании отдельных узлов и агрегатов, на серийном авиационном заводе технологи занимаются анализом авиационных конструкций из ПКМ на технологичность.

В настоящее время в технической литературе отсутствуют сведения о возможных способах оценки технологичности авиационных конструкций из ПКМ, что делает работу конструкторов и технологов субъективной и

бессистемной. Как следствие удачные технические решения часто не используются, а заведомо неудачные конструкции из ПКМ встречаются в ряде моделей самолетов.

В данной работе предпринята, по нашему мнению, одна из первых попыток предложить набор коэффициентов для количественной оценки технологичности авиационных конструкций из ПКМ.

1. Коэффициент технологичности по материалам K_M вводится для учета числа основных материалов и их технологических свойств, при этом делается поправка на размеры и массу конструкций.
2. Коэффициент технологичности по формованию K_Φ определяется исходя из числа циклов формования в термопечах и автоклавах, а также из количества специальной технологической оснастки необходимой для формования.
3. Коэффициент технологичности по геометрической форме K_Γ отражает сложность поверхности, наличие малых радиусов изгиба, наличие внешних углов и т.п.

Для рациональных технических решений значение коэффициентов принимается за единицу, а усложнение конструкции приводит к уменьшению их значений.

Результатирующий коэффициент технологичности K_T определяется как

$$K_T = K_M \cdot K_\Phi \cdot K_\Gamma$$

Для уточнения формул по определению коэффициентов технологичности предстоит рассмотреть конструкции из ПКМ изготавливаемые на АО «Авиастар», а также сведения по авиационным конструкциям из ПКМ ведущих зарубежных самолетостроительных фирм.

УДК 667.63:658.562

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА

А.Г.Попов, М.Ю.Индигов

Сооружение мостового перехода через Волгу в г.Ульяновске сопряжено с решением множества сложных технических вопросов, один из которых – лакокрасочные покрытия (ЛКП), обеспечивающие защиту металлических конструкций от коррозии и старения не менее, чем на 10 лет. Для выбора системы ЛКП летом 1999 года были окрашены отдельные участки металлоконструкций различными лакокрасочными материалами, По истечению 10 месяцев Ульяновскому государственному техническому университету совместно с ГП «Ульяновскавтодор» были проведены сравнительные испытания опытных окрашенных участков металлоконструкций мостового перехода на стойкость в атмосферных условиях [1].

Исследование ЛКП проводилось на металлоконструкциях, размещенных на монтажных участках по следующим методам [2]:

1. Измерение толщины покрытий переносным толщиномером МТ-41НЦ-М;
2. Определение адгезии решетчатыми параллельными надрезами;
3. Оценка защитных свойств покрытия по внешнему виду.

Сравнительные исследования грунтовочных покрытий из цинконаполненных ЛКМ ЦВЭС, ЦИНОЛ, ЦИНОТАН, эпоксидной грунт-эмали Гремируст, немецкого грунта Stulpaint показали, что наилучшими адгезией и атмосферостойкостью обладают покрытия из ЦИНОТАНа. Используемые

при испытаниях покрывные материалы : эмаль ХВ-785, краска АЛПОЛ и эмаль ВИНКОЛОП, а также композиция ЦИНОЛ с титаном показали низкую атмосферостойкость и недостаточную адгезию с грунтовочными слоями, и подбор покрывных ЛКМ должен быть продолжен.

Настоящие исследования ЛКП на стойкость в атмосферных условиях выполнялись дополнительно к ускоренным испытаниям на стойкость к воздействию климатических факторов, проводимых в специализированной лаборатории ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС)», г.Москва по заказу ГП «Ульяновскавтодор» и результаты исследований показали близкое совпадение с данными лабораторных испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 6992-68 Покрываютия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость в атмосферных условиях – М.: Издательство стандартов, 1988. – 24 с.
2. Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование : Справ. изд. / А.М.Елисаветский и др. М.: Химия, 1992. – 416 с.

УДК 666.189.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ В АВТОКЛАВАХ

А.Г.Попов, Д.А.Попов

При решении вопросов по размещению технологической оснастки с отверждаемыми конструкциями из полимерных композиционных материалов (ПКМ) в камере автоклава, а также для выбора режимов работы нагревателей и вентилятора автоклава, необходимо рассчитывать время выхода на режим термостатирования.

На длительность нагрева технологической оснастки с конструкцией из ПКМ оказывают влияние следующие факторы:

1. Конструкция технологической оснастки, на которой происходит отверждение конструкции из ПКМ.
2. Скорость и характер движения воздуха в камере автоклава.
3. Состав технологического пакета (конструкция цулаги, толщина дренажного слоя и т.п.).
4. Параметры отверждаемой конструкции из ПКМ (марка материала, толщина, наличие сотового заполнителя и т.д.).

Автоклав является сложным технологическим оборудованием, технические характеристики которого изменяются в процессе эксплуатации, что также следует учитывать при расчете времени нагрева. Процесс нагрева конструкций из ПКМ условно можно разделить на внешнюю задачу – теплообмен между воздухом и технологической оснасткой, и внутреннюю задачу – передачу теплоты от поверхности технологической оснастки к отверждаемой конструкции из ПКМ [1].

Основным механизмом передачи теплоты от воздуха к технологической оснастке является конвективный теплообмен, расчет которого возможен только на основе экспериментальных исследований с использованием теории подобия.

Внутренние задачи передачи теплоты к отверждаемой конструкции из ПКМ может быть решена методами нестационарной теплопроводности.

Теплопроводность в многослойной конструкции описывается нелинейным параболическим уравнением в частных производных:

$$\tilde{N} \frac{\partial \dot{\theta}}{\partial \tau} - \frac{\partial}{\partial \delta} \left(\lambda \frac{\partial \dot{\theta}}{\partial \delta} \right) = 0 \quad (1)$$

где $C = C(T)$ – удельная теплоемкость;

$\lambda = \lambda(T)$ – коэффициент теплопроводности.

В качестве граничных условий принимаются условия 3 рода:

$$q = \alpha(T_a - \dot{\theta}_i) \quad (2)$$

где α – коэффициент теплоотдачи между воздухом и поверхностью техно-логической оснастки;

$T_a = T_a(\tau)$ – температура воздуха;

$T_n = T_n(\tau)$ – температура поверхности технологической оснастки.

В процессе численного решения уравнения (1) многослойную систему разбиваем на множество малых отрезков Δx_i . Процесс нагрева разбивается на множество малых интервалов Δt_k . на каждом интервале Δt_k рассчитывается уравнение (1) методом разностных схем и последующим определением изменения температуры каждого отрезка Δx на величину ΔT_i . Последовательно рассчитывая временные интервалы достигаем температуру термостатирования T_H конструкции из ПКМ и определяем время нагрева t_H .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированные производства изделий из композиционных материалов / В.С.Балакирев и др. – М.: Химия, 1990. – 240с.

УДК 658-512.011.56.005:621

ВЕРИФИКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ И СИСТЕМАМИ

П.М.Попов, С.П.Попов

Рассмотрим проверки сравнением (верификацию) на примере одного из методов определения **оптимальности** системы на примере гражданского объекта – системы «Автомобиль» с электронной системой управления двигателями (ЭСУД). Например, для обоснования численной оценки степени неопределенности системы (ЭСУД) можно принять, что к моменту диагностирования и анализа система может иметь m равновероятностных технических состояний, вероятность любого i -го состояния $p_i = 1/m$.

С одной стороны численная характеристика степени неопределенности системы зависит от числа m состояний :

$$H(X) = \varphi(m) = \varphi(m_1 m_2 \dots m_n)$$

С другой стороны, вполне можно принять, что степень неопределенности всей системы равна сумме неопределенности всех ее узлов и подсистем

$$\varphi(m) = \varphi(m_1) + \varphi(m_2) + \dots + \varphi(m_n)$$

или

$$\varphi(m_1 m_2 \dots m_n) = \varphi(m_1) + \varphi(m_2) + \dots + \varphi(m_n).$$

В математике такими свойствами обладает логарифмическая функция :

$$\log ab = \log a + \log b$$

Поэтому

$$H(X) = \log m = \log(m_1 m_2 \dots m_n) = \log m_1 + \log m_2 + \dots + \log m_n.$$

При равновесных состояниях отдельно взятое состояние с вероятностью $1/m$ внесет неопределенность в результаты диагностирования и анализа. По значению неопределенность отдельно взятого состояния составит $1/m \log m$, или :

$$-(1/m) \log(1/m), \text{ или } -P_i \log P_i.$$

При $P_1 \neq P_2 \neq \dots \neq P_i$ каждое i -е состояние системы вносит неопределенность, равную $-P_i \log P_i$, а общая неопределенность $H(X)$ технических состояний системы равна сумме неопределенностей каждого из m состояний :

$$H(X) = (-P_1 \log P_1 + P_2 \log P_2 + \dots + P_i \log P_i),$$

где m - число вероятностных технических состояний системы;

P_i - вероятность того, что объект X при диагностировании примет i -е техническое состояние.

Эту сумму $H(X) = \sum_{i=1}^m -P_i \log P_i$ принимают мерой общей

неопределенности системы диагностирования по возможным техническим состояниям и называют энтропией. Вероятность исправного состояния $P(\ell)$ и неисправного $1 - P(\ell)$ зависит от пробега. Таким образом $P_1 = P(\ell)$,

$P_2 = 1 - P(\ell)$. Поскольку энтропия : $H(X) = \sum_{i=1}^m -P_i \log P_i$,

то в данном случае

$$H(X) = \sum_{i=1}^m -P_i \log P_i = (P_1 \log P_1 + P_2 \log P_2) = \{[P(\ell) \log P(\ell)] + [1 - P(\ell)] \log [1 - P(\ell)]\}.$$

Тогда энтропия системы (ЭСУД) с одинаковой вероятностью может иметь одно из двух возможных состояний и потому :

$$P_i = \frac{1}{m} = \frac{1}{2}; \quad H(X) = -\left[\left(\frac{1}{2} \right) \log_2 \left(\frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{2} \right) \log_2 \left(\frac{1}{2} \right) \right] = -\log_2 \frac{1}{2} = \log_2 2 = 1 \text{ и т.д.}$$

УДК 621.96/98/075.8

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ ПО СКВОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЦЕПОЧКЕ

П.М.Попов, С.П.Попов

С научно-технической и инженерно-психологической точек зрения компьютер (или ЭВМ) – это совокупность комплекса технических средств и интеллектуальных методов обмена данными, и правил, обеспечивающих взаимоувязку всех компонентов в этой технической системе, а также требований к средствам передачи и обработки информации по алгоритму,

составленному пользователем (или потребителем). Поэтому, подготовка специалистов в высшей технической школе по сквозной компьютерной цепочке приобретает весьма значимую актуальность. для автоматизированного проектирования, например, технологических процессов для изготовления **технического продукта** (в т.ч. самолета) необходимы навыки работы специалистов не только на компьютере, но необходимы навыки формирования проектно-технологических функций, то есть **полезных действий и свойств** объектов труда и производства. На основе которых и строится непосредственно технологический процесс.

Математически эту совокупность можно описать следующей интерпретацией :

$$T_{изг}^n = {}^\circ F\{X, D, Y\},$$

где $T_{изг}^n$ - технологический процесс изготовления изделия;

${}^\circ F$ - функция состояния или состава технологического процесса;

X - входные технологические функции (или исходные данные к технологическому процессу), где $X = f\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

D - действия (функции состояния), то есть производство изделия, где $D = f\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$;

Y - выходные параметры технологического процесса, то есть изделие, где $Y = f\{y_1, y_2, \dots, y_n; y'_1, y'_2, \dots, y'_m\}$.

Суть обучения специалистов по сквозной компьютерной цепочке в данном случае заключается в том, что специалист (сегодняшний студент) априори должен уметь сформулировать **полезное действие и свойство** технического объекта (или изделия), над которым производится **действие**, то есть – идет процесс изготовления изделия. Проектно-технологическая и управленческая **функция** должна быть сформулирована **кратко, лаконично, абстрактно** и обязательно отражать **физический эффект** без привязки к объекту проектирования, то есть быть **универсальной и точной**. Все остальные процедуры при разработке технологических процессов в своей предметной области (например, в авиационном производстве) должен сформулировать специалист – **технолог**, а рутинную работу по взаимоувязке переходов и операций в единый технологический процесс по изготовлению конкретного изделия. должна уже формулировать автоматизированная система проектирования технологических процессов (например, САПР-КТР).

Таким образом, важность работы по подготовке специалистов в высшей технической школе по сквозной цепочке связан (должен быть связан) с неизменным постоянным формулированием проектно-технологических и управленческих **функций** по конкретной предметной области науки и производства.

УДК 669.715

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В МПКМ ПРИ ИХ ДЕФОРМИРОВАНИИ

М.В. Постнова, В.И. Постнов

Металлополимерные композиционные материалы (МПКМ) типа Алор Д16/41 представляют собой сочетание тонких слоев алюминиевого сплава Д16чАТ и слоев органопластика. Соотношение слоев органита и алюминиевого

сплава может быть разным 1/2, 2/3 и т.д. обычно изготовление производится прессовым и вакуумно-автоклавным формованием под давлением превышающим 10 кг/см^2 . Большие избыточные давления позволяют перераспределять полимерную матрицу (клей ВК-41) равномерно по площади и толщине органита. Однако вязкое течение клеевого слоя под давлением вызывает достаточно высокие растягивающие напряжения в поверхностных слоях алюминия. При этом возможно разрушения анодного слоя в алюминия. Это подтверждается металлографическими исследованиями, проведенными на листовых заготовках Алор Д16/41 в различных зонах. В зоне сопряжения металл – склеивающий материал, в слоях ткани СВМ наблюдаются ровные участки и волнообразные складки. Анодный слой на листе металла (сплав Д16ЧТ) разрушен, причем разрушение более интенсивное на волнообразных участках. На этих участках частицы твердого анодного покрытия ($H_{\mu 50} = 300 \text{ кгс/мм}^2$) затянута в мягкий плакирующий слой (твердость $H_{\mu 20} = 60 \text{ кгс/мм}^2$). На прямолинейных участках плакирующий слой и разрушившееся анодное покрытие запрессованы в несплошности, имеющиеся в полимерном материале. Изменение структуры алюминиевого сплава в поверхностных слоях произошло при формовании отдельных слоев в монолитный материал. Причиной изменения структуры в данном случае могло послужить нарушение температурного режима, что привело к неравномерной деформации хрупкого анодного покрытия, его разрушению и «запрессовку» осколков в полимерный материал.

Экспериментальная отработка технологии гибки, гибки – прокатки, отбортовки производилась на гидравлическом прессе RYE – 160, гибочно-листовом станке КГЛ-2, кромкогибочном прессе NKOS. Оработка производилась на образцах трехслойного алора структуры толщиной 1,4 мм по 10 образцов на каждый вид деформации. В результате проведенных исследований получены следующие параметры: допустимый относительный радиус изгиба $\bar{R} \geq 5$ (при стесненном изгибе $R \geq 1$); коэффициент выдавки $K_{\text{выд.}} \leq 8\%$; коэффициент обтяжки $K_{\text{обт.}} \leq 1,02 \div 1,025$.

Проведенные исследования при формовании из листа Алора Д16/41 отбортовок показали наличие зон с различными уровнями деформирования. Проведенные металлографические исследования в зонах растяжения и сжатия выявили наличие большого количества микротрещин в клеевой матрице органита, которые, однако, не уменьшили усталостные характеристики образцов при виброакустическом воздействии, даже после коррозионных испытаний. Это связано, очевидно, с тем, что микротрещины во внутренних слоях Алор Д16/41 имеют локализованный характер только в полимерном слое, и не переходят к армирующим волокнам органита.

В настоящее время металлографические исследования продолжаются на материале СИАЛ.

УДК 678.045

ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ С УВЕЛИЧЕННЫМ ВРЕМЕНЕМ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ РАБОЧЕГО СОСТАВА

Г.Л.Ривин

В последнее время расширяется применение высоконаполненных систем при производстве крупногабаритных транспортных средств. Для отделки поверхностей перед нанесением покрытий такие композиции должны обладать

длительной жизнеспособностью рабочего состава (до 50 минут) и быстро потом отверждаться при комнатной температуре с обеспечением всего комплекса свойств, присущим традиционным композициям широко применяемым при ремонтных работах. Однако традиционные композиции имеют незначительное время жизнеспособности (до 15 минут), что не устраивает при выполнении работ, где требуется обработать значительные поверхности.

В ходе выполненной работы было исследовано влияние модифицирующей добавки на скорость отверждения высоконаполненной композиции, изготовленной из смолы нового типа (марка К-1) на основе ненасыщенного полиэфира.

В качестве модифицирующей добавки выбрана соль щелочного металла, которая вступает в реакцию с отвердителем, добавляемым непосредственно перед применением, с образованием окислителя. Окислитель в дальнейшем вступает в реакцию с ингибитором смолы К-1, введенным в композицию при ее изготовлении производителем. Образующиеся продукты окисления ингибитора (гидрохинона) обладают более сильным комплексом ингибирующих свойств, позволяющим замедлить реакцию отверждения на первой стадии, то есть увеличить время жизнеспособности композиции. После израсходования происходит вторая стадия отверждения, которая обеспечивает получение шпатлевочного слоя с заданными свойствами (30-40 минут). Быстрое протекание второй стадии отверждения свидетельствует о том, что на процесс отверждения уже ничто не влияет, так как ингибитор был выработан на первой стадии процесса в отличие от процесса традиционного отверждения. Полученный шпатлевочный слой имеет минимальный дефектный слой и при «сухом» способе шлифования не забивает шлифовальную шкурку.

В ходе экспериментальных работ подобрана оптимальная концентрация модифицирующей добавки и предложен технологический процесс введения ее в композицию. Изготовленная опытная партия композиции прошла испытания на ряде предприятий и получила положительные заключения.

УДК 629.7.026

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА

А.А.Романцев

Процесс проектирования передаточных механизмов представляет решение задачи о воспроизведении заданной целевой функции. В результате проектирования определяются параметры кинематической схемы механизма, обеспечивающего точное или приближенное воспроизведение функции.

Конечной целью проектирования механизма является разработка его структурной схемы и расчет размеров звеньев, т.е. структурно-метрический синтез механизма.

На кафедре «Самолетостроение» АФ УлГТУ разработан метод проектирования передаточных механизмов, основанный на математическом описании движения шатуна механизма.

В процессе формирования закона движения шатуна проектируемого механизма получают геометрическую систему, представляющую совокупность двухсторонних геометрических связей, наложенных на движение шатуна. На основе геометрической системы строится кинематическая схема механизма путем замены подвижных соединений фигур эквивалентными кинематическими парами.

Проведенные исследования движения несвободного твердого тела показали, что изменяя форму и расположения геометрических объектов, составляющих наложенные связи, возможно построить множество различных геометрических систем. Это в свою очередь дает возможность построить множество кинематических систем передаточных механизмов.

Так, например, на основе геометрических систем возможно построить несколько десятков кинематических схем передаточных механизмов, предназначенных для воспроизведения заданной целевой функции с требуемой точностью.

В процессе составления геометрической системы размеры подвижной фигуры – шатуна проектируемого механизма выбираются произвольно. Форма и расположение неподвижных объектов, по которым перемещаются точки подвижной фигуры, также выбираются произвольно. В результате кинематические схемы механизмов имеют несколько свободных параметров.

Выбор оптимальной схемы механизма производится путем анализа полученных кинематических схем. Первоначально рассматриваются механизмы с наименьшим числом звеньев, например – трехфазные механизмы. Варьирование свободных параметров достигают установленных заказчиком габаритов механизма, а также допустимых углов давления звеньев.

На основе проведенного анализа из первоначально отобранных кинематических схем трехфазных механизмов выбирается схема, наиболее полно удовлетворяющая заданным требованиям.

Если в процессе анализа ни одна из схем трехзвенных механизмов не удовлетворяет условиям проектирования, то выбирается группа схем четырехзвенных механизмов и проводятся аналогичные исследования.

Следует отметить, что с увеличением числа звеньев механизмов возрастает количество свободных параметров. Это дает возможность расширить диапазон исследований и в результате выбрать наиболее подходящую кинематическую схему.

Если в результате исследований не удалось получить кинематическую схему механизма, в полной мере удовлетворяющей требованиям заказчика, то следует продолжить исследования с группой пространственных механизмов. Это позволит увеличить число свободных параметров.

Таким образом, варьированием свободных параметров кинематических схем механизмов представляется возможным выбрать оптимальную схему механизма.

УДК 629.13.01.001

ОСОБЕННОСТИ АВИАЦИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК УНИКАЛЬНЫХ НЕСТАНДАРТНЫХ ГРУЗОВ

В.И.Толмачев, А.Н.Матовников

Объективная необходимость в перевозке уникальных нестандартных грузов (УНГ) возникла в результате развития тяжелой промышленности, поиска новых нефтяных и газовых месторождений, освоения необжитых регионов. До недавнего времени основным видом транспорта для перевозки тяжелых крупногабаритных грузов считались автомобильный, водный и железнодорожный. К услугам авиации прибегали крайне редко, так как гражданский грузовой флот до 1989 года не имел в своем составе самолетов,

способных перевозить грузы этой категории. Перевозка осуществлялась методом фраковки воздушных судов военно-транспортной авиации.

Стремление обратить достижения ВПК на гражданские нужды, привели к тому, что сертифицированный под коммерческие перевозки в 1993 году, широкофюзеляжный транспортный самолет под обозначением Ан-124-100 стал выполнять чартерные рейсы в сугубо мирных целях. Авиационный сертификационный центр ГосНИИ ГА провел оценку потребности в тяжелых широкофюзеляжных грузовых ВС. В результате выяснилось, что до 2015 года грузовому воздушному флоту России потребуется 50 машин грузоподъемностью более 60 т. Стороной, способствующей развитию рынка УНГ, является большая сеть аэропортов, дающая доступ с воздуха, тем самым создавая условия к включению авиаперевозок в общую систему распределения товаров. Отечественный Ан-124-100 и американский С-17 имеют доступ практически ко всем аэропортам мира, имеющим длину ВПП до 3500 м. Однако основная масса минимально оснащенных аэропортов имеют длину полосы около 2000. Поэтому для расширения доступа с воздуха и сокращения расстояния перевозок наземными видами транспорта потребуются самолеты, способные взлетать с коротких ВПП. С этой точки зрения наиболее оптимальным является самолет С-17, способный взлетать с полос до 1000 м. Но его грузоподъемность (76,7 т) и габариты грузовой кабины не позволяют охватить весь спектр УНГ. В этом смысле наиболее эффективным считается Ан-124-100, для которого потребная длина аэродрома составляет 2500÷3000 м, а максимальная грузоподъемность 120 т в сочетании с большими габаритами грузовой кабины (4,4×6,4×36 м) позволяет этому самолету «контролировать» 85-90% рынка УНГ.

Рынок перевозок УНГ на воздушном транспорте возник недавно и при своем стремительном росте требует тщательного подхода. Это связано не столько с самим фактом перевозки, сколько с особенностями УНГ. В большинстве случаев для каждого конкретного груза разрабатывается индивидуальная технология работ, проектируется и изготавливается дополнительное индивидуальное оборудование, так как каждая перевозка УНГ – это самостоятельная задача, требующая своего «ноу-хау».

Отсутствие общепринятой методологической основы делает процесс транспортировки УНГ очень трудоемким. Тем не менее, основываясь на опыте работы авиакомпаний можно провести классификацию УНГ по различным основаниям. Систематизация и аналитически обоснованный путь решения проблемы даст возможность в дальнейшем провести оптимизацию параметров оснастки по весовым и стоимостным параметрам, выбор типа самолета для перевозки конкретного вида груза.

УДК 681.3.06

УСКОРЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВЩИКА ФОРМЫ В.С.Щеклеин

Сложившаяся схема проектирования с применением САПР представляет собой последовательность обращений к моделировщику формы (CAD-система), к системе инженерных расчетов (CAE) и завершается программированием технологии (CAM – система). Такая схема в общем случае эффективна, но требует полного набора САПРовских модулей. Эта схема

является дорогой, и не всегда приемлема по экономическим соображениям в случаях эпизодического проектирования, при проектировании в рамках небольших организаций и в ряде других случаев, когда расчеты, чаще всего прочностные, можно выполнить по отработанным “ручным” методикам с применением соответствующих справочников. В этом случае определенное преимущество может получить применение параметрических моделировщиков, которые позволяют связать ряд требований по прочности к изделию с количественными размерными показателями примитивов, описывающих форму этого изделия.

Проводимые исследования являются прикладными и направлены на поиск тех способов использования свойств параметрических моделировщиков, которые наиболее эффективны в условиях первоначального освоения и преподавания. Объектом исследования является система T-FLEX. Это сравнительно новая отечественная САПР, построенная с соблюдением российских стандартов по оформлению конструкторско – технологических документов.

Параметрическое проектирование является достаточно отработанным [1,2], однако основные усилия при этом направлялись на связывание между собой элементов двухмерных чертежей. В этой области T-FLEX по удобству работы и возможной производительности превосходит AutoCAD и подобные системы. В то же время наибольший выигрыш возможен при параметрическом проектировании объемных моделей с быстрым выходом на автоматизированную технологию. Однако этот путь, хоть он и предусмотрен программными средствами, гораздо труднее и требует более высокой квалификации, нежели параметризация чертежей. При этом работа может производиться на следующих уровнях.

Начальный уровень – разработка объемных моделей в рамках рядов. Объемное проектирование в системе типа AutoCAD проще и осваивается примерно в два раза быстрее, нежели в T-FLEX. Но T-FLEX является более предпочтительным, нежели AutoCAD в рамках разработки рядов изделий. Кроме того, в T-FLEX имеются достаточно интересные средства формирования тел со сложной геометрией (например, профили с переменным сечением).

Следующий уровень – получение геометрии изделия по заданным требованиям, например, нагрузкам. Для этого необходимо связать соотношениями те или иные размеры модели с характеристиками материала и задать значения нагрузок. В системе AutoCAD для этого приходится прибегать к программированию на AutoLISP с использованием ENT – функций. За счет более удобного интерфейса параметризации скорость работы в системе T – FLEX выше не менее, чем в пять раз. T-FLEX позволяет во – многих случаях обойтись без CAE - системы при решении конструкторских задач средней сложности.

УДК 681.3.06

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ТЕЛ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОКАД В.С.Щеклеин

В подавляющем большинстве случаев теоретические поверхности составляющих самолета проектируются в виде тех или иных поверхностных

моделей (.sat, .iges и т.п.). Поверхность удобно задавать аналитически уравнениями типа $z = F(x,y)$. Однако решение прочностных, термических, массомоментных и других задач требует наличия твердотельных моделей.

Есть коммерческие программные продукты, в которых реализованы отдельные функции перехода от поверхностной модели к твердотельной, однако они дороги. В ряде случаев предпочтительнее переход от поверхности к телу с помощью пользовательских функций - надстроек, выполненных на языках программирования.

Итак, для построения тонкого тела на основе заданной поверхности в системе AutoCAD необходимо: 1) на удалении, соответствующей требуемой толщине панели, построить поверхность, подобную исходной; эта задача является наиболее сложной; 2) на основе граней, образующих поверхность, построить два множества элементарных тел; 3) после объединения двух множеств элементарных тел в два интегральных тела – вычесть из первого тела второе.

В системе AutoCAD поверхность представляется как совокупность трех- и четырехугольных граней. Переход от грани к твердому телу возможен лишь в том случае, если все точки исходной области лежат в одной плоскости, что в случае четырехугольной грани чаще всего не соблюдается. Поэтому логично разбиение четырехугольной грани на две треугольные. Для этого, как показали исследования, предпочтительнее применение ENT – функций языка AutoLISP позволяющих работать непосредственно с параметрами примитивов в графической базе данных построения. На основе координат вершин граней исходной поверхности необходимо сформировать координаты вершин граней, образующих подобную, удаленную на определенное расстояние, поверхность. Здесь существуют определенные трудности. Необходимо добиться, чтобы вершины граней вновь формируемой поверхности располагались по одну сторону от поверхности исходной. Различные треугольные грани в общем случае принадлежат разным плоскостям, и координаты точек, удаленных на указанное расстояние по нормали от совмещенных вершин соседних граней будут различными. Необходимо пересчитать координаты вершин новых граней так, чтобы грани определяли непрерывную поверхность.

Решены задачи программного выделения отдельных граней, образующих поверхность, определения координат точки, отстоящей от выбранной вершины на определенном расстоянии по нормали, определения координат общей точки вершин двух или более соседних граней в рамках подобной поверхности, отстоящей от на указанное расстояние от общей точки вершин двух или более соседних граней исходной поверхности. При этом использовался аппарат аналитической геометрии. Разработано и опробовано программное обеспечение. Погрешности в определении координат точек, удаленных на указанное расстояние от исходной поверхности по нормали не превышали 10^{-6} от линейных размеров граней, погрешности в толщине тела не превышали 10^{-2} от задаваемой толщины. Дальнейшие, уже твердотельные операции можно выполнять в “ручном” режиме, для оператора они не представляют трудностей.

УДК 621.3

ЗАЩИТА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Д.Н.Емелин, А.Н.Сибиряков

В докладе проанализированы статьи о защите асинхронных электродвигателей в ведущих журналах по энергетике за последние 10 лет и даны некоторые рекомендации по выполнению защит.

Большая часть доклада посвящена наиболее проблематичной защите - защите от перегрузок. В ГОСТ 183-74 регламентируется только одна точка перегрузочной характеристики электродвигателей. Существуют предложения по построению указанной характеристики, например [1], но предлагаемые аналитические выражения этих зависимостей малопригодны к использованию. Защиту от перегрузок можно выполнить с помощью токовых реле [1], тепловых реле с постоянной уставкой [2] и дистанционно изменяющейся [3], с использованием защиты от тока утечки [4] и других аппаратов. В [2] рассчитано оптимальное значение постоянной времени теплового элемента защит электродвигателей, которую можно реализовать при использовании вторичного реле тепловой защиты. В ГОСТ 27222-91 предложены схемы для измерения активного сопротивления обмоток электродвигателя, которые можно использовать для выполнения защиты. Схему амперметра-вольтметра предлагается несколько видоизменить.

В докладе также рассмотрены схемы защит от обрыва фазы, в том числе при неполнофазном режиме на стороне 110-220 кВ трансформатора с разземлённой нейтралью [5] и схема защиты от витковых замыканий [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Ковальчук Е.С. О защитах электродвигателей от перегрузок. // Промышленная энергетика. 1997. №2

2.Зинченко В.Ф. Оптимизация функционирования тепловой защиты электродвигателей. // Промышленная энергетика. 1998. №10.

3.Гольцман Э.Р. Тепловые реле для защиты электродвигателей, эксплуатируемых при переменных режимах и нагрузках. // Электротехника. 1991. №1.

4.Набатников А.А., Анисимов Ю.Н. Температурная защита электроприёмников с использованием защиты от тока утечки. // Промышленная энергетика. 1990. №2.

5.Попов В.А. Защита электродвигателей 6-10 кВ от неполнофазного режима на стороне 110-220 кВ трансформатора с разземлённой нейтралью. // Электрические станции. 1990. №8.

6.Клецель М.Я. Защита электродвигателей на катушках индуктивности от витковых замыканий. // Электрические станции. 1994. №3.

УДК 621.311.1.017

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ УЛЬЯНОВСЭНЕРГО

С.М. Пестов, С.В. Пугачёв

Составляющая стоимости потерь в стоимости передачи электроэнергии имеет большой удельный вес (30-40%). Кроме того, со временем в связи с ростом нагрузок потери энергии увеличиваются и потому важен контроль

уровня потерь энергии как одного из показателей, характеризующих экономичность работы сети. В условиях эксплуатации отчетные потери электроэнергии в распредсетях Ульяновскэнерго могут быть представлены как сумма технических и коммерческих потерь.

Величина отчетных потерь является показателем рациональности построения и качества эксплуатации сети, в частности постановки учета электрической энергии. Расчет технических потерь и их анализ позволит выявить нерационально спроектированные участки и элементы сети. А сопоставление отчетных и технических потерь дает возможность определить значение и структуру коммерческих потерь энергии.

Можно сформулировать следующие основные требования к методике (алгоритму) определения потерь электроэнергии:

- техника проведения вычислений должна быть несложной;
- точность расчета должна находиться в пределах, допустимых для практических целей, при этом допустимая погрешность при определении потерь, как в отдельных элементах сети, так и в целом по сети не должна превышать 5%;
- метод расчета должен обеспечить определение потерь в отдельных элементах сети;
- получение исходных данных для расчета должно быть максимально простым и не требовать специальных сетевых измерений.

Требования высокой точности расчетов и определения электропотерь в том числе и в отдельных элементах сети позволяет сделать вывод, что расчетная методика должна базироваться на расчете потокораспределения для установившегося нормального режима, в результате которого определяются напряжения во всех узлах и токи во всех ветвях схемы соответствующей распределительной сети. Для этой цели программно реализован эффективный алгоритм расчета установившегося режима распредсети путем решения нелинейной системы уравнений узловых напряжений одной из модификаций метода Ньютона. В основу расчета собственно потерь энергии положен метод времени потерь активной и реактивной мощностей, базирующийся на раздельном учете потерь от передачи активной и реактивной мощностей.

При оценке перспектив машинных расчетов потерь электроэнергии в распредсетях Ульяновскэнерго по предложенной методике нужно учитывать то обстоятельство, что однажды подготовленные исходные данные в дальнейшем могут быть использованы многократно. Конфигурация конкретной сети и ее параметры со временем меняются сравнительно медленно и незначительно, а конфигурация схем сети легко корректируется с помощью программы-оболочки написанной на Visual C. Кроме того, указанная информация (и программы) может использоваться и для выполнения различных режимных расчетов, необходимых для организации рациональной эксплуатации сетей.

УДК 621.311

КОНТРОЛЬ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

А.Е. Усачёв

Наличие высокого уровня гармоник приводит к существенному увеличению дополнительных потерь электроэнергии в электрических сетях, а также к другим видам электромагнитного и технологического ущерба.

По известным амплитудам гармонических составляющих напряжения нетрудно определить практически все показатели качества электроэнергии (ПКЭ) [1].

Автором разработана программа, которая позволяет с помощью платы 16-битного аналого-цифрового преобразователя (АЦП), подключённой к системной шине компьютера, и измерительного трансформатора осуществлять контроль 40 гармоник напряжения 220В, 50Гц.

Известные сегодня системы и приборы контроля качества электроэнергии не осуществляют непрерывную и длительную обработку каждого периода напряжения в реальном масштабе времени.

Проведена апробация разработанной программы на различных типах компьютеров и экспериментально установлено, что для обработки 40 гармоник одной фазы напряжения частотой 50Гц в реальном масштабе времени с помощью преобразования Фурье для АЦП частотой 10 кГц требуется компьютер с процессором не ниже 133 МГц.

Разработанная программа может использоваться для контроля ПКЭ трехфазной системы при использовании многоканального АЦП и более мощного компьютера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

УДК 681.142

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ И СИСТЕМ **В.Е.Вольнов, С.А.Курганов, В.В.Филаретов, Д.В.Шеин**

Известно, что аналитические и численно-аналитические методы перспективны при решении широкого класса прикладных проблем. Однако до сих пор главной областью приложения компьютеров в научных исследованиях являются численные методы, а средства символьной поддержки в современных математических пакетах и системах (MAPLE, MATHEMATICA, MATLAB, MATHCAD и др.) отличаются несовершенством. В этом можно убедиться, например, решая системы линейных алгебраических уравнений с символьным представлением элементов матриц. Разработчики обращают внимание, главным образом, на внешний “лоск” своих программ, а совершенствование интеллектоёмких частей пакетов компьютерной алгебры отодвигается на задний план.

В докладе обсуждаются основные возможности и ограничения пакета программ SYMBOL для формирования символьных схемных функций и решения систем линейных алгебраических уравнений в аналитическом виде, а также вычисления сгенерированных символьных выражений в вещественной или комплексной области. Основу формирования выражений образует метод схемных определителей, разложение которых выполняется через выделение параметров электронной схемы. При этом обеспечивается отсутствие в выражениях определителя операций деления, а число других алгебраических операций минимизируется в соответствии с правилами оптимального синтеза

формул. Для решения системы уравнений ее матрица отображается схемой, в которой каждому элементу соответствует источник тока, управляемый напряжением.

Программы пакета CIRSYM (схемный символьный процессор), MATSYM (матричный символьный процессор) и CALCSYM (комплексный калькулятор сложных выражений в обычной скобочной записи) реализованы на языке Си в системах программирования TurboC и Borland C++. Для облегчения работы пользователя в программе CIRSYM используется популярный CIR-формат (программы PSpice-DesignLab). К этому же формату приближено задание информации о системе уравнений в программе MATSYM.

Пакет SYMBOL показал лучшие результаты по сравнению с известными компьютерными системами при решении плохообусловленных задач теории электрических цепей и матричной алгебры. В частности, при использовании разрядности в 19 десятичных знаков было получено абсолютно точное решение системы уравнений с полностью заполненной матрицей девятого порядка. Для решения этой системы с 13 верными знаками численными методами требуется не менее 38 десятичных цифр в мантиссе представления чисел.

Пакет SYMBOL внедрен в ряде проектных организаций и вузов России, Украины, Польши. Версии этого пакета свободно распространяются через Internet-сайт <http://astrometric.sai.msu.ru/~symbol>.

УДК 621.311.004.18

ДИАГНОСТИКА ПЛОХООБУСЛОВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ МЕТОДОМ СОПРОТИВЛЕНИЙ СЕЧЕНИЙ

С.А.Курганов, А.А.Никитин

В работе рассматривается диагностика линейных пассивных цепей для случая не катастрофического изменения параметров после проведенных испытаний. Схема остается работоспособной, но ее характеристики меняются. Требуется, не разрушая устройство, определить как изменились параметры всех элементов. Для измерений доступны все узлы схемы.

Наиболее эффективным при указанных выше условиях является метод узловых сопротивлений (МУС) [1]. Однако, этот метод неприемлем при диагностике плохообусловленных схем. Это показано на примере мостовой схемы, проводимости ветвей которой имеют разброс на n порядков ($n=3,4, 5\dots$). В этом случае измеряемая матрица узловых напряжений становится вырожденной (появляются линейно зависимые строки) уже при погрешности измерения $2 \cdot 10^{2-n} \%$. В реальных цепях разброс проводимостей достигает $10^6 - 10^8$ раз. Соответственно погрешность измерения напряжения должна быть не хуже $2(10^{-4} - 10^{-6})\%$, что на практике недостижимо. Например, погрешность измерения переменного напряжения широко распространенным универсальным вольтметром В7-38 составляет не менее 0.2%, постоянного напряжения – не менее 0.04%.

Для решения поставленной задачи диагностики предлагается использовать в качестве топологического базиса максимальное дерево [2] - дерево, содержащее ветви с максимальными проводимостями. Основанием для применения этого дерева при диагностике является его эффективность при анализе плохообусловленных схем [2]. Это связано с увеличением в этом

случае отношения диагональных элементов к недиагональным в матрице проводимостей сечений, что улучшает численную обусловленность системы уравнений.

Метод диагностики, основанный на максимальном, а по структуре произвольном (в отличие от звездного в МУС) дереве, назовем методом сопротивлений сечений. При использовании этого метода тестовый источник тока подключается параллельно ветвям дерева, напряжения замеряются также на этих ветвях.

Эффективность метода продемонстрирована на примере означенной выше мостовой схемы. Погрешность измерения напряжения, при которой матрица сечений становится вырожденной, превышает 100% и не зависит от соотношения проводимостей ветвей. Таким образом, достигается высокая численная обусловленность формируемой системы уравнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демирчян К.С., Бутырин П.А. Моделирование и машинный расчет электрических цепей. - М.: Высшая школа, 1989.
2. Курганов С.А., Капустин А.А. Анализ слабообусловленных моделей вентильных преобразователей // Электротехнические системы и комплексы: Межвузовский сб. науч. тр. Вып.5. – Магнитогорск: МГТУ, 2000.

УДК 681.5.001:621.372

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СХЕМНЫХ ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ

С.В.Жогло, В.В.Филаретов

Топологические и матричные методы стали применяться для расчета механических цепей в тридцатых годах прошлого века. Для этого были введены обобщенные “продольные” и “поперечные” переменные, отражающие электромеханические аналогии: электрический ток - механическая сила и электрическое напряжение - скорость. В отличие от матричных методов топологические методы предназначены для получения решения (схемных функций) в аналитическом виде, что важно, в частности, при изложении соответствующих разделов теории электрических или механических цепей.

В числе требований, предъявляемых к современной методике формирования символьных схемных функций, можно назвать следующие:

1) возможность получать искомые выражения, минуя построение матрицы схемы и (или) ее графа; 2) формируемые выражения должны иметь компактное представление и в них должны отсутствовать взаимно уничтожающиеся слагаемые; 3) желательно отсутствие дробных подвыражений, чтобы облегчить приведение выражения схемной функции к отношению двух полиномов. Методика, удовлетворяющая перечисленным требованиям и основанная на представлении схемной функции в виде отношения определителей двух схем - производных от исходной схемы. В данном докладе предлагается развитие метода схемных определителей (выделения параметров) для решения задач механики поступательного движения.

Согласно второй системе электромеханических аналогий имеет место следующее подобие между элементами электрической и механической схемы: электрическая проводимость - элемент трения с механическим сопротивлением (демпфер), конденсатор - элемент массы, катушка индуктивности - элемент упругости (пружина) с параметром гибкости. Таким образом, модификация

формул выделения параметров применительно к механическим цепям сводится к формальной замене понятийного аппарата.

Для анализа сложных механических цепей рассмотрены диакоптические формулы, предусматривающие рекурсивное деление исходной схемы и производных от нее схем на две части. При этом сложность анализируемых схем, подлежащих моделированию на современных персональных компьютерах, достигает сотен узлов и элементов, что позволяет рекомендовать предложенную методику для реализации в составе систем автоматизированного проектирования объектов, включающих в себя компоненты различной физической природы.

УДК 621.31.176

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БЫТОВОЙ СЕТИ ЧЕРЕЗ ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ **В.М.Петров, М.В.Петрова**

Концентрация бытовых электроприемников в замкнутом пространстве жилого помещения может приводить к тому, что их электромагнитные поля могут превосходить уровень естественного электромагнитного поля Земли, генерируемые ими искажающие сигналы снижать качество электрической энергии сети и понижать или нарушать рабочие показатели смежных электротехнических устройств. Отсюда и появилась проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) бытовых электроприемников из-за биоэлектромагнитного влияния, обеспечения нормального функционирования установок и показателей качества электрической сети.

Необходимо рассмотреть проблему ЭМС по следующим системам:

1. Электроприемники - человек.
2. Электроприемники - электроприемники.
3. Электроприемники - электрическая сеть.

Практически не нормируются параметры ЭМС по заданным системам.

Естественное электромагнитное поле Земли обусловленное отрицательным избыточным электрическим зарядом поверхности и магнитным полем характеризуется напряженностью электрического поля $E = 100 \div 150$ В/м и напряженностью магнитного поля: у магнитных полюсов $H = 55,7$ А/м; в средних широтах $H = 40$ А/м; у экватора $H = 33,4$ А/м. Поэтому принято, что для человека превышение: $E = 40$ В/м; $H = 80$ А/м; удельная плотность тока $\delta = 4$ А/м; индукция магнитного поля $B = 0,2$ мкТл являются опасными. В печати появляются сообщения о вредном влиянии электроприемников на человека.

Вторая система с точки зрения ЭМС и искажающего влияния на работу смежных бытовых электроприемников в некоторой мере ГОСТирована и сертифицируется.

Однако все нормы предъявляемые к бытовым электроприемникам по ЭМС ГОСТами относятся только к промышленным радиопомехам создаваемым ими, или влияния этих радиопомех на работу электроприемников - помехозащищенность устройств.

Третья система электроприемники - бытовая электрическая сеть по ЭМС не защищена и не регламентирована. Имеются требования ГОСТа, которые никто не контролирует и не измеряет. В то же время бытовые электроприемники являются источниками высших гармонических тока и снижают качественные показатели напряжения бытовой электрической сети.

Выводы:

1. Для ЭМС электроприемников в бытовых сетях применяют индивидуальные средства подавления помех в виде фильтров.
2. На практике создаются специальные блоки питания для электронной и вычислительной техники.
3. Единственным средством реальной оценки ЭМС в бытовой сети является измерение качества электрической энергии.
4. Необходимо создать универсальное устройство компенсации реактивной мощности и высших гармонических способствующего ЭМС бытовых электроприемников.

УДК 621.317.18

ПИКОВЫЙ ДЕТЕКТОР

М. К. Казаков, Л. И. Хисамова

Во многих практических случаях требуется определить пиковое значение входного сигнала. В простейшем случае для этой цели можно использовать диод и конденсатор [1]. Недостатками этого устройства являются малое входное сопротивление, зависимость параметров от температуры, невозможность обновления информации о максимальном значении при подключении на выход устройства прибора с большим входным сопротивлением.

Использование на входе эмиттерного повторителя позволяет повысить входное сопротивление, устранить влияние падения напряжения на диоде, но недостаток, касающийся трудности обновления информации о максимальном значении остается [1].

Существует пиковый детектор на основе использования RC дифференциатора и компаратора [2]. Недостатком такого детектора является погрешность из-за неточного выполнения операции дифференцирования, которая зависит также от частоты входного сигнала.

Известен пиковый детектор, содержащий фазосдвигающую RC цепь и дифференциальный компаратор [2]. Данное устройство работоспособно в относительно узком частотном диапазоне, поскольку при снижении амплитуды задержанного сигнала погрешность возрастает особенно существенно.

Следовательно, основной задачей при разработке пикового детектора является уменьшение зависимости погрешности детектирования пикового значения от частоты входного сигнала.

В докладе представлены некоторые результаты исследований по созданию пикового детектора, включающего в себя интегрирующую и дифференцирующую цепи, сумматор напряжений и компаратор. Введенные дифференцирующая цепь и сумматор напряжений снижают неравномерность амплитудно-частотной характеристики канала задержки. В предлагаемом устройстве выбором параметров элементов, с целью снижения погрешности детектирования пикового значения сигнала, возможно приближение к условию:

$$K(\omega)=1, \varphi(\omega)=\varphi=const,$$

где $K(\omega)$ и $\varphi(\omega)$ – АЧХ и ФЧХ канала задержки.

При этом приближение к этому условию осуществляется в более широком частотном диапазоне, чем это было у уже известных устройств. Анализ показал, что оптимальным является соотношение постоянных времени интегрирующей и дифференцирующей цепей в диапазоне 1,3...1,5.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет повысить точность детектирования максимального значения в более широком частотном диапазоне входного напряжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. - М.: Мир, 1983.- Т.1.
2. Pat. 4315220 (USA). Peak detector circuit/Heinz H. Findeisen, Milford, Mass.

УДК 681.332.35

ИНТЕГРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Г.В. Джикаев

Рассматривается интегратор на основе ОУ, в котором с целью снижения погрешности интегрирования периодических напряжений принудительно фиксируется нулевой уровень интегрирующего ОУ [1].

Принудительная фиксация нулевого уровня осуществляется периодическим разрядом конденсатора при замыкании ключа подключенного параллельно конденсатору.

Принудительная фиксация способствует устранению погрешности от интегрирования входных токов и напряжения смещения интегрирующего ОУ и позволяет использовать устройство в режиме длительного интегрирования.

В интегрирующее устройство введена дополнительная цепь: дифференцирующий ОУ, компаратор напряжения, дифференцирующая CR-цепь, диод, управляемый ключ.

Информация о замыкании ключа подается на управляемый ключ с дополнительной цепи, в которой входное напряжение сдвигается по фазе на 90° , и в момент перехода выходного напряжения интегратора нулевого уровня выдается сигнал для замыкания ключа.

Погрешность вследствие потери информации в интервалы времени при замыкания ключа:

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{\Delta\tau}{T} + \frac{1}{4\pi} \sin\left(4\pi \frac{\Delta\tau}{T}\right)} - 1,$$

где $\Delta\tau$ - длительность замкнутого состояния ключа в интервалы фиксации нулевого уровня; T - период входного напряжения.

По формуле можно определить, что погрешность порядка 0,01% и менее получается при отношении $\Delta\tau/T \leq 0,02$.

Определены условия некорректной работы интегрирующего устройства при несинусоидальном напряжении на входе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыкин Ф.А., Казаков М.К. Интеграторы периодических сигналов / Изв.ВУЗов. Энергетика -1988.- N 7.

УДК 621.31.6.176

ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ ОДНОФАЗНОГО МОСТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ПУЛЬСАЦИЙ

М.В.Петрова, В.М.Петров

Релейный режим управляемого однофазного мостового выпрямительного преобразователя зависит от характера нагрузки. Бытовые электрические сети имеют многообразие применения подобных устройств. Характерным

показателем режима работы таких преобразователей является коэффициент пульсации выпрямленного напряжения, который является основным показателем качества выпрямленного напряжения, а так же определяющим фактором компенсирующего устройства в бытовой электрической цепи.

Так как коэффициент пульсаций влияет на работу элементов однофазной электрической цепи, на выбор параметров компенсирующих устройств необходим анализ его в зависимости от характера нагрузки управляемого однофазного преобразовательного выпрямителя. Рассматривается без трансформаторный вариант.

В работе управляемого однофазного мостового выпрямительного преобразователя на активную нагрузку переменное напряжение сети подводится к одной диагонали моста, а нагрузка подключается к другой его диагонали - между точкой соединения катодов двух тиристоров, образующих катодную группу VS1 и VS3 и точкой присоединения анодов двух тиристоров, образующих анодную группу (VS1, VS4).

Тиристоры пропускают ток попарно и соединены с нагрузкой последовательно. Пропускает ток та пара тиристоров, у которых анод катодной группы имеет более высокий потенциал, а катод анодной группы наиболее низкий потенциал.

При работе преобразователя на активно-индуктивную нагрузку кривая выпрямительного напряжения на интервале α имеет отрицательные значения, так как энергия магнитного поля индуктивности нагрузки поддерживает ток в тиристоре и после перехода анодного напряжения через ноль (на интервале α).

При работе преобразователя на активно-емкостную нагрузку режим работы характеризуется двумя интервалами - зарядом конденсатора, когда напряжение на конденсаторе VS1, VS4 пропускают ток, и разрядом конденсатора, когда напряжение сети меньше напряжения на конденсаторе и тиристоры не пропускают ток. Было выведено выражение для расчета коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения по первой гармонике при конечном, но достаточно большом значении емкости и данное выражение позволяет так же определить необходимую величину емкости конденсатора по заданному коэффициенту пульсаций.

Выводы:

1. Коэффициент пульсаций существенно зависит от характера нагрузки. Дополнительно проявляются углы коммутации, углы отсечки.
2. Расчет искажающего влияния выпрямительного устройства необходимо вести с учетом параметров и характера нагрузки и сети.

УДК 697.4

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ УЛЬЯНОВСКА Н.Н.Ковальногов, В.Г.Сторожик

В настоящее время расчет тепловых потерь в трубопроводах тепловых сетей г. Ульяновска осуществляется "вручную". Для оперативного анализа различных видов тепловых потерь, повышения информативности расчетов и оптимизации предлагаемых решений по их снижению предпринята разработка компьютерных средств для автоматизации расчетов и подготовки отчетной документации.

В работе представлены материалы, связанные с разработкой компьютерных средств автоматизации расчета тепловых потерь в тепловых сетях г. Ульяновска и формированием электронных таблиц с результатами расчетов. С помощью разработанного программного продукта могут производиться расчеты нормативных или фактических (соответствующих фактическим температурам теплоносителей и окружающей среды) значений тепловых потерь.

Исходными данными для расчета тепловых потерь являются:

- размеры (внутренние диаметры и длины) трубопроводов горячей воды и пара, для участков надземной и подземной их прокладки;
- продолжительность отопительного, летнего и ремонтного периодов для анализируемого года;
- среднемесячные значения температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях, температуры горячей воды, подаваемой на цели ГВС, температуры пара, температуры наружного воздуха.

В результате расчета последовательно определяются и автоматически заносятся в соответствующие графы электронных таблиц тепловые потери через теплоизоляцию в водяных тепловых сетях и паропроводах, тепловые потери, обусловленные утечками воды, а также общие тепловые потери.

Программный продукт, в котором реализован алгоритм расчета тепловых потерь с последующим автоматическим заполнением электронных таблиц, представляет собой книгу Microsoft Excel. В эту книгу занесена также база данных по размерам трубопроводов тепловых сетей г. Ульяновска, нормативным характеристикам и пр. Для работы с программным продуктом необходима операционная система Windows 95/98/2000 и установленная программа обработки электронных таблиц Microsoft Excel 97/2000.

При проведении расчетов используются 2 группы исходных данных: данные, остающиеся неизменными в расчетах (это, например, информация по размерам трубопроводов и способам их прокладки), и данные, которые изменяются от расчета к расчету и которые должны быть введены пользователем в соответствующие ячейки электронных таблиц (эти ячейки при работе с программным продуктом выделяются желтым цветом). Данные первой группы защищены от исправления, в то же время вся исходная информация, заложенная в базу данных и используемая в расчетах, доступна пользователю для просмотра.

Отображение результатов расчета осуществляется в табличной и графической формах.

С использованием разработанных средств проведен анализ тепловых потерь в тепловых сетях г. Ульяновска за период 1995 – 1999 гг.

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК А.Ш. Хусаинов, С.З. Ширгин.....	3
КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОГРЕШНОСТИ НЕСОВМЕЩЕНИЯ БАЗ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ А.Е. Корунков, М.А. Белов.....	3
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИКИ ШЛИФОВАНИЯ КЛИНОВИДНЫХ ЗАГОТОВОК А.Ш. Хусаинов, Т.В. Ладышкина.....	4
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТОРЦОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ Н.И. Веткасов, В.А. Щепочкин, Р.М. Каюмов.....	5
РАСЧЁТ НА ПРОЧНОСТЬ СБОРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ Н.И. Веткасов, Д.А. Курушин.....	6
ВЛИЯНИЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДАЧИ ЗАГОТОВОК НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ Ю. В. Псигин, А. И. Армер, В. В. Бибкин.....	7
ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОТЫ МИКРОПРОФИЛЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ С МИКРОПОДАЧЕЙ ЗАГОТОВОК А. И. Армер.....	8
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТЕЙ НЕСОВМЕЩЕНИЯ БАЗ ПО ЛИНЕЙНЫМ И УГЛОВЫМ РАЗМЕРАМ И.Н. Ермолаева, М.А. Белов.....	9
РАСЧЕТ НОРМ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ВЫРЕЗАНИЯ ВЕНЦОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БОКОВЫХ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЬЕВ Д.В. Кравченко.....	10
УПРАВЛЕНИЕ ЦИКЛОМ КРУГЛОГО НАРУЖНОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ С ИНФОРМАЦИЕЙ ПО НИЗКОЧАСТОТНОМУ АКУСТИЧЕСКОМУ СИГНАЛУ В.Ф. Гурьянихин, Д.В. Аринин.....	12
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК «МАТЕРИАЛА–СТАБИЛИЗАТОРА» НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРЕЗАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАССИВНОЙ КОНТАКТНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ О.Г. Крупенников, А.В. Киньшин.....	13
ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ОТВЕРСТИЙ С УЗК Табеев М.В.....	14
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЛИФОВАНИЯ ЗАГОТОВОК С МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КРУГА Д.В. Тартас.....	15
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЗАГОТОВОК Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина.....	16
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА ПРИ ПОЭТАПНОЙ ПОДАЧЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	

А.В. Леонов	17
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАДАНИЯ РАЗМЕРОВ ПОД УСТАНОВОЧНЫЕ ШТИФТЫ	
Т.П. Ермаченко, Н.В. Новоженин.....	18
КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ	
В.И. Холманова, Г.М. Горшков, Д.А. Коршунов, М.Г. Горшков	19
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ SOLIDWORKS	
А.В. Демокритова, С.В. Ярыгин	19
КОЛЕБАНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ С УЧЕТОМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ	
Ю.Н. Санкин, В.М. Барахов.....	20
СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ (ЭМ) С ГИБРИДНОЙ СИСТЕМОЙ ПРИВОДА (ГСП)	
В.А. Кузнецов	21
ОБ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ УСИЛИТЕЛЕ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ	
В.И.Тарханов, С.А.Задонский	22
ВИНТОВОЕ ЗАЦЕПЛЕНИЕ С ПОВЫШЕННОЙ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ	
А.Ф.Кочетков	23
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА	
В.Н.Демокритов, А.В.Олешкевич.....	24
К ВОПРОСУ О ПОПЕРЕЧНОЙ ЖЕСТКОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ БАЛОК, УКРЕПЛЕННЫХ АРОЧНЫМ КАРКАСОМ	
В.Я. Недоводеев.....	25
РЕЗУЛЬТАТЫ МАШИННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ПРОГРАММАМ ОПТИМИЗАЦИИ	
А.В.Демокритова, И.В.Аксаковский	25
СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 12Х1МФ ПРИ РУЧНОЙ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИВИРУЮЩИХ ФЛЮСОВ	
С.Г.Паршин, А.В.Кузнецов	26
ОСОБЕННОСТИ ПРОФИЛИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ПОКРЫТИЯМИ	
М.В.Илюшкин, Ю.Н.Берлет, М.П.Никоровский	28
РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ ФОРМООБРАЗУЮЩИМИ ОПЕРАЦИЯМИ	
Ш.Г.Калимуллин, А.Ш.Мурасов.....	29
О ТЕОРИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН И ТРУДА	
В.Е. Марченко, С.Е.Хинич	29
СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КРОМКОВОЙ ВОЛНИСТОСТИ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ КОРЫТНЫХ И С-ОБРАЗНЫХ ПРОФИЛЕЙ В РОЛИКАХ	
Ю.Н.Берлет, С.В.Филимонов	30
СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ	
Ю.В. Кирилин, Н.В. Еремин	32
К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА КОРОТКОХОДОВЫХ ПИЛОРАМАХ	
А. А. Морозов, А. В. Шестернинов.....	33

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ И ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ	
А.В.Циркин	34
ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ С АДГЕЗИОННЫМИ ПОДСЛОЯМИ	
А.В. Рандин, Р.С. Шакиров	35
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ НА РЕЖУЩИЕ СВОЙСТВА ИНСТРУМЕНТА НА ОПЕРАЦИИ ТОЧЕНИЯ	
А.А. Ермолаев	36
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕПЛЕНИЯ РОЛИКОВ ПРИВОДА ПОДАЧ РЕЛЬСОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА НА РАВНОМЕРНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ РЕЛЬСА	
Р. И. Каюмов, А. В. Шестернинов	37
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛИРОВАНИЯ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ	
П.В.Дубровский, Н.В.Глухова, А.С.Чижиков	38
БЕСПЛАЗОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	
О.Ю.Завьялов, Д.Ю.Завьялов	39
ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК	
С.А.Кобелев, Д.Г. Вольсков, О.В.Щеклеина	40
ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА «ТЕХНОПРО»	
С.А.Кобелев, О.Ю.Завьялов	41
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОНКОЙ РАСТЯНУТОЙ ПОЛКИ	
И.М.Колганов, П.Н.Куприн.....	41
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ	
И.М. Колганов, П.Ю. Пакшин, А.В. Киселев	42
ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ	
И.И.Плетинь, А.Г.Попов	43
ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА	
А.Г.Попов, М.Ю.Индииков	44
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПКМ В АВТОКЛАВАХ	
А.Г.Попов, Д.А.Попов	45
ВЕРИФИКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ И СИСТЕМАМИ	
П.М.Попов, С.П.Попов	46
ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В ВЫСШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ ПО СКВОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЦЕПОЧКЕ	
П.М.Попов, С.П.Попов	47
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В МПКМ ПРИ ИХ ДЕФОРМИРОВАНИИ	
М.В. Постнова, В.И. Постнов	48
ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИЦИИ С УВЕЛИЧЕННЫМ ВРЕМЕНЕМ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ РАБОЧЕГО СОСТАВА	

Г.Л.Ривин.....	49
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА	
А.А.Романцев.....	50
ОСОБЕННОСТИ АВИАЦИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК УНИКАЛЬНЫХ НЕСТАНДАРТНЫХ ГРУЗОВ	
В.И.Толмачев, А.Н.Матовников.....	51
УСКОРЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАЩИКА ФОРМЫ	
В.С.Щеклеин.....	52
ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ТЕЛ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОКАД	
В.С.Щеклеин.....	53
ЗАЩИТА АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ	
Д.Н.Емелин, А.Н.Сибиряков.....	55
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ УЛЬЯНОВСЭНЕРГО	
С.М. Пестов, С.В. Пугачёв.....	55
КОНТРОЛЬ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	
А.Е. Усачёв.....	56
АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ И СИСТЕМ	
В.Е.Вольнов, С.А.Курганов, В.В.Филаретов, Д.В.Шеин.....	57
ДИАГНОСТИКА ПЛОХООБУСЛОВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ МЕТОДОМ СОПРОТИВЛЕНИЙ СЕЧЕНИЙ	
С.А.Курганов, А.А.Никитин.....	59
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СХЕМНЫХ ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ	
С.В.Жогло, В.В.Филаретов.....	59
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ БЫТОВОЙ СЕТИ ЧЕРЕЗ ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	
В.М.Петров, М.В.Петрова.....	60
ПИКОВЫЙ ДЕТЕКТОР	
М. К. Казаков, Л. И. Хисамова.....	61
ИНТЕГРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО	
Г.В. Джикаев.....	62
ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ ОДНОФАЗНОГО МОСТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ПУЛЬСАЦИЙ	
М.В.Петрова, В.М.Петров.....	62
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОГО РАСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ УЛЬЯНОВСКА	
Н.Н.Ковальногов, В.Г.Сторожик.....	63

Ульяновский государственный технический университет

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XXXV НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(29 января – 4 февраля 2001 года)

Часть первая

Отв. за выпуск А.Б.Климовский

Н.А.Почкайло

Подписано в печать .04.01. Формат 60x84/16. Бумага писчая.

Уч.-изд.л.

Усл.печ.л.

Тираж

Заказ

Типография УлГТУ, 432027, Северный Венец, 32