

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ (М2..М6) В ДЕТАЛЯХ ПРИБОРОВ

Полянцев И.А., Канареев Ф.Н. (каф. МИТ, СевГТУ, г. Севастополь, Украина)

В известных конструкциях резьбонарезных станков в качестве привода применяются электродвигатели, а для реверсирования вращения инструмента используются различные конструкции реверсивных механизмов или электродвигатели.

При нарезании резьб в глухих отверстиях основное значение имеет время и точность осуществления процесса реверсирования, которые определяются инерционностью вращающихся масс привода, зависят от большого количества факторов и имеют вероятностный характер. Количество оборотов шпинделя (инструмента) ограничено и определяется длиной обрабатываемого отверстия и шагом инструмента. Скорости образования внутренних резьб малых диаметров лежат в диапазоне 2..10 м/мин, поэтому длительность процесса мала, а быстродействие процесса реверсирования должно быть очень высоким. Реверсивные электродвигатели недостаточно надежны из-за частых включений и больших пусковых токов в обмотках. Предохранительные устройства, применяемые для повышения надежности процесса образования внутренней резьбы, усложняют конструкцию и не всегда позволяют достичь ожидаемого эффекта.

Существующие конструкции обеспечивают одну или несколько скоростей (ступенчатое регулирование). Для обеспечения оптимальных скоростей процесса образования внутренних резьб в деталях из различных материалов и инструментами различных диаметров большое значение имеет возможность бесступенчатого регулирования скорости вращения инструмента в определенном диапазоне.

С учетом вышесказанного могут быть сформулированы основные требования к оборудованию для образования внутренних резьб:

- должна быть обеспечена жесткая кинематическая связь между вращением и осевым перемещением инструмента при использовании режущих метчиков;
- источники движения должны совмещать приводные, реверсивные и предохранительные функции;
- регулирование скорости вращения шпинделя должно быть бесступенчатым в достаточном диапазоне;
- надежность и долговечность резьбонарезных модулей должны быть максимальными.

Этим требованиям в достаточной мере отвечает разработанное в СевГТУ оборудование. В качестве привода разработанных резьбонарезных станков выбраны пневмоцилиндры поступательного действия.

На рисунке 1 показана кинематическая схема унифицированного приводного узла. Поршень 5 пневмоцилиндра связан с планкой 6, в которой с возможностью вращения установлены зубчатые колеса 4 и 7, находящиеся в зацеплении между собой. Ступицы колес выполнены в виде гаек и взаимодействуют с расположенными в них ходовыми винтами 3 и 8, один из которых - 8 - закреплен на корпусе неподвижно, а другой - 3 - установлен с возможностью вращения. С винта - 3 - вращение посредством зубчатых колес 2, 9 и 10 передается на приводную втулку 1.

При перемещении поршня 5 с планкой 6 влево колесо 7 перемещается по винтовой линии неподвижного ходового винта 8, вращая колесо 4, а вместе с ним и ходовой винт 3. Кроме того, ходовой винт 3 получает вращение при поступательном перемещении колеса 4.

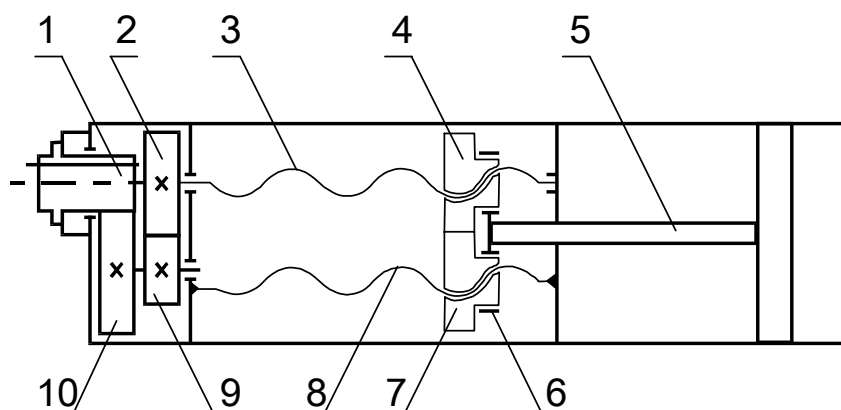


Рис. 1. Кинематическая схема унифицированного приводного

Количество оборотов n_1 на приводной втулке 1 определяется:

$$n_1 = \frac{L_5}{P_{3,8}} \times \left(\frac{Z_7}{Z_4} + 1 \right) \times \frac{Z_2}{Z_9} \times \frac{Z_{10}}{Z_1},$$

где: L_5 - длина хода поршня 5;

$P_{3,8}$ - шаги ходовых винтов 3 и 8;

$Z_1, Z_2, Z_4, Z_7, Z_9, Z_{10}$, - числа зубьев колес 1, 2, 4, 7, 9, 10 соответственно.

Крутящий момент M_{10} на приводной втулке 1:

$$M_1 = 0,125 \times d_5^2 \times P \times L_5 \times n_1^{-1} \times \eta_{\Sigma},$$

где: d_5 - диаметр поршня 5;

P - давление на поршень 5;

η_{Σ} - суммарный коэффициент полезного действия.

Приводной узел использован в конструкции резьбонарезной головки (рис. 2.), предназначенной для компоновки станков различного целевого назначения (универсальных резьбонарезных, агрегатных и др).

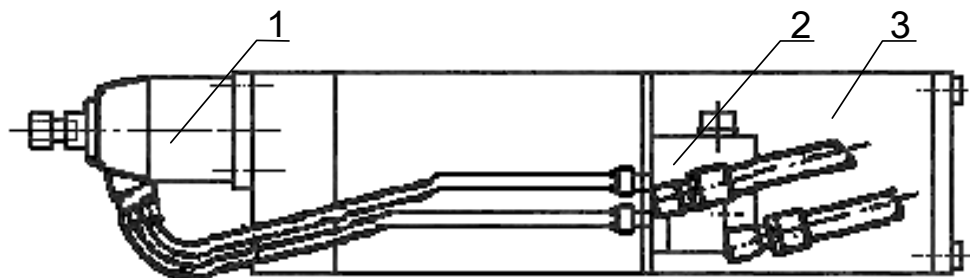


Рис. 2. Общий вид силовой резьбонарезной головки

Головка состоит из приводного 3 и шпиндельного 1 узлов и редукционной распределительной коробки 2, из которой подаваемый к головке сжатый воздух подается в полости силового цилиндра привода и к шпиндельному узлу.

На базе описанной силовой головки спроектирован и изготовлен одношпиндельный станок настольного исполнения (рис. 3.), предназначенный для нарезания резьб в сквозных и глухих отверстиях в деталях приборов с условным диаметром до 6 мм режущими и деформирующими метчиками.

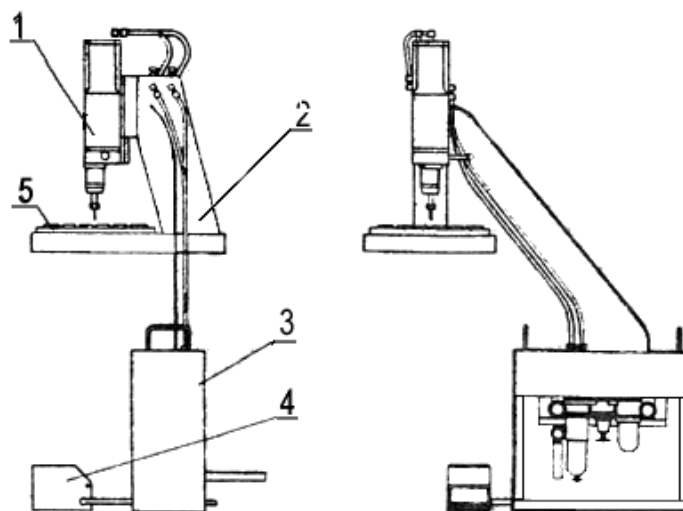


Рис. 3. Общий вид одношпиндельного резьбонарезного станка модели HCA

Станок состоит из резьбонарезной головки 1, станины 2 со столом 5, блока пневмооборудования 3 и педали управления 4.

Разработанное резьбонарезное оборудование может быть использовано в механических и механосборочных цехах для получения внутренних резьб 4 - 6 степеней точности в деталях машин и приборов.

Силовая резьбонарезная головка может применяться при компоновке станков различного целевого назначения - специальных и агрегатных. Обеспечение оптимальных скоростей «ввинчивания» и «вывинчивания» инструмента осуществляется настройкой проходных сечений дросселей бесштоковой и штоковой полостей силового цилиндра.

В тех случаях, когда получение резьб сопровождается частыми поломками, пренебрегают рекомендуемыми режимами резания и осуществляют настройку редукционного клапана, так чтобы предельный крутящий момент на шпинделе был равен 0,5..0,8 разрушающего крутящего момента метчика.

Резьбонарезные станки обеспечивают достаточное быстродействие процесса резьбонарезания. Цикл осуществляется за 1..1,5с, что в 2 - 3 раза меньше, чем у станков модели 2054М.

При оснащении одношпиндельного резьбонарезного станка загрузочными и транспортирующими устройствами он может работать в автоматическом режиме.

ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО РЕСУРСУ

Проскураков С.В., Ченцов Н.А. (каф. МОЗЧМ, ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

Оборудование, спроектированное по существующим в металлургии методикам, как правило, обладает , большим коэффициентом запаса прочности, что приводит к увеличению размеров и массы, повышает его энергоёмкость. Эти факторы повышают стоимость оборудования и затраты на поддержания его работоспособного состояния во время эксплуатации.

Традиционные представления, заложенные в проектировании деталей машин в металлургии исключают возникновение в них процессов изнашивания. Однако, эти представления о работе оборудования являются неверными. На сегодняшний день мы имеем оборудование с неизвестным ресурсом [1], что означает его низкую надёжность и качество. Существование аварийных отказов, вследствие, истощения деталью своего ресурса является ярким доказательством этого факта. Современное оборудование обладающее следующими недостатками: высокая стоимость, низкая удельная производительность, низкая эффективность работы ремонтной службы, низкая надёжность, высокая энергоёмкость.

Для проектирования более надёжного оборудования необходимо, создавать расчётные методики, оценивающие его ресурс, которые должны отвечать следующим требованиям: учитывать нагрузки на деталь и их изменение, учитывать условия работы деталей, учитывать изменения, происходящие в материале детали.

В качестве примера возьмём подшипники скольжения, работающие в условиях чёрной металлургии.

Построение расчётной методики, необходимо, начинать с создания классификации процессов изнашивания в условиях чёрной металлургии (рис.1).

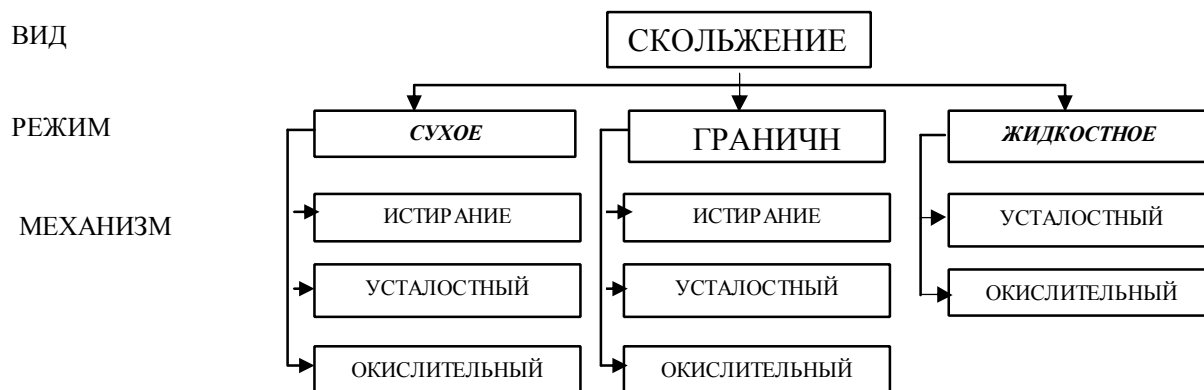


Рис.1. Классификация процессов изменения технического состояния подшипников скольжения чёрной металлургии

Вторым этапом при построении методики является определение границ между областями действия того или иного процесса изнашивания. Процессы приработки и катастрофического износа также накладывают свои особенности на работу подшипника.

Область действия того или иного процесса изнашивания выделим по двум факторам: пределы скорости скольжения, пределы давления в точках контакта.

Определяющей характеристикой работы подшипника скольжения является температура. Температура поверхности трения рассчитывается по формуле [2]:

$$t = t_0 + kfp_{ном} \vartheta_{ск}.$$

При окислительном изнашивании в поверхностном слое вкладыша температура, как правило не превышает предельно- допустимых значений [t]. Исходя из этого условия, можно найти предельно- допустимую скорость для определённого уровня давления по следующей формуле:

$$[\vartheta] = \frac{[t] - t_0}{kfp_{номф}},$$

Такие же предельно- допустимые значения температур можно найти и для других механизмов изнашивания. Верхним пределом температуры в поверхностном слое можно принять температуру заедания подшипника. Предельно- допустимые давления для вкладыша подшипника скольжения определяются следующим образом. Механизм истиранием соответствует режиму работы, когда фактические давления в точках контакта p_f равны фактическим значениям твёрдости поверхности HB_f . Усталостный механизм осуществляется, когда фактические давления в точках контакта по значениям выше фактического предела выносливости σ_{-1} , но ниже фактической твёрдости поверхности HB_f . Окислительное изнашивание осуществляется в случае, когда фактические давления в точках контакта p_f не превышают предел выносливости σ_{-1} материала вкладыша. Механизм изнашивания считаем доминирующим в случае, когда складываются условия для его протекания на площади контакта превышающей критическую $A_{кр}$. Пользуясь величиной относительной площади контакта $\xi_{кр}$, можно рассчитать предельно- допустимое номинальное давление для конкретного случая. К примеру, для случая истиранием допустимое номинальное давление $[p_{ном}]$ равно:

$$[p_{ном}] = \frac{HB_f}{\xi_{кр}},$$

Используя подобные формулы, мы можем выделить области действия того или иного процесса изнашивания по предельно- допускаемому давлению $[p_{ном}]$ и по предельно- допускаемой скорости $[\vartheta]$, в каждом конкретном случае.

После выделения областей действия процессов изнашивания, необходимо, описать модель изнашивания математически. Учитывая тот факт, что основной износ подшипников скольжения чёрной металлургии происходит по механизму изнашивания истиранием, скорость изнашивания можно определить по следующей формуле:

$$\gamma = kf \frac{HB^2 \xi P^\chi}{\Delta A_{фном}} v_{ск},$$

где k - экспериментальный коэффициент,

P - нагрузка прикладываемая к подшипнику скольжения, Н;

Δ - равновесная шероховатость[3];

$A_{фн.м}$ - фактическая номинальная площадь контакта, м².

Значение степени χ , с учётом номинальных характеристик трения, можно рассчитать по формуле:

$$\chi = \frac{32,6 + \frac{\sigma_{T0}}{\ln \xi}}{\sqrt{1566 + 350\sqrt{\Phi_{\Sigma}}}} + \frac{HB_0}{\sigma_{B0}}.$$

где Φ_{Σ} - суммарный критерий влияния условий трения на скорость изнашивания, можно рассчитать по формуле:

$$\Phi_{\Sigma} = \Phi_{\sigma} \Phi_{\Delta} \Phi_{\mu}.$$

В расчётах принимаются фактические значения величин с учётом влияния температуры поверхностного слоя. Для того чтобы точно рассчитать величину износа за определённый промежуток времени, необходимо все расчёты привести к времени рабочего цикла. В результате расчёта скорости изнашивания необходимо построить график изменения скорости изнашивания за время рабочего цикла. Площадь под построенной кривой изменения скорости изнашивания численно равна величине износа подшипника скольжения за один рабочий цикл. Величину износа за один рабочий цикл в этом случае можно рассчитать по формуле:

$$U_{\text{ц}} = \int_0^{t_{\text{ц}}} f(\gamma) dt.$$

Срок постепенного отказа $T_{\text{ОТК}}$ подшипника скольжения можно рассчитать по формуле:

$$T_{\text{ОТК}} = T_H + \frac{(U_{\text{ПР}} - U_H) \cdot t_{\text{ц}}}{U_{\text{ц}}}$$

где T_H - время наработки подшипника, с;

$U_{\text{ПР}}$ - предельно-допустимый износ подшипника, м;

U_H - величина износа в подшипнике ко времени прогноза, м.

Выводы: ресурс является важной характеристикой надёжности проектируемого оборудования; используя вышеизложенную методику для проверки подшипников скольжения по ресурсу, мы сможем исключить их аварийные отказы, что повысит надёжность оборудования.

Список литературы: 1. Седуш В.Я. Надёжность, ремонт и монтаж металлургических машин: Учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. - К.: НМК ВО, 1992.- 368 с. 2. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин: Уч. Пособие для машиностроительных спец. Вузов.- М.: ВШ, 1991.- 319 с. 3. Крагельский и.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М., Машиностроение, 1977-526 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ТОЧЕНИЯ ЗАКАЛЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ РЕЗЦАМИ ИЗ ЭЛЬБОРА-Р

Сивер Л.Н., Гончар И.А. (каф. ТМ, ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

Исследования инструментальных сталей Р6М5, ХВГ и Х12МВ твердостью 59-64 HRC_Э проводились при точении резцами из эльбора-Р с геометрическими параметрами: $\gamma = -10^\circ$; $\alpha = \alpha_1 = 20^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 20^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $r = 0,4$ мм.

Исследованием установлено, что изменения в широких пределах геометрических параметров резца не оказывают существенного влияния на шероховатость обработанной поверхности. Параметр шероховатости поверхности R_a в исследованиях не превышал 1,25 мкм. Объясняется это особенностями процесса тонкого точения в условиях весьма малых сечений среза. При небольших глубинах резания большая часть активного участка главной режущей кромки очерчена по радиусу r и поэтому сводит к минимуму влияние главного угла в плане φ на шероховатость обработанной поверхности. Кроме того, при тонком точении толщина среза часто соизмерима с радиусом округления режущей кромки ρ резца. В этом случае геометрия контактных поверхностей инструмента, влияющая на формирование микрогеометрии обработанной поверхности, определяется в основном не передним и задним углами, а указанным радиусом округления режущей кромки.

Следует также учесть, что в процессе тонкого точения закаленных сталей резца-

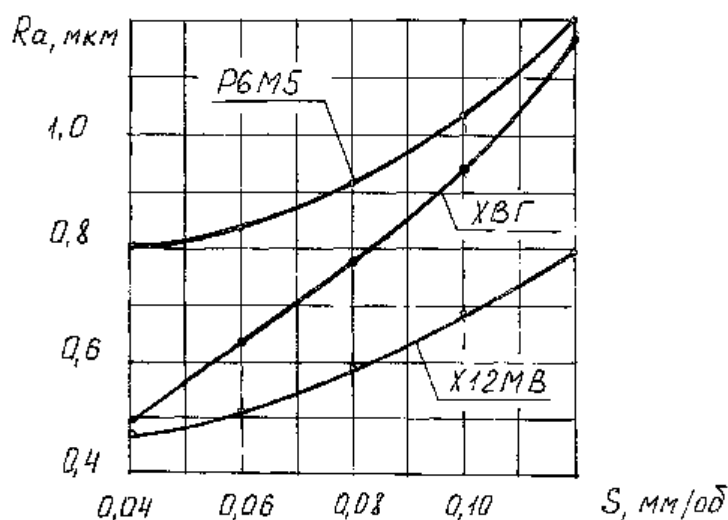


Рис. 1. Влияние подачи S на параметр шероховатости R_a обработанной поверхности: $V = 70$ м/мин; $t = 0,2$ мм; $h_s = 0-0,04$ мм

ми из сверхтвердых материалов геометрические параметры инструмента претерпевают значительные изменения, которые в большей степени зависят от применяемых режимов резания, чем от геометрии резца [1].

Существенное влияние на шероховатость обработанной поверхности оказывают подача и скорость резания. Это подтверждается графиками на рисунках 1 и 2.

С увеличением подачи с 0,04 до 0,12 мм/об параметр шероховатости возрастает в 1,5–2 раза (рис. 1). Наибольшая шероховатость поверхности наблюдается при точении стали Р6М5,

процесс обработки которой сопровождается более крупными микровыкрошками режущего лезвия резца из эльбора-Р, чем в случае точения сталей ХВГ и Х12МВ [2].

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от скорости резания приведена на рисунке 2. Установленные зависимости обусловлены неоднозначностью изменения шероховатости обработанной поверхности от различных диапазонов скоростей резания. В пределах $V = 40-70$ м/мин величина R_a с увеличением скорости резания

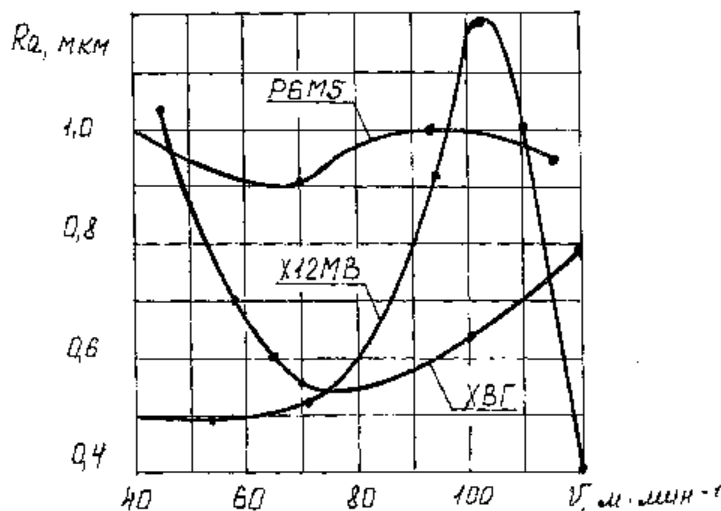


Рис. 2. Влияние скорости V на параметр шероховатости Ra обработанной поверхности: $S = 0,04$ мм/об; $t = 0,2$ мм; $h_z = 0-0,04$ мм

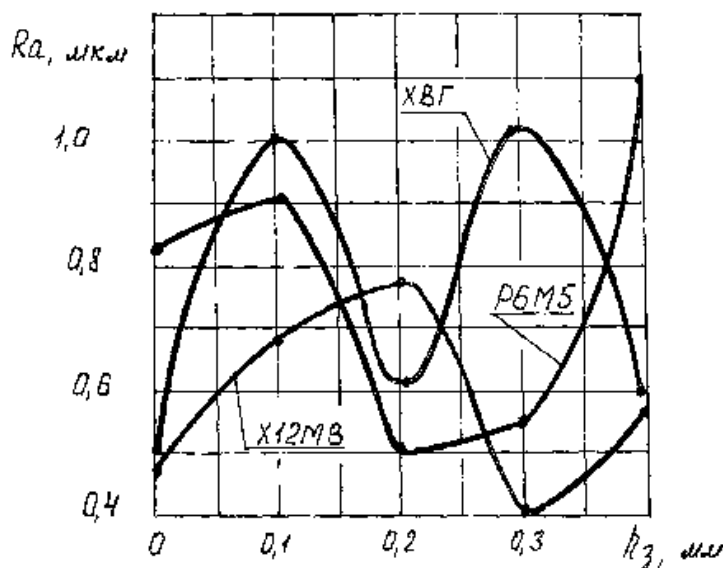


Рис. 3. Влияние износа по задней поверхности резца h_z на параметр шероховатости Ra обработанной поверхности: $V = 70$ м/мин; $S = 0,04$ мм/об; $t = 0,2$ мм.

или уменьшается (для сталей Р6М5 и ХВГ), или остается постоянной (для стали Х12МБ). При увеличении скорости резания до $V = 100$ м/мин шероховатость поверхности увеличивается с большей или меньшей интенсивностью в зависимости от марки обрабатываемой стали. Дальнейшее увеличение скорости резания приводит в ряде случаев к уменьшению шероховатости под влиянием температурно-скоростного фактора.

Исследования свидетельствуют о незначительном влиянии глубины резания на шероховатость обработанной поверхности, а также о своеобразной зависимости шероховатости обработанной поверхности от величины износа инструмента по задней поверхности (рис. 3). В начальный период работы резца, когда интенсивность его износа велика, параметр Ra шероховатости поверхности вначале увеличивается, а затем уменьшается. В процессе стабилизации износа в течение основного периода работы инструмента шероховатость Ra достигает наименьших значений. При полном затуплении резца возможно появление выглаживающего эффекта, в результате которого шероховатость обработанной поверхности еще больше понижается.

Список литературы: 1. Чандиромани, Кук. Исследование характера шероховатости поверхности и ее зависимости от скорости резания / Труды американского общества инженеров-механиков. – М.: Мир, 1996. 2. Круцило В.Г., Веретенников В.Е. Шероховатость поверхности инструментальных сталей. – М.: Известия ВУЗов. Машиностроение, 1998, № 10.

МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ ТОНКИХ ПЛАСТОВ

Сивер Л.Н., Гончар И.А., Билык О.Н. (каф. ТМ, ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

Габариты редуктора привода исполнительного органа очистных комбайнов ограничены мощностью разрабатываемого угольного пласта. Кроме того, размеры поворотного редуктора, несущего на выходном валу исполнительный орган, должны быть минимальны для обеспечения выгрузки угля на конвейер. Поэтому несущая способность зубчатых передач привода не может быть повышена за счет увеличения их размеров.

В результате анализа повреждений зубчатых колес горных машин установлены основные виды повреждений, характер их развития и причины возникновения.

В результате развития поднутрения и абразивного изнашивания на рабочей поверхности зуба образуется так называемый "хребет" между изношенными его участками у ножки и у головки (рис. 1). "Хребет" образуется в районе полюса, т.к. в этой фазе зацепления отсутствует взаимное скольжение профилей, а, следовательно, и абразивное изнашивание. За счет этого уменьшается радиус кривизны профиля в полюсе зацепления и возникают повышенные контактные напряжения, что приводит к усталостному выкрашиванию цементационного слоя на "хребте".

Степень развития описанных выше повреждений зуба в общем случае неодинакова по ширине зубчатого венца и зависит от неравномерности распределения нагрузки по ширине зуба. Согласно данным дефектации зубчатых колес горных машин [1] 70-80% колес имели локализованные разрушения. Наличие локализованных по ширине зуба разрушений свидетельствует о том, что в процессе работы передачи не происходит снижения степени неравномерности нагрузки вследствие проработки зубьев. Наиболее существенным в количественном отношении видом повреждений является усталостное выкрашивание цементационного слоя зубьев в районе полюсной контактной линии [1]. Следовательно, для повышения несущей способности зубчатых колес критерием выбора продольных профилей зубьев должна быть контактная выносливость их рабочих поверхностей в полюсе зацепления.

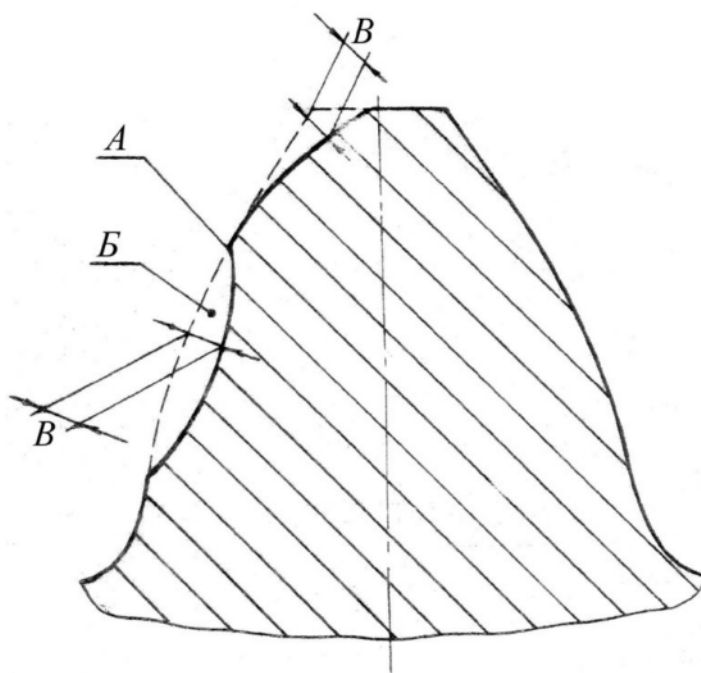


Рис. 1. Схема износа рабочего профиля зуба зубчатого колеса: А — "хребет" в полюсе зацепления; Б — поднутрение; В — износ.

В процессе работы передачи распределение нагрузки по ширине зубьев постоянно изменяется. Это обусловлено деформацией элементов редуктора под действием изменяющейся нагрузки, а также погрешностью направления отдельных зубьев колес. Из этого следует, что при определении оптимального продольного профиля зубьев необходимо моделировать процесс накопления повреждения их рабочими поверхностями от действия изменяющейся удельной нагрузки.

Определяющее влияние на формирование распределения нагрузки в передаче оказывают компенсирующие прогибы зубьев, в общем случае неодинаковые по ширине зубчатого венца. Такое сложное напряженно-деформированное состояние зуба обуславливает трудности в его описании и учете изгибной податливости зубьев при определении удельной нагрузки по длине контактной линии. Использование точных (в постановке задачи) методов теории упругости, например, метода конечных элементов для определения пространственного напряженно-деформированного состояния зуба применительно к решаемой задаче нерационально, так как они очень громоздки.

Задача учета изгибной податливости зубьев при определении распределения нагрузки по ширине зубчатого венца сводится к описанию прогибов контактной линии зуба при приложении сосредоточенной силы в произвольной ее точке. Условно разделим зуб поперечными сечениями на ряд консольных пластин (рис. 2,а). В результате деформации зуба эти сечения занимают новые положения и на их боковых площадках возникают реакции связи в виде распределенных нормальных и касательных сил. Очевидно, что под действием внешней нагрузки и реакций связи пластины испытают деформации изгиба и кручения. Приняв, что распределенные по боковым площадкам пластин реакции связи приложены в одной точке на уровне полюсной контактной линии по высоте зуба, получим достаточно простую и удобную для описания применительно к решению поставленных задач конструкцию, заменяющую зуб. Эта конструкция схематично представляет собой раму, состоящую из параллельно расположенных

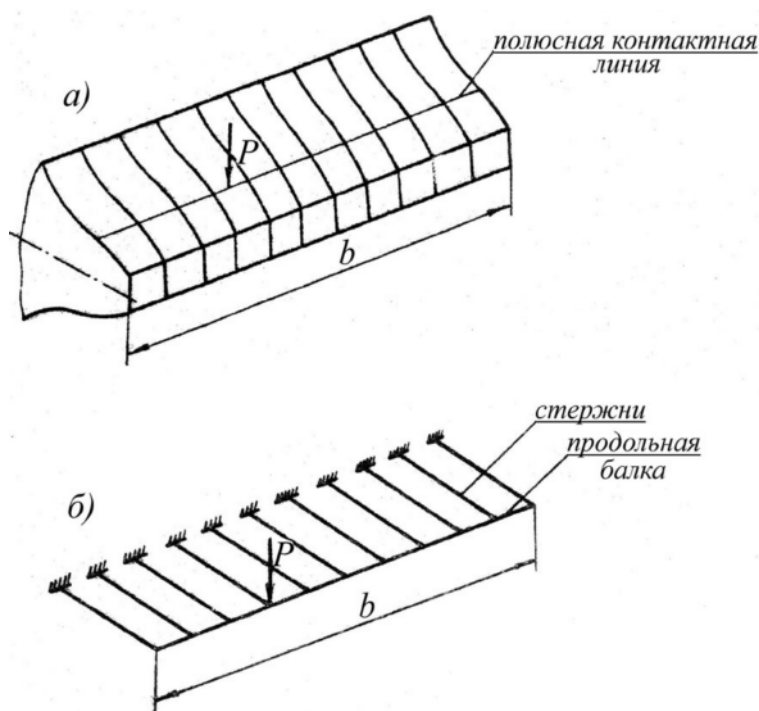


Рис. 2. Вид зуба цилиндрического зубчатого колеса (а) и его физическая модель (б)

стержней, одни концы которых жестко защемлены, а другие связаны между собой упругой продольной балкой, (рис. 2,б). Длина балки равна ширине зубчатого венца. Так как поперечные сечения зуба по его ширине одинаковы, а контактная линия параллельна основанию зуба, то консольные стержни, имитирующие изгибную жесткость зуба на отдельных участках по ширине, должны быть одинаковой длины, иметь одинаковые сечения и располагаться с равными интервалами, а продольная балка должна иметь постоянное по длине сечение.

При приложении к продольной балке той же нагрузки, что и к зубу, консоль-

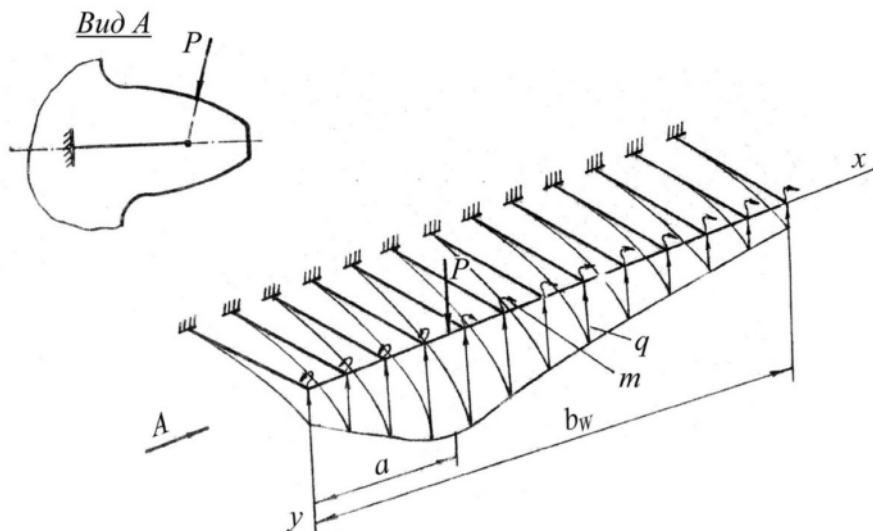


Рис. 3. Схема сил и моментов, действующих на продольную балку физической модели зуба

ные стержни рамы испытывают те же виды деформации — изгиб и кручение, — что и соответствующие им части зуба. Причем, в предлагаемой конструкции рамы сохранены основные виды связей между частями зуба, имитируемые продольной балкой. Предлагаемая физическая модель зуба существенно отличается от известной [2] наличием связи между продольной балкой и консольными стержнями, что обуславливает кручение последних и его влияние на прогиб балки.

Математическую модель напряженно-деформированного состояния зуба получим, определив напряженно-деформированное состояние физической модели при приложении сосредоточенной силы в произвольной точке контактной линии. Под действием сосредоточенной нагрузки P , приложенной в произвольной точке продольной балки $x_p=a$, точки ее переместятся в новое положение, характеризующееся величинами прогибов $y(x)$, рис. 3.

В результате деформации изгиба и кручения консольных стержней со стороны каждого из них на продольную балку будут действовать: поперечная сила $Q_c=3EI_c l_c^{-3}y$ и момент $M_c=y$, где y — прогиб балки в точке соединения со стержнем; I_c — осевой момент инерции сечения стержня; l_c — длина стержня; E, G — модули упругости соответственно первого и второго рода; $I_{пс}$ — полярный момент инерции сечения стержня.

Каждый стержень физической модели соответствует элементарному участку зуба $\Delta x=b_w n^{-1}$, где n — количество стержней в физической модели зуба; b_w — ширина зубчатого венца. Тогда получим, что на балку со стороны стержней действуют распределенные по ее длине сила и момент соответственно:

$$q = \frac{Q_c}{\Delta x} = 3EI_c n y l_c^{-3} b_w^{-1}; \quad (1)$$

$$m = \frac{M_c}{\Delta x} = GI_{пс} n y' l_c^{-1} b_w^{-1}. \quad (2)$$

Обозначим $3EI_c n l_c^{-3} b_w^{-1}$ через k_1 и $GI_{пс} n l_c^{-1} b_w^{-1}$ через k_2 , которые в дальнейшем будем именовать коэффициентами удельной по длине балки, соответственно, изгибной и крутильной жесткости консольных стержней. Тогда

$$q = k_1 y; \quad m = k_2 y', \quad (3)$$

а упругая линия продольной балки описывается дифференциальным уравнением четвертого порядка

$$EI_{\delta} y^{IV} - k_2 y'' + k_1 y = 0. \quad (4)$$

Решение этого уравнения имеет вид

$$y = \sum_{i=1}^4 C_i e^{r_i x}, \quad (5)$$

где C_i - постоянные интегрирования; r_i - корни характеристического уравнения:

$$EI_{\delta} r^4 - k_2 r^2 + k_1 = 0. \quad (6)$$

В случае действительных корней характеристического уравнения последние являются попарно противоположными по знаку: $r_1 = s$; $r_2 = -s$; $r_3 = z$; $r_4 = -z$ и решение уравнения (4) имеет вид

$$y = C_1 e^{sx} + C_2 e^{-sx} + C_3 e^{zx} + C_4 e^{-zx}. \quad (7)$$

Если корни характеристического уравнения комплексные, то они должны быть комплексно сопряженными $r_1 = q + i\mu$; $r_2 = q - i\mu$; $r_3 = -q - i\mu$; $r_4 = -q + i\mu$ и решение уравнения (4) в действительной форме имеет вид

$$y = C_1 e^{qx} \cos \mu x + C_2 e^{qx} \sin \mu x + C_3 e^{-qx} \cos \mu x + C_4 e^{-qx} \sin \mu x. \quad (8)$$

Постоянные интегрирования C_i для каждого из интервалов $0 \leq x \leq a$ и $a \leq x \leq b$ (см. рис. 3) определяются из граничных условий на концах этих интервалов:

$$\begin{aligned} Q(x)|_{x=0} = 0; \quad Q(x)|_{x=b} = 0; \quad M(x)|_{x=0} = 0; \quad M(x)|_{x=b} = 0; \\ Q(x)|_{x \rightarrow a} - Q(x)|_{x < a} = P; \quad M(x)|_{x \rightarrow a} - M(x)|_{x < a} = 0; \\ y'(x)|_{x \rightarrow a} - y'(x)|_{x < a} = 0; \quad y''(x)|_{x \rightarrow a} - y''(x)|_{x < a} = 0; \end{aligned} \quad (9)$$

где P - величина усилия, действующего на зуб; Q, M — соответственно поперечная сила и изгибающий момент в сечении продольной балки с координатой x . Таким образом, разработанная математическая модель дает основание описывать распределение величин прогибов зуба по ширине зубчатого венца (рис. 4).

Разработанная математическая модель напряженно-деформированного состояния зуба содержит три параметра EI_{δ} , k_1 , k_2 , один из которых k_1 можно определить по известным методикам, поставив в соответствие его физический смысл известным параметрам зуба. Жесткость консольных стержней соответствует изгибной жесткости зуба, которую можно определить, например, по методике [3], учитывающей форму поперечного сечения зуба и положение контактной линии на его рабочей поверхности по высоте.

Параметры EI_{δ} и k_2 носят условный характер. Поэтому они определялись при обработке экспериментальных данных. По результатам эксперимента, проведенного на натурных колесах редуктора привода исполнительного органа проходческого комбайна 4ПП-2, аналогичных по конструкции колесам очистных комбайнов, предложены зависимости для определения этих параметров

$$k_2 = Ak_1 m^2; \quad (10)$$

$$EI_{\delta} = m^4 (C + Dk_1^2); \quad (11)$$

где m — модуль зубчатого венца; $A = 1,7$; $C = 4 \cdot 10^4$ Н/мм²; $D = 1,7 \cdot 10^{-5}$ мм²/Н — регрессионные коэффициенты.

Сравнением прогибов, полученных экспериментально, со значениями этих величин, определенными по модели, установлено, что разработанная математическая модель напряженно-деформированного состояния зуба адекватно описывает его реальное

напряженно-деформированное состояние при нагружении зуба сосредоточенной силой в любом сечении по ширине зубчатого венца.

Таким образом, разработанная модель напряженно-деформированного состояния зуба позволяет без проведения экспериментальных исследований на стадии проектирования учитывать изгибную податливость зубьев при определении оптимальных параметров их продольной модификации.

Список литературы: 1. Молдавский Л.А., Финкельштейн З.Л., Верклов Б.А. Виды повреждений и долговечность трансмиссий горных машин. — М.: Недра, 1981. — 192 с. 2. Осетров Л.В. Жесткость зубьев конечной длины // колебания механизмов с зубчатыми передачами. М.: Наука, 1977. — С. 132 — 135. 3. Айрапетов Э.Л., Генкин М.Д., Колин Д.И. Податливость прямозубчатого зацепления// Виброакустическая активность механизмов с зубчатыми передачами. — М.: Наука, 1971. — С. 13-59.

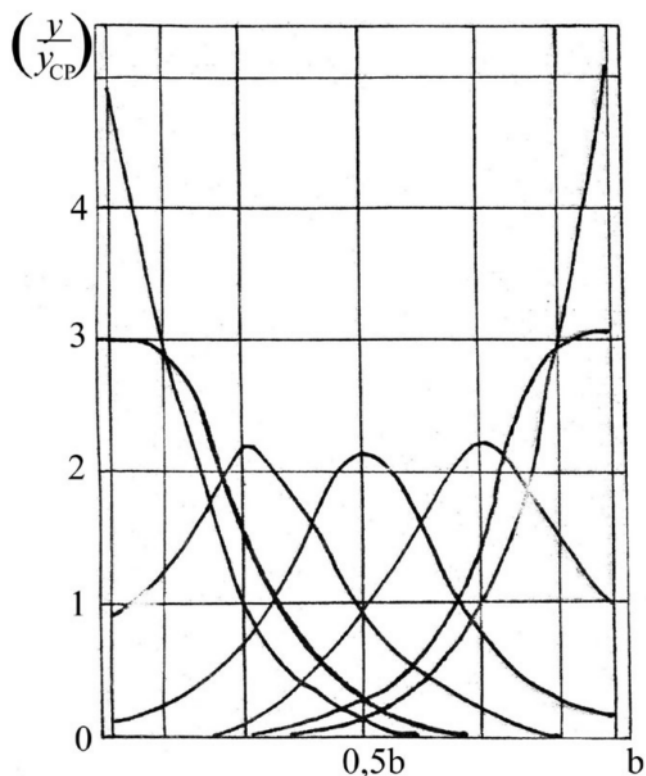


Рис. 4. Графики относительных величин деформаций, полученных по разработанной модели напряженно-деформированного состояния зуба

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЭВМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОНОВКИ МЕХАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И КОМПОНОВОК РАБОЧИХ МЕСТ

Стародуб А.В., Голубов Н.В. (каф. ТМ, ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

Машиностроения является той отраслью, состояние которой определяет уровень развития промышленности в целом и развитию которой уделяется большое внимание. Особое значение придается созданию новых высокоэффективных производств создаваемых на основе автоматизации производственных и вспомогательных процессов и а также реконструкции действующих производств.

Проектируемые производственные процессы должны обеспечивать требуемое качество выпускаемой продукции в сочетании с высокой производительностью и минимальными приведенными затратами.

Перспективным направлением развития машиностроительного комплекса является реконструкция и техническое перевооружение существующих предприятий, так как

средства, выделяемые для этих целей, окупаются в три раза быстрее, чем при создании новых предприятий.

Механосборочное производство, состоящее из комплекса производственных участков и вспомогательных подразделений, в котором протекают производственные процессы изготовления изделий, представляет собой сложную динамическую систему, структура и параметры которой находятся в непосредственной зависимости от сложности конструкций конструкции, номенклатуры выпускаемой продукции и характеристик производственного процесса ее изготовления. Эти факторы напрямую влияют на номенклатуру и количество используемого на производстве основного и вспомогательного оборудования.

Исходными данными для определения количества и типоразмеров оборудования является трудоемкость изготовления изделий.

Одним из этапов работ, по проектированию новых и реконструкции существующих машиностроительных производств является компоновка, при выполнении которой производят увязку расположения основного и вспомогательного оборудования в выбранном масштабе.

При компоновке учитывают все факторы, которые оказывают влияние на работающих. Основные из них следующие [1]: доступ к рабочим местам; удобство для работы и обслуживания рабочих мест; близость инструментально-раздаточных кладовых и складов заготовок; близость санитарно-гигиенических помещений; выполнение требований противопожарной безопасности.

Компоновку оборудования следует производить также с учетом размещения санитарно-технических и энергетических магистралей. Места прокладки магистралей необходимо выбирать таким образом, чтобы они не проходили в зоне работы транспортной системы и не представляли опасности для работающих, оборудования и материалов.

На компоновочном чертеже изображают и указывают: сечение колонн с фундаментами; магистральные проезды; наружные стены; внутренние перегородки; окна, дверные проемы и ворота; основное и вспомогательное оборудование; месторасположение работающих; подвалы, каналы, шахты и антресоли; верстаки, рабочие столы, подставки; инструментально-раздаточные кладовые; склады заготовок, готовых деталей и изделий; площадки для контроля; места мастеров и др. Кроме этого указывается шаг колонн, размеры цеха (участка), площадь вспомогательных отделений, ширину магистральных проездов, расстояние между станками и станками и колоннами, нумерацию оборудования с ее расшифровкой и др. В виду большого количества используемых элементов изображаемых на планах цехов и участков используются их обозначения.

Технологическая себестоимость изготовления изделий оценивается формулой [2]:

$$C = M_o + 3 + A_o + II + A_{mo} + L + P_o + II + P, \quad (1)$$

где M_o – стоимость основных материалов; 3 – заработная плата основных и вспомогательных рабочих, A_o – амортизационные отчисления от стоимости оборудования; II – затраты на инструмент; A_{mo} – амортизационные отчисления от стоимости технологической оснастки; L – затраты на электроэнергию для технологических целей; P_o – затраты на ремонт оборудования; II – затраты на амортизацию и содержание производственных площадей; P – затраты на ремонт и обслуживание управляющих устройств и программ для станков с ЧПУ.

Как видно из формулы (1) одним из элементов оказывающим влияние на технологическую себестоимость являются затраты на амортизацию и содержание производ-

венных площадей. Реальным путем сокращения этих затрат является рациональное размещение основного и вспомогательного оборудования на существующих или вновь строящихся площадях.

Задача сокращения технологической себестоимости ставится перед студентами специальности «Технология машиностроения» при выполнении курсовых и дипломного проектов. Существующие системы автоматизированного проектирования громоздки, занимают больше объемы рабочих возможностей персональных компьютеров, сложны в использовании. Эти недостатки являются следствием того, что программное обеспечение создавалось для использования в крупных проектных институтах. Для использования в учебном процессе и на предприятиях предлагается следующая методика выполнения компоновки механического участка с использованием ПЭВМ.

1. Подготовка исходных данных для проектирования. Исходными данными являются производственная программа, трудоемкость изготовления изделия, тип производства, форма организации производства. Трудоемкость мехобработки должна быть распределена по видам работ.

2. Расчет количества основного оборудования.

3. Расчет количества вспомогательного оборудования

4. Расчет численности работающих.

5. Расчет ориентировочной производственной и общей площади участка.

6. Выполнения чертежа компоновки участка.

Этапы с 1 по 5 выполняются с использованием программы выполненной в табличном процессоре Microsoft Excel.

Фрагмент программы приведен на рис1. Изменение численных значений в заштрихованных ячейках приводит к автоматическому пересчету всех значений.

Таблица 1. - Номенклатура и трудоемкость изготовления изделий						
Наименование изделий	Годовая программа, шт	Трудоемкость по видам работ, нормо-часы				Трудоемк. год.пр., н-ч
		токарная	фрезерная	сверлильн.	общая	
Изделие А	5000	1,4	0,6	0,1	2,1	10500
Изделие Б	3500	1,2	0,3	0,2	1,7	5950
Изделие В	2300	0,8	1,2	0,1	2,1	4830
Изделие Г	4500	3,1	0,2	0,05	3,35	15075
Изделие Д	1300	1,1	0,5	0,03	1,63	2119
Всего	16600	7,6	2,8	0,48	10,88	38474
Годов. тр.		28420	8360	1694		
Средний коэффициент загрузки K_z ср=				0,8		
Годовой фонд времени работы оборудования F_d =				4015	н/часов	
Количество токарных станков $Ст$ =				9		
Количество фрезерных станков $Сф$ =				3		
Количество сверлильных станков $Сс$ =				1		
Общее количество станков $Сп$ =				12		
Действительный годовой фонд времени рабочих $Фд$ =				1820		
Коэффициент многостаночного обслуживания $Кмс$ =				1,5		
Количество рабочих токарей $Рт$ =				11	человек	
Количество рабочих фрезеровщиков $Рф$ =				4	человек	
Количество рабочих токарей $Рт$ =				1	человек	
Всего производственных рабочих $Рпр$ =				16	человек	

Рис. 1. Фрагмент программы расчета параметров механического участка

Шестой этап выполняется с использованием графического редактора CorelDRAW. Возможности этого редактора позволяют осуществлять точную привязку одного гра-

фического объекта относительно другого. Используя созданную библиотеку стандартных графических обозначений, компонуются отдельные рабочие места. Затем на шаблоне с нанесенной сеткой колонн с использованием подготовленных рабочих мест выполняется компоновочный план участка. Простота управления графическими объектами в редакторе CorelDRAW позволяет быстро выполнять несколько компоновок участка, затем выбирать предпочтительный.



Рис. 2. Варианты компоновки механического участка.

На рис 2. приведены два компоновочных плана механических участков для производства зубчатых колес. Выполнены они были в масштабе 1:100. Правый вариант компоновки является правильным, так как оборудование занимает меньшую площадь.

Разработанные программы и библиотеки графических объектов предназначены в первую очередь для использования в учебном процессе при выполнении курсового проекта по дисциплине «Механосборочные цеха и участки в машиностроении», однако они могут быть использованы на предприятиях при разработке проектов реконструкции производства и разработке новых механических участков.

и библиотеки графических объектов предназначены в первую очередь для использования в учебном процессе при выполнении курсового проекта по дисциплине «Механосборочные цеха и участки в машиностроении», однако они могут быть использованы на предприятиях при разработке проектов реконструкции производства и разработке новых механических участков.

Список литературы: 1. Проектирование механосборочных цехов; Учебник для студентов машинострит. специальностей вузов/ Пол рел. А.М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. - 352с. 2. Технология машиностроения: В 2т. Т1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов/ В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. – 564с.

СБОРНЫЕ АЛМАЗНЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ

Стрелков В.Б., Матюха П.Г. (каф. МСтанк, ДонГТУ, Донецк, Украина)

Снижение металлоёмкости продукции, в том числе и инструментов, является важной задачей в условиях рыночных отношений. ГОСТ 16167-70 предусматривает изготовление абразивных алмазных кругов, корпус которых состоит из алюминиевого сплава, на который напрессовано стальное алмазоносное кольцо. Для определенного диаметра ГОСТ также предусматривает выпуск кругов различной высоты. Например, для круга $\varnothing 300\text{мм}$ предусматривается выпуск кругов с высотой: 10, 12, 15, 20, 40, 50, 60, 100мм [1]. Частота использования кругов различной высоты разная, поэтому в инструментальных кладовых без движения находится огромное количество металла не

участвующего в производстве. Решить данную проблему можно за счет разработки конструкций шлифовальных кругов со съёмными кольцами различной высоты, устанавливаемых на один корпус.

Покажем, возможность изготовления шлифовальных кругов сборными, проанализировав напряжения от сил инерции, возникающих в быстровращающемся кольце, воспользовавшись формулами для расчета радиальных и окружных напряжений [2]:

$$\sigma_r = 10^{-11} \frac{\gamma \omega^2}{8g} (3 + \mu) \left(R_n^2 + r_e^2 - \frac{rb^2 R_n^2}{r^2} - r^2 \right), \quad (1)$$

$$\sigma_t = 10^{-11} \frac{\gamma \omega^2}{8g} (3 + \mu) \left(R_n^2 + r_e^2 + \frac{rb^2 R_n^2}{r^2} - \frac{1 + 3\mu}{\mu + 3} r^2 \right), \quad (2)$$

где σ_r – радиальное напряжение, МПа; σ_t – окружное напряжение, МПа; γ – плотность материала круга, кг/м³ ($7,8 \cdot 10^3$ кг/м³); ω – угловая скорость круга, С⁻¹; g – ускорение свободного падения, м/с² ($9,8$ м/с²); μ – коэффициент Пуассона ($0,3$ – для стали); R_n – наружный радиус шлифовального круга, мм; r_e – внутренний радиус шлифовального круга, мм; r – текущий радиус шлифовального круга, мм.

По этим формулам с помощью ПЭВМ были рассчитаны напряжения для кругов, устанавливаемых на станке 3Е183А.

Скорость круга Ø300мм рассчитаем по паспортной частоте вращения шпинделя, равной 1672 об/мин.

$$V_{cm} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1672}{1000} = 26,25 \text{ м/с.}$$

При расчете угловой скорости с целью создания определенного запаса принимаем $V_p \approx 1,5 V_{cm}$ м/с. Тогда $V_p = 1,5 \cdot 26,25 = 39,37 \approx 40$ м/с.

$$\omega = \frac{V_p}{R_n} = \frac{40}{0,150} = 267, \text{ С}^{-1},$$

где V_p – расчетная окружная скорость шлифовального круга, м/с;
 R_n – наружный радиус шлифовального круга, м.

С целью определения минимального размера кольца с алмазоносным слоем требуемой высоты расчет напряжений будем осуществлять, изменяя внутренний диаметр шлифовального круга $2r_e$, при этом наружный диаметр остается постоянным и равным $2R_n = 300$ мм.

Расчеты напряжений выполним в трех точках: на наружном диаметре, внутреннем диаметре и на диаметре наибольших радиальных напряжений.

Для определения радиальных и окружных напряжений воспользуемся зависимостями (1) и (2), подставляя вместо текущего радиуса величины внутреннего радиуса r_e и наружного R_n . Значение текущего радиуса, на котором действуют максимальные радиальные напряжения, определяем по формуле [3]

$$r_{\sigma_{r \max}} = \sqrt{R_n \cdot r_e}.$$

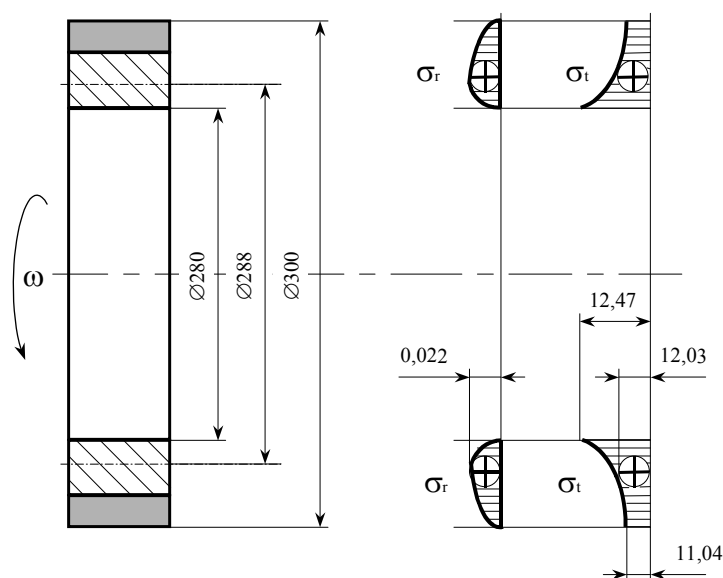


Рис. 1. Эпюры нормальных и касательных напряжений, возникающих в шлифовальном кольце под действием сил инерции

Распределение напряжений, рассчитанных на ПЭВМ, приведено на рис.1 из которого видно, что максимальные их значения от действия сил инерции будут возникать на внутренней поверхности шлифовального кольца.

Аналогично были рассчитаны напряжения для колец с другим размером радиуса внутренней поверхности (рис.2,3,4).

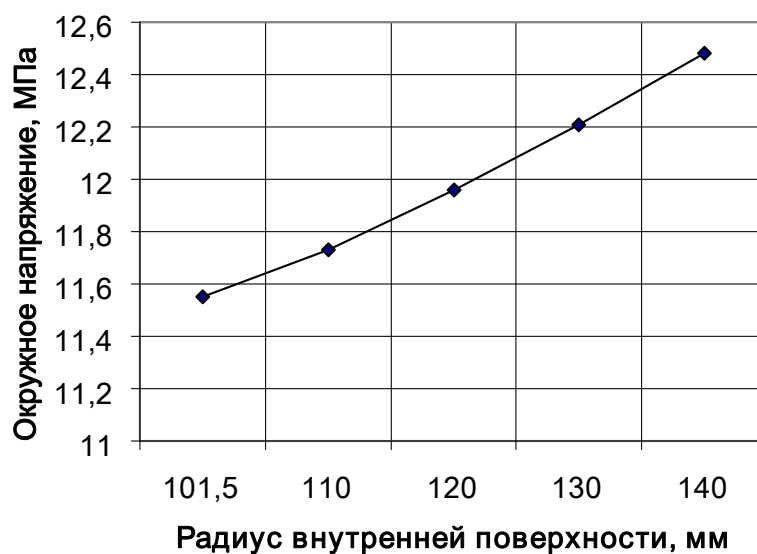


Рис. 2. Влияние радиуса внутренней поверхности шлифовального кольца на величину окружных напряжений σ_t при наружном радиусе $R_n = 150$ мм.

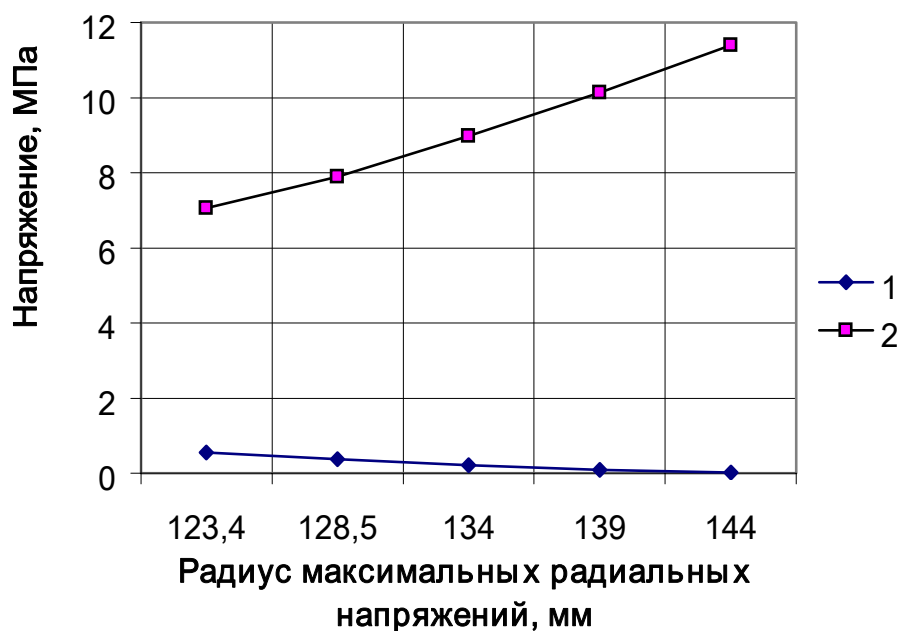


Рис. 3. Влияние радиуса внутренней поверхности шлифовального кольца на величину максимальных радиальных напряжений σ_r и окружных напряжений σ_t при наружном радиусе $R_n = 150$ мм.

- 1- максимальные радиальные напряжения σ_r ;
2- окружные напряжения σ_t .

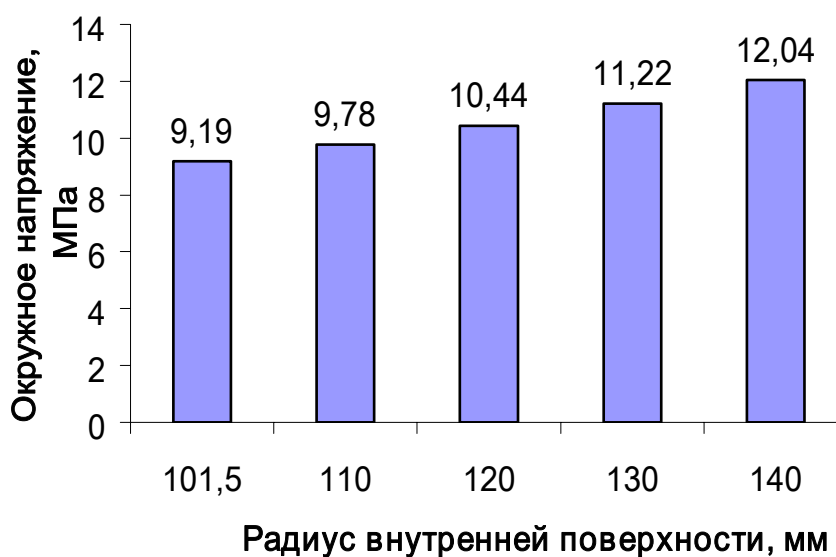


Рис. 4. Величина окружных напряжений на наружной поверхности кольца радиусом 150 мм при различных величинах внутреннего диаметра

Из приведенных графиков видно, что с увеличением внутреннего радиуса круга максимальные окружные напряжения увеличиваются, а максимальные радиальные напряжения уменьшаются. Так как окружные напряжения σ_t значительно превосходят радиальные напряжения σ_r , прочность кольца будем оценивать по окружным напряжениям.

Величина этих напряжений значительно меньше допустимых напряжений для сталей на разрыв. Для изготовления колец рекомендуется сталь 3, сталь 20 [4]. Допус-

тимые напряжения на разрыв для стали 3 равны 160 МПа [5]. Таким образом величина напряжений, возникающих под действием центробежных сил инерции, значительно меньше допустимых напряжений для стали 3. Следовательно, с позиции прочности выполнять алмазные шлифовальные круги сборными возможно.

На кафедре металлорежущих станков и инструментов ДонГТУ разработан ряд конструкций шлифовальных кругов, основным отличием которых является вид узла крепления кольца на корпусе. Предложены крепления кольца втулкой с опорными элементами [6], втулкой [7], винтом, расположенным под углом α [8]. Эти узлы крепления отличаются надежностью, но в технологическом отношении могут быть усовершенствованы.

На рис. 5 представлена конструкция усовершенствованного сборного алмазного шлифовального круга, а на рис. 6 конструкции установленных на корпус сменных колец разной высоты.

Сборный абразивный круг (см. рис. 5) состоит из корпуса 1 в виде усеченного конуса с базирующей поверхностью, на которую установлено абразивонесущее кольцо 2, имеющее аналогичную посадочную коническую поверхность и сквозную проточку 6.

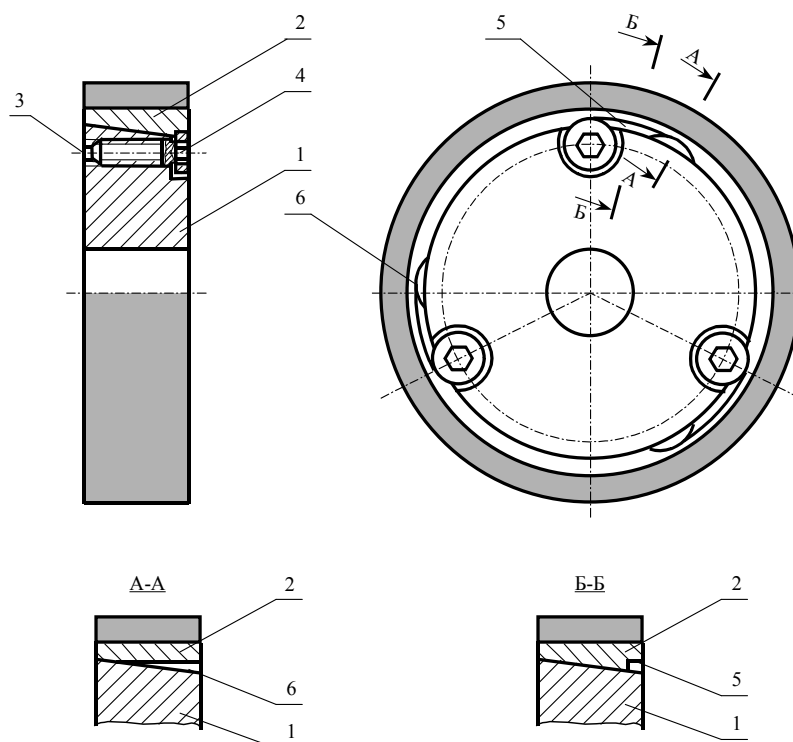


Рис. 5. Сборный шлифовальный круг

В торцевой поверхности корпуса выполнены резьбовые отверстия. Посадочная поверхность абразивонесущего кольца снабжена канавкой 5, с поверхностью которой контактирует поверхность шляпки винтов 4 (фиксаторов), служащие для закрепления абразивонесущего кольца на корпусе. Винты снабжены шестигранным углублением под ключ.

Закрепление абразивонесущего кольца осуществляется следующим образом. Перед закреплением кольца винты, установленные в резьбовые отверстия корпуса, выкручены настолько, чтобы они выступали за торцевую поверхность корпуса.

Абразивонесущее кольцо устанавливается своей посадочной поверхностью на базирующую поверхность корпуса, сквозные проточки кольца в этот момент находятся

напротив шляпок зажимных винтов. После поворота абразивонесущего кольца до упора, шляпки фиксаторов входят в канавки на абразивонесущем кольце. Затем ключом, установленным в шестигранное углубление, начинается последовательное закручивание винтов. В процессе закручивания шляпка винта вступает в контакт с поверхностью канавки и, смещая абразивонесущее кольцо относительно корпуса, создает на конических поверхностях силу трения, способную исключить проворот абразивонесущего кольца на корпусе.

При замене кольца винты ослабляются, кольцо поворачивается вокруг своей оси до совмещения проточек с головками винтов и снимается с корпуса.

Кольца необходимой высоты (см. рис. 6) закрепляются аналогично описанному выше.

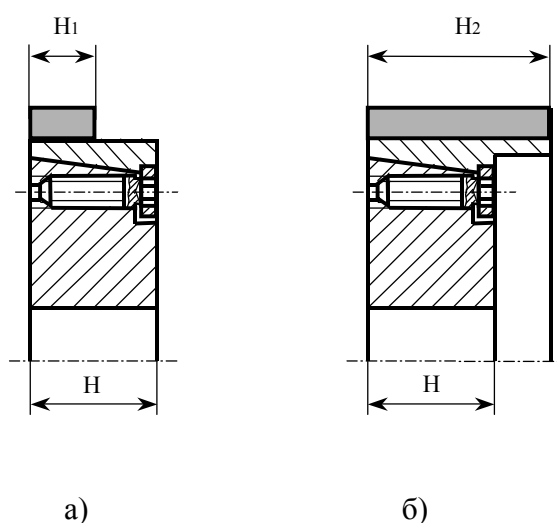


Рис. 6. Сменные алмазосодержащие кольца различной высоты, устанавливаемые на один корпус:

а) $H > H_1$; б) $H < H_2$

Предложенная конструкция сборного алмазного шлифовального круга $\varnothing 300$ мм позволяет сэкономить, для одного типоразмерного ряда, по высоте круга до 89% дорогостоящего алюминиевого сплава.

Список литературы: 1. ГОСТ 16167-90. Круги алмазные шлифовальные прямого профиля формы 1А1. Основные размеры. М: Издательство стандартов, 1991г. – 10с. 2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов – 9 - е изд., перераб.- М.: Наука, 1986г. - 512 с. 3. Казаков В.Ф. Шлифование при повышенных скоростях резания. - К.: Техніка, 1971г. -172 с. 4. Ящерицын П.И., Дорофеев В.Д., Пахалин Ю.А. Электроэрозионная правка алмазно-абразивных инструментов. -М.: Наука и техника, 1981.–232 с. 5. Детали машин. Расчет и конструирование. Справочник. В Э-зст Псд ред. проф. д.т.н. заслуженного деят. науки и техники РСФСР Н.С.Ачеркана. Изд. 3-е, перераб. Т.2 - М.: машиностроение, 1968. -440 с. 6. А.с 1458188 А1 СССР, ГКИ В 24 D В 24D 5/06 АБРАЗИВНЫЙ КРУГ. / Матюха П.Г. и В.Р. Габитов (СССР). - №1184656 ; Заявлено 27.04.87 Оpubл. 15.02.89. Бюл.№6. – 3 с. 7. А.с 1678590 А1 СССР, ГКИ В 24 D В 24D 5/06 В 24D 5/06 АБРАЗИВНЫЙ КРУГ. / Матюха П.Г. (СССР) Заявлено 24.07.89 Оpubл. 23.09.91. Бюл.№35.– 3 с. 8. А.с 1771940 А1 СССР, ГКИ В 24 D В 24D 5/06 В 24D 5/06 АБРАЗИВНЫЙ КРУГ. / Матюха П.Г. (СССР). - №1678590 Заявлено 02.04.90 Оpubл. 30.10.92. Бюл.№40.– 3 с.

КОМПЕНСАЦИОННЫЕ ВЫРЕЗЫ НА ШЛИФОВАЛЬНОМ ИНСТРУМЕНТЕ

Тихомиров И.В., Байков А.В. (каф. ТМ, ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

При обработке облицовочных плит из природного камня, наряду с необходимостью обеспечения высокой производительности процесса, одним из важнейших требований к готовой продукции является качество обработанной поверхности. Качество поверхности в данном случае характеризуется шероховатостью и отклонением от плоскостности. Известно, что применяемая в производстве схема обработки - шлифование торцом круга – характеризуется неравномерностью съема материала, причем величина неравномерности определяется как кинематическими параметрами обработки, так и геометрией шлифовального инструмента[1].

Наибольшие возможности воздействия на показатели обработки предоставляет варьирование значением и распределением коэффициента заполнения алмазонасного слоя инструмента. Расчеты, выполненные на основании формул [2], показывают, что величина съема материала прямо пропорционально зависит от коэффициента заполнения. С целью обеспечения возможности циркуляции СОЖ в межзеренном пространстве и сохранения достаточно высокой производительности обработки необходимо использовать торцовые шлифовальные круги с вырезами, причем, для обеспечения равномерности съема материала вырез должен носить компенсационный характер. Геометрию выреза можно описать коэффициентом заполнения алмазонасного слоя [3].

Для определения характера распределения коэффициента заполнения, обеспечивающего наибольшую равномерность съема материала, поверхность шлифовального круга разбиваем на элементарные кольцевые зоны. В процессе шлифования алмазонасный слой каждой зоны определенное время контактирует с элементарной площадкой обрабатываемого материала. Величина материала, удаляемого с данной площадки элементарной кольцевой зоной, будет:

$$\partial Z_i = C_m p k_j \bar{V} \partial t \quad (1)$$

где k_j – коэффициент заполнения алмазонасного слоя элементарной кольцевой зоны.

Суммируя величину съема по всем кольцевым зонам инструмента и по всем элементарным площадкам обрабатываемой детали, получим систему уравнений, описывающих изменение величины съема материала вдоль радиуса инструмента:

$$\begin{aligned} Z_1 &= C_m p \int k_j \bar{V} \partial t \\ Z_2 &= C_m p \int k_j \bar{V} \partial t \\ &\dots\dots\dots \\ Z_m &= C_m p \int k_j \bar{V} \partial t \end{aligned} \quad (2)$$

При конечной ширине кольцевой зоны инструмента система уравнений (2), с учетом выражения, определяющего величину съема на элементарной площадке [2], будет иметь вид:

$$Z_1 = C_m p \sum_{j=1}^q k_j \frac{4\pi n}{1000} \int_{t_{ij}}^{t_{ij+1}} \sqrt{R^2 - 2St\sqrt{R^2 - m^2} + (St)^2} \partial t$$

$$Z_2 = C_m p \sum_{j=1}^q k_j \frac{4\pi n}{1000} \int_{t_{ij}}^{t_{ij+1}} \sqrt{R^2 - 2St\sqrt{R^2 - m^2} + (St)^2} \partial t \quad (3)$$

$$Z_1 = C_m p \sum_{j=1}^q k_j \frac{4\pi n}{1000} \int_{t_{ij}}^{t_{ij+1}} \sqrt{R^2 - 2St\sqrt{R^2 - m^2} + (St)^2} \partial t$$

где q – количество элементарных кольцевых зон;

t_{ij} , t_{ij+1} – время начала и завершения взаимодействия i -ой элементарной площадки обрабатываемого материала с j -ой кольцевой зоной инструмента.

Задавая значения съема материала в каждой линейной зоне перпендикулярно направлению подачи инструмента, получим систему линейных уравнений относительно коэффициентов заполнения k_j . Для определенности системы количество рассматриваемых элементарных площадок должно быть равно количеству элементарных кольцевых зон.

Расчет коэффициентов заполнения по формуле (3) был проведен численным методом для торцового шлифовального круга вышеуказанных геометрических размеров. Изменение коэффициента заполнения вдоль радиуса инструмента представлено на рис. 1, а изменение величины съема материала на рис. 2.

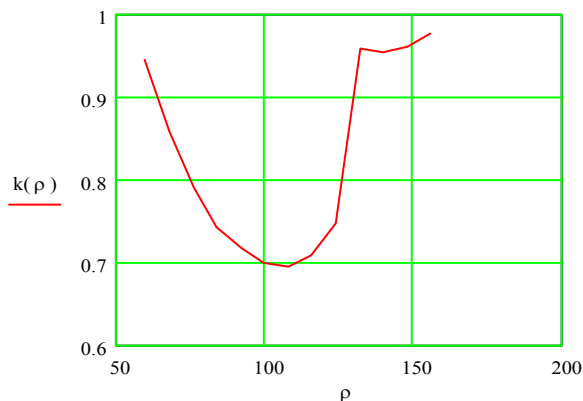


Рис. 1. Зависимость коэффициента заполнения от радиуса инструмента

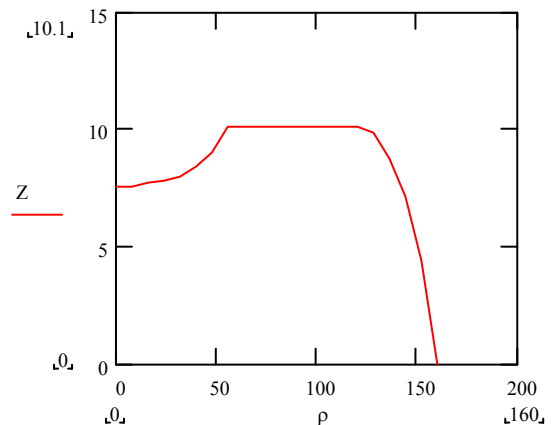


Рис. 2. Зависимость величины съема от радиуса инструмента

Предложенная методика позволяет получить высокое значение равномерности съема на участке трассирования от радиуса отверстия до зоны перекрытия полос обработки, но характеризуется сложностью и трудоемкостью расчетов, а также сложной конфигурацией выреза.

Зная общую тенденцию изменения коэффициента заполнения вдоль радиуса инструмента, форму выреза, компенсирующего неравномерность съема материала, можно моделировать ломанными прямыми линиями. Простейший вариант такого моделирования – вырез в виде лепестка (рис.3). Варьируя величину максимальной ширины выреза f и ее координату h можно получить распределение съема материала вдоль радиуса инструмента с требуемым значением неравномерности.

Коэффициент заполнения для данной конструкции инструмента будет:

$$k = 1 - \frac{n}{\pi} \arcsin \left[\frac{(\rho - r_0)f}{2h\rho} \right] \quad \text{при } r_0 < \rho \leq r_0 + h$$

$$k = 1 - \frac{n}{\pi} \arcsin \left[\frac{(R - \rho)f}{(R - h - r_0)2\rho} \right] \quad \text{при } r_0 + h < \rho \leq R$$

Подставив данное выражение коэффициента заполнения в выражение расчета величины съема [2], получим систему уравнений, позволяющих определить распределение съема для инструмента данной конструкции. Графически результаты расчета для шлифовального круга с параметрами компенсационного выреза $f=35$ мм и $h=56$ мм представлены рисунке 4.

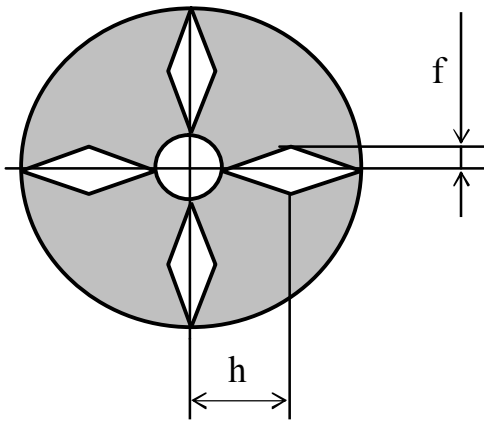


Рис.3. Шлифовальный круг с компенсационными вырезами

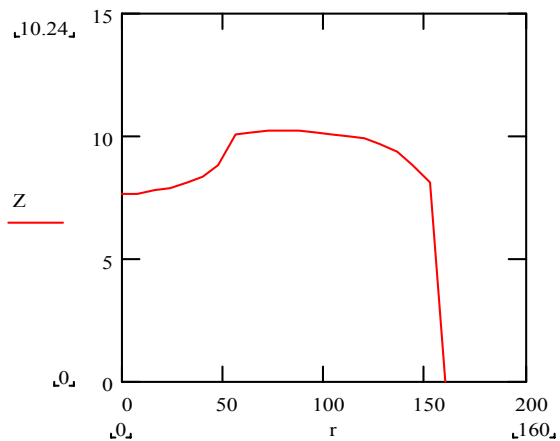


Рис. 4. Зависимость съема от радиуса инструмента

Анализ полученных результатов показывает, что при данной геометрии выреза неравномерность съема на участке 56 – 120 мм в 3 раза меньше, чем при шлифовании инструментом с прямыми радиальными вырезами при практически одинаковой величине съема.

Полученные зависимости выходных показателей обработки от геометрии торцового шлифовального инструмента позволяют назначать геометрические параметры шлифовальных кругов: наружный диаметр, диаметр отверстия и закон изменения коэффициента заполнения алмазоносного слоя, обеспечивающих требуемую производительность обработки и равномерность съема материала.

Список литературы: 1. Цеснек Л.С. Механика и микрофизика истирания поверхностей. – М.: Машиностроение, 1979. – 264 с. 2. Михайлов А.Н., Байков А.В., Ковалев М.С. Формообразование плоской поверхности при обработке эластичным шлифовальным инструментом / Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сборник научных трудов. – Донецк: - ДонГТУ, 2000. Вып. 5.- с.137-143. 3. Финишная алмазно-абразивная обработка неметаллических деталей / Рогов В.В. – К.: Наук. думка, 1985. – 264 с.

КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ, ДИРЕКТИВНЫХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ.

Угнивенко Т.Н. (каф. ТМ, ДонГТУ, г. Донецк, Украина).

Улучшение контроля использования распорядительной документации является важнейшим условием, обеспечивающим эффективность и качество делопроизводства.

Ответственность за контроль возлагается на инженера по стандартизации.

Контролю исполнения подлежат:

1. Приказы, письма и распоряжения вышестоящих организаций;
2. Приказы и распоряжения по фабрике;
3. Комплексный план оргтехмероприятий по предприятию;
4. Ответственная документация, отправляемая вышестоящим организациям;
5. Мероприятия по улучшению качества продукции.

Необходимость поставки на контроль приказов или распоряжений определяет директор предприятия или главный инженер.

На данных документах ставится индекс «К». Ответственный по контролю регистрирует документы в журнале, выписывает листок контроля и направляет его зав. канцелярией. Зав. канцелярией экземпляр листка контроля (с подписью исполнителя) возвращает в группу стандартизации, где он и хранится.

Ответственный по контролю на каждый контролируемый документ должен заполнить по два экземпляра листков контроля. Первый экземпляр помещается в картотеке, а второй передается исполнителю. По листкам контроля проводится контроль исполнения.

В листок контроля заносится содержание мероприятия, срок исполнения, ответственный исполнитель. Если выполнение мероприятия зависит от нескольких исполнителей, листок контроля выписывается на каждого исполнителя.

Очень удобна для осуществления контрольных операций регистрационно-контрольная карточка. На ее верхнем поле кружком обводят дату исполнения документа, взятую из резолюции. На нижнем поле есть графа для простановки срока фактического исполнения документа. Карточки помещаются в контрольную картотеку.

Контрольная картотека целесообразно разделена на 33 ячейки (рубрики). 31 ячейка соответствует максимальному числу дней в месяце; в 32-й ячейке размещаются карточки на документы, сроки исполнения которых наступают в следующем месяце, в 33-й ячейке располагают карточки на неисполненные в срок документы. В контрольной картотеке карточки располагают по датам исполнения документов, то есть каждому дню исполнения (в пределах месяца) соответствует ячейка картотеки.

Контрольная картотека может вестись не только на документы, но и на устные поручения и задания руководства предприятия.

В ряде фирм и предприятий для ведения контрольных операций используются персональный компьютер, который в заданном режиме устанавливает промежуточные сроки исполнения и выводит на экран номера документов в назначенный день для проведения по ним контрольных операций.

Ряд программ (Offise Vision 1400, Lotus Organiser и др.) представляют пользователю возможность вести рабочий календарь-ежедневник с помощью памяти компьютера (ПК). Такой календарь можно использовать для проведения контроля исполнения документов. В соответствующий день календаря заносится номер документа, взятого на контроль, исполнитель, срок исполнения, информацию о содержании документа. ПК не

только будет давать предварительные напоминания, но и сможет в случае необходимости передавать их на компьютер исполнителя. В установленные дни контролер проводит предварительную проверку и получает информацию от исполнителей о ходе и результатах исполнения документов.

По результатам проверки проводится анализ исполнения документов и в случае существенного отставания, задержки исполнения, делается доклад руководителю предприятия для принятия экстренных мер (о результатах исполнения документов делаются сообщения на оперативных совещаниях руководства).продление сроков исполнения может производиться только по указанию руководителя.

Документ считается исполненным и снимается с контроля руководителем после проведения конкретной работы исполнителем. Результаты исполнения в краткой форме записываются на самом документе. Кроме того, ставится отметка об исполнении в карточке или журнале.

Несвоевременное выполнения приказа, распоряжения, мероприятия считаются нарушением, исполнитель наказывается согласно классификатора упущения.

Мероприятия не считаются невыполненными, если исполнитель до окончания установленного срока получил разрешение на перенос срока или снятия его контроля в связи с тем, что отпала в этом необходимость. В случае невозможности выполнения мероприятия в установленный срок руководитель подразделения-исполнителя до поступления листка контроля обязан написать служебную записку с просьбой о переносе срока на имя директора или главного инженера предприятия. Служебная записка с разрешением о перенесении срока передается в группу стандартизации и является основанием для дальнейшего контроля. Подразделению, виновному в перенесении срока, снижается коэффициент качества труда в соответствии с классификатором.

Такие системы контроля способствуют своевременному выполнению мероприятий и приказов администрации, является неотъемлемой частью процесса увеличения качества продукции и труда.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.

Щербаков А.Н. (каф. АТС, БГТУ, г.Брянск, Россия)

Электромеханическая обработка (ЭМО) основана на сочетании термического и силового воздействия на поверхность обрабатываемой детали, что приводит к изменению физико-механических и геометрических показателей поверхностного слоя детали и, как следствие повышению износостойкости, предела выносливости и других эксплуатационных свойств.

К настоящему времени разработаны различные методы электромеханического упрочнения при которых варьируются:

- способ подвода электрического тока к месту контакта инструмента и заготовки;
- род тока: постоянный или переменный. При упрочнении постоянным током наблюдается резкая граница между упрочненным слоем и сердцевиной, что может привести к отслаиванию поверхностного слоя. Применение же переменного тока обеспечивает плавный переход твердости от поверхности к сердцевине и большую глубину упрочнения.

- вид применяемого инструмента:
 1. пластина, работающая в условиях трения скольжения;
 2. ролик, работающий в условиях трения качения, что снижает тепловыделение внешнего источника теплоты;
- способ подвода тока во времени:
 3. сплошной при постоянной подаче тока, что позволяет получить равномерно упрочненную поверхность;
 4. импульсный при прерывистой подаче тока, что позволяет не допустить перегрева поверхностного слоя и, кроме того, формировать на упрочняемой поверхности специфическую структуру (чередование упрочненных и неупрочненных участков);

- частота тока: промышленная 50 Гц или высокая до 20 кГц;

Для упрочнения малогабаритных деталей перспективным является применение бестрансформаторных схем обработки, основанных на использовании тиристорных преобразователей, что значительно снижает габариты, массу устройства для ЭМО и его стоимость.

В зависимости от степени влияния на структуру и свойства поверхностного слоя различают следующие режимы электромеханического упрочнения:

1. Жесткий упрочняющий режим. Данный режим предусматривает высокую плотность тока ($700-1500 \text{ А/мм}^2$) в контакте инструмента с деталью, низкую скорость обработки ($0.5-5 \text{ м/мин}$) и невысокие требования к шероховатости поверхности.
2. Средний упрочняющий режим - глубина упрочнения незначительна. Плотность тока составляет ниже 700 А/мм^2 . Скорости обработки аналогичны или несколько выше применяемых на жестком режиме. Высокие давления оказывают отрицательное действие на упрочняющих режимах. Величина давления зависит от требуемой глубины и шероховатости поверхностного слоя.
3. Отделочный режим. Фазовые превращения отсутствуют, плотность тока в контакте невысокая, скорости обработки ($10-120 \text{ м/мин}$), давление инструмента значительно.

Выбор оптимальных режимов ЭМО зависит от требуемой степени и глубины упрочнения, шероховатости поверхности, начальной шероховатости, геометрии инструмента, структуры обрабатываемой заготовки и т.д.

Оптимальные режимы электромеханического упрочнения позволяют получить закаленную структуру поверхностного слоя с повышенной износостойкостью, что обуславливается его высокой твердостью, прочностью и мелкозернистой структурой. Сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое от сил деформирования оказывают благоприятное влияние на различные виды разрушающих нагрузок в совокупности с повышенной пластичностью после ЭМО. Кроме того износостойкость повышается за счет образования после ЭМО большей несущей способности профиля, чем после механической и термической обработки, что уменьшает время приработки. Повышение износостойкости деталей машин, работающих в условиях трения скольжения, возможно также за счет электромеханической обработки при протекании электрического тока по импульсной схеме, благодаря чему на упрочняемой поверхности формируется специфическая текстура, представляющая собой чередование упрочненных и неупрочненных участков.

В настоящее время исследования производятся в основном с применением морально устаревших схем и установок. Резервы в повышении эффективности ЭМО видятся в совершенствовании источников питания. В частности, в снижении энергоемкости, переходе к бестрансформаторным схемам, повышении мобильности.

Целью данной работы является совершенствование источника питания на основе модуляции тока промышленной частоты 50 Гц током более высокой частоты, что позволяет наряду со снижением энергоемкости повысить качество поверхностного слоя после упрочнения ЭМО при сохранении достаточной глубины упрочненного слоя (рис.1-3).

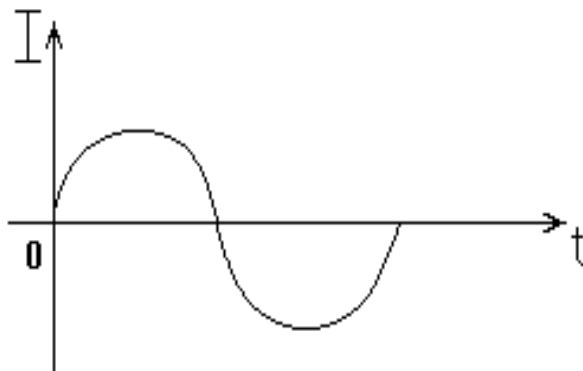


Рис. 1. Ток промышленной частоты 50 Гц.

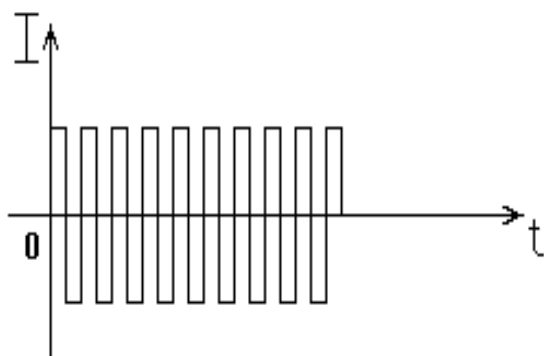


Рис.2. Ток высокой частоты.

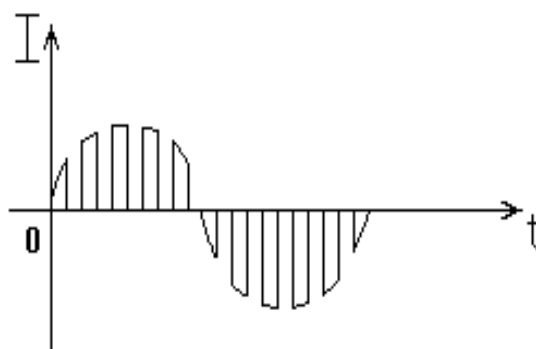


Рис. 3. Ток промышленной частоты 50Гц, модулированный более высокой частотой.

В связи с этим была разработана схема усовершенствованного источника питания для ЭМО. Схема состоит из блока питания, блока генератора импульсов высокой частоты, блока модуляции, собранного на транзисторных ключах.

Принцип работы схемы основан на следующем: высокочастотные сигналы прямоугольной формы с генератора через усилитель поступает на базы транзисторных ключей. В первый полупериод синусоидального тока с блока управления прерывателя сварочного лавинного типа на тиристор VS1 поступает управляющий сигнал, он открывается и транзисторными ключами производится модуляция током высокой частоты. Во второй полупериод сигнал поступает с блока управления на тиристор VS2, он открывается и транзисторными ключами также производится модуляция током высокой частоты (рис.4).

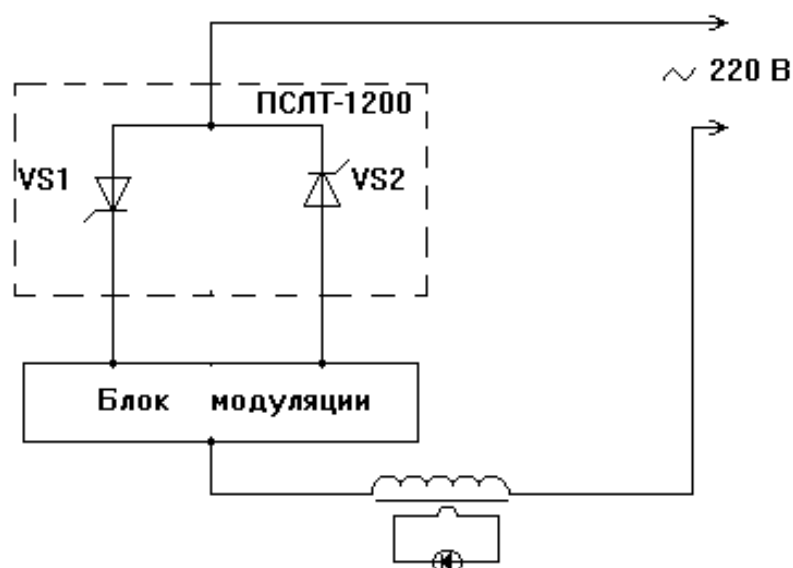


Рис.4. Схема принципиальная модуляции тока промышленной частоты.

Реализацией данного подхода явилось изготовление лабораторного варианта усовершенствованного источника питания. Были проведены его испытания в лабораторных условиях, получены удовлетворительные результаты, и теперь ведется доработка этой схемы для проведения исследований на лабораторных образцах и в дальнейшем на натурных деталях.

О САМООРГАНИЗАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Якушенко С.А., Никонов И.С. (каф.механики, ТРТУ, г. Таганрог, Россия)

Любое твердое тело, выведенное из состояния равновесия по какому-либо основному параметру (температуре, давлению, концентрации компонентов), при определенном воздействии на него (закалочное охлаждение, ударная деформация, лазерное облучение, диффузионный контакт и т.д.) в процессе своей релаксации может проходить ряд неравновесных состояний, которые зависят от внутренней природы тела.

Известно, что процесс релаксации термодинамической системы сам по себе неравновесный, поэтому для его описания в рамках нелинейной термодинамики необходимо выполнение принципа локального равновесия, по которому в любой локальной области рассматриваемой термодинамической системы, например, твердого тела, колебания атомов имели бы периоды гораздо меньшие, чем время изменения термодинамических параметров. Однако даже при наличии локального равновесия в любой точке системы в любое время она может двигаться к состоянию равновесия различными термодинамическими путями. Один из этих путей-квазиравновесное состояние системы, при котором термодинамические параметры неравновесной системы (т.е. твердого тела) в любой момент времени и в любой точке системы соответствуют соотношениям, характерным для полного равновесия. В этом случае в любой момент времени система будет иметь экстремум термодинамического потенциала. Система, движущаяся к равновесию по такому термодинамическому пути, полностью удовлетворяет условию ло-

кального квазиравновесия [1].

Особенность твердого тела как термодинамической системы состоит в том, что в нем возможны долгоживущие неравновесные конфигурации типа дефектов решетки и атомов, находящихся не в своих подрешетках (случай сверхструктурного упорядочения). Их наличие при равновесных термодинамических параметрах системы не позволяет считать ее равновесной. В то же время способность неравновесных конфигураций двигаться с различными скоростями и собираться в комплексы ведет к многообразию термодинамических путей релаксации твердого тела.

Исследование процесса релаксации на предмет появления комплексов дефектов или неравновесных фаз в металлической системе связано с исследованием этой термодинамической системы на устойчивость. Для этого была выбрана специальная функция, определяющая поведение металлической системы (функция Ляпунова), и определено стандартное состояние системы, отклонение от которого эквивалентно отходу ее от термодинамической ветви. Так как при анализе неравновесных процессов стандартным выбирается стационарное состояние, при котором либо обобщенные термодинамические силы, либо потоки на границах рассматриваемой системы равны нулю, то функцией Ляпунова в этом случае является вторая вариация энтропии системы [2].

Известно, что процессы релаксации обладают одной специфической особенностью: для них точно известны значения термодинамических параметров в начале и в конце процесса. В случае квазиравновесия расчету подлежат значения потенциала в любой момент времени, поэтому при отклонении от термодинамической ветви термодинамического потенциала в процессе релаксации будет соответственно происходить отклонение термодинамических параметров от их квазиравновесных значений. Это отклонение параметров подлежит непосредственному измерению в любой момент времени. Термодинамической ветвью в данном случае является квазиравновесный процесс, соответствующий максимальному производству энтропии в металлической системе. Для него в каждой локальной области выполняется условие экстремума для термодинамического потенциала и минимума внутренней энергии. Поскольку срыв с термодинамической ветви обусловлен кинетическими особенностями образования и движения неравновесных дефектов и их взаимным соотношением, кинетикой изменения термодинамических параметров внутри системы и на ее границах. Очевидно, что термодинамические параметры максимально быстро изменяются в областях вблизи границы системы, а скорости их изменения приближаются к скоростям образования дефектов. Поэтому в областях вблизи границы термодинамической системы все процессы можно считать квазиравновесными. В связи с изложенным для случая процессов релаксации стандартным состоянием было выбрано состояние квазиравновесия, а функция Ляпунова представлялась как вторая вариация термодинамического потенциала относительно его квазиравновесного значения. Одновременно решалась другая задача структурной самоорганизации материала поверхностного слоя обрабатываемой детали, в которой определялись общие закономерности различных процессов релаксации, в том числе релаксации внутренних напряжений материала твердых тел, тем или иным образом выведенных из равновесного состояния.

Выводы: Выполненные исследования открывают новые возможности в управлении качественными показателями поверхностного слоя деталей путем приспособления структуры материала к изменяемым условиям эксплуатации. Использование внутренних ресурсов структурной приспособляемости обработанных материалов открывает дополнительные резервы в повышении износостойкости деталей машин.

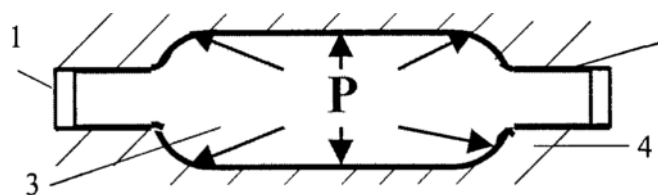
Список литературы: 1.Бутенко В.И. Структурная самоорганизация материала поверхностного слоя обрабатываемой детали.- Таганрог: ТРТУ, 2000.-168с. 2-Бекренев А.Н., Безуглов А.Ю. Самоорганизация металлических систем при ее неквазистационарной релаксации// Физика и химия обработки материалов, 1995, №2.-с. 122-127.

ГИДРОФОМИНГ - НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

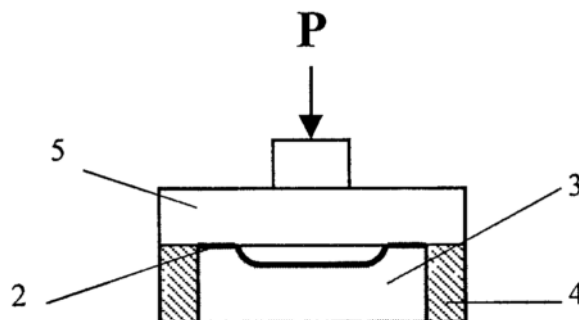
Гладчук Е. А., Афенченко С. А., Парамонова В. А., Шульга А. В.
(каф ОИД, ДонГУЭТ, Украина)

Гидрофоминг - традиционный вид обработки давлением известный как прессование в котором роль инструмента выполняет жидкость. Такой инструмент работает без износа и поломок. В качестве рабочей жидкости используются водно-масляные эмульсии. С помощью гидрофоминга в настоящее время изготавливаются пустотелые детали разнообразной геометрии и габаритов с плавным волнообразным профилем.

В качестве заготовки наиболее целесообразно использование трубчатой заготовки предварительно выбранного сечения. Ее помещают в матрицу и закрывают с торцев герметичными заглушками. Во внутрь трубы под высоким давлением нагнетается рабочая жидкость. Под действием давления жидкости обрабатываемый материал течет и точно повторяет очертания полости матрицы (рис.1 а).



а



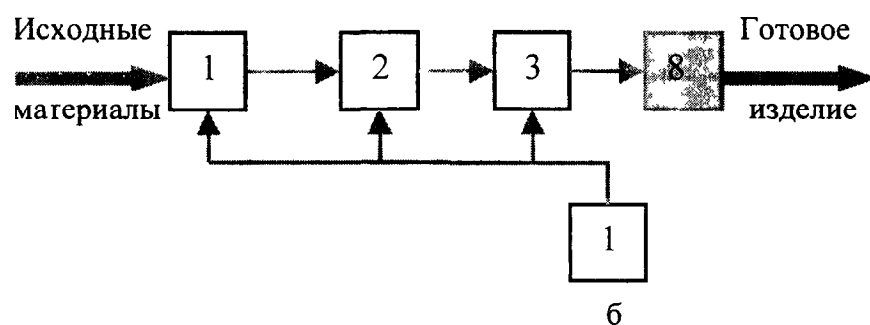
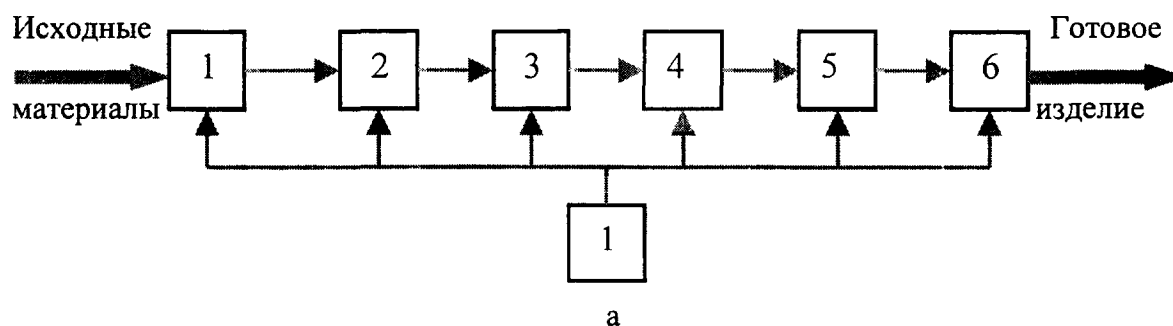
б

а - трубчатой заготовки; б - плоской заготовки. 1 - заглушка; 2 - заготовка; 3 - жидкость, 4 - матрица, 5 - пуансон

Рис 1. Принципиальная схема гидрофоминга.

Весь процесс занимает непродолжительное время и составляет в зависимости от вида материала и конфигурации детали 1...30 секунд [1]. Используется два диапазона рабочих давлений: низкое - до 80 МПа (для полимерных материалов и цветных металлов и сплавов за исключением алюминиевых и титано-магниевого сплавов) и высокое - до 700 МПа (для углеродистых и легированных сталей, алюминиевых и титано-магниевого сплавов). Необходимое давление жидкости создается специальным прессом с усилием 5500 кН. Достигается высокопластичное состояние обрабатываемого материала при отсутствии упругих деформаций после сброса давления. Таким образом, по данным концерна «Даймлер - Крайслер - Мицубиси Ко.» [2], в настоящее время осуществляется гидроформование ответственных силовых элементов кузова МВ класса Е и S.

Рядом производителей успешно осуществлена формовка деталей сложной пространственной конфигурации из плоских листов. Толщина стенки при этом колеблется от 0.1 мм до 3 мм (чем тоньше, тем выше степень деформации, а значит достигается большая однородность структуры обрабатываемого материала и выше его механические свойства в заданном направлении). В этом случае жидкость заполняет рабочую полость пресс-формы и служит матрицей, а роль активного элемента выполняет металлический пуансон (рис.1 б). Таким образом, по данным концерна «Даймлер - Крайслер - Мицубиси Ко.» [2], подвергаются гидроформингу кузовные элементы, облицовочные панели и другие детали МВ класса Е и S.



а - технологический процесс фирмы «Тайота»; б - технологический процесс концерна «Даймлер - Крайслер - Мицубиси Ко.».

1- получение стали; 2 - разливка; 3 - прокатка; 4 - штамповка; 5 - сварка; 6 - окраска; 7 - система автоматического управления технологическим процессом; 8 - гидроформинг.

Рис.2. Место гидроформинга в технологическом процессе изготовления кузова автомобиля

Гидроформинг позволяет сочетать процесс обработки давлением с нанесением высококачественного декоративного защитного покрытия из полимерных или других синтетических материалов. Концерн «Даймлер - Крайслер - Мицубиси Ко.» [2] выпол-

нил по такой технологии из синтетических материалов у МБ класса Е высококачественную иммитацию под отделку ореховым деревом рулевого колеса и передней панели

Гидрофоминг обеспечивает новые технологические возможности, по сравнению с существующими способами обработки давлением:

1. Экономия материала, так как полностью отсутствуют отходы.
2. Возможность изготовления изделий сложной пространственной конфигурации больших габаритов с минимально тонкой стенкой при обеспечении высокой точности и качества поверхностей при одновременно высокой жесткости изделия.
3. Сокращение технологического процесса за счет полного устранения сварки при сборке и окраски (сборка и нанесение защитного покрытия выполняется в процессе гидрофоминга).
4. Обеспечение максимума механических свойств у обработанного материала в строго фиксированном требуемом направлении.
5. Одновременное нанесение высококачественного защитного и декоративного покрытия, качественные и эргономические показатели которого значительно превышают общепринятые, непосредственно в процессе изготовления изделия.
6. Использование материалов нетрадиционных для обработки давлением.
7. Возможность модернизации существующих технологических комплексов с минимумом затрат при обеспечении снижения себестоимости продукции.

Применение гидрофоминга по данным концерна «Даймлер - Крайслер - Мицубиси Ко.» позволило снизить полную массу по сравнению с прототипом у МБ класса Е на 345 кг (на 16,4%) при гарантированной защите кузова от сквозной коррозии в течение 12 лет независимо от пробега и условий эксплуатации. Однако:

1. Процесс гидрофоминга требует узкоспециализированного оборудования, производительность которого ниже, чем для существующих способов обработки давлением.
2. В настоящее время имеется слабая научная база этого процесса, что делает невозможным внедрение полной автоматизации всех производственных операций [1].
3. Условия изготовления изделий гидрофомингом требуют от конструктора специальных подходов в конструировании хорошо отработанных с технологической точки зрения изделий. Это полный отказ от применения традиционных разъемных соединений, плоских и объемных поверхностей с линейной образующей и традиционных элементов сопряжения поверхностей (так называемый «биодизайн»).
4. Обеспечение специальных строго фиксированных эксплуатационных условий изделий получаемых гидрофомингом. Прототип, разработанный фирмой ФИАТ с широким использованием гидрофоминга, имеет цельный неразъемный капот, что не позволяет выполнять техническое обслуживание и ремонт в течение расчетного срока эксплуатации изделия.

Список литературы:. 1. Новые технологии обработки давлением разработанные фирмой Thyssen Henrichshwte // Stahl und Eisen. - 1999. - 109, № 3. - С. 14 - 16. 2. Е. Егоров. Вода заливает заводы?/Motor News. - 1999, № 6. - С. 52 - 54.

СОДЕРЖАНИЕ

Азуз Талел ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БОЧКООБРАЗНЫХ ЗУБЬЕВ ЗУБЧАТЫХ МУФТ	4
Берштейн Л.С., Финаева Е.В. НЕЧЕТКИЕ ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ В ЗАДАЧЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТАНКА	6
Богуславский В.А., Галкин А.С., Омеляненко И.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЁРДЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ	7
Винников В.А. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯМ МАШИНОСТРОЕНИЯ	13
Волкова Е.А. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ	15
Горкуша А.Е., Сидоров В.А., Шестаков С.А., Новиков Д.В. ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАБОТЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН	18
Грубка Р.М., Михайлов А. Н., Константинов С.С. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ И КОМПЕНСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗУБЧАТЫХ МУФТ	21
Горюнов Ю. Г., Ошовская Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВ РОЛИКОВ РОЛЬГАНГОВ	24
Дудников С.В., Сидоров В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ВИБРАЦИЙ УКЛАДЧИКА ВИТКОВ	27
Захаров А.Е., Боровков В.М., Даниличев М.А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ НОРМАЛИЗОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАКТНОЙ ЖЕСТКОСТИ ОБРАБОТАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ	30
Ивченко Т.Г., Легашева Т.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЕРШИНЕ ЛЕЗВИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИСТОЧНИКОВ	33

Коваленко Т.В., Ольховская О.О. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ	36
Кудрявцев А.А., Дудкина Е.В., Коваленко В.И. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ВТУЛОК, ОБРАБОТАННЫХ НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОМ СТАНКЕ С ЧПУ	41
Кудрявцев А.А., Нелюбин А.А., Коваленко В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ВТУЛОК ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОМ СТАНКЕ С ЧПУ	44
Кураносов А.В., Зантур Сахби РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОАППАРАТУРЫ НА БАЗЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ РОТОРНЫХ ЛИНИЙ	49
Ларшин В.П., Гречиха А.А. КОРРЕКЦИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ СТАНКОВ С ЧПУ С УЧЕТОМ ЖЕСТКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	53
Ларшин В.П., Гречиха А.А., Райлян Т.А. АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ	55
Левый Д.В. ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ	58
Ливенцов И.Н. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ АГРЕГАТОВ ДВИГАТЕЛЕЙ СТИРЛИНГА	61
Малышко И.А., Хохлов В.А. ПОВЕРХНОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ	63
Матюха П. Г., Скрынников В. С., Гринёв Ю. А. ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ПОДКЛАДКИ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОГО РЕЗЦА	67
Мишлаков Д.А., Чашко М.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА	70
Мурза Д.И., Пивень А.С., Чашко М.В. БЕСКОНТАКТНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОДВИЖНЫЕ ОБЪЕКТЫ	72

Нечепачев В.Г., Гнистько А.Н. ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОТС	74
Петрушкин Г.В., Афондикова Т.Н. ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИВОДА РОТОРНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА.....	77
Полянецв И.А., Канареев Ф.Н. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ (М2..М6) В ДЕТАЛЯХ ПРИБОРОВ.....	79
Проскуряков С.В., Ченцов Н.А. ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО РЕСУРСУ.....	82
Сивер Л.Н., Гончар И.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ТОЧЕНИЯ ЗАКАЛЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ РЕЗЦАМИ ИЗ ЭЛЬБОРА-Р.....	85
Сивер Л.Н., Гончар И.А., Билык О.Н. МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ ТОНКИХ ПЛАСТОВ.....	87
Стародуб А.В., Голубов Н.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЭВМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОНОВКИ МЕХАНИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И КОМПОНОВОК РАБОЧИХ МЕСТ.....	91
Стрелков В.Б., Матюха П.Г. СБОРНЫЕ АЛМАЗНЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ.....	94
Тихомиров И.В., Байков А.В. КОМПЕНСАЦИОННЫЕ ВЫРЕЗЫ НА ШЛИФОВАЛЬНОМ ИНСТРУМЕНТЕ.....	100
Угнивенко Т.Н. КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ, ДИРЕКТИВНЫХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	103
Щербаков А.Н. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.....	104
Якушенко С.А., Никонов И.С. О САМООРГАНИЗАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	107

Гладчук Е. А., Афенченко С. А., Парамонова В. А., Шульга А. В. ГИДРОФОМИНГ - НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ	109
---	------------

ПРАВИЛА **представления рукописей в студенческий** **научно-технический журнал «Инженер»**

Донецкий государственный технический университет с 2000г. начинает выпуск студенческого научно-технического журнала «Инженер». Журнал «Инженер» ориентирован на публикацию научных работ студентов, магистрантов, стажеров, аспирантов, молодых специалистов, делающих первые шаги в научной деятельности. Публикация в журнале позволит им приобрести опыт написания научных статей, познакомиться с научной деятельностью своих коллег, концепциями развития различных отраслей промышленности. В тоже время ведущие ученые кафедр, факультетов могут ознакомиться с научными направлениями молодых ученых, актуальностью их разработок, научным и народнохозяйственным значением.

Содержание рукописей должно отражать новые достижения науки и техники в исследуемой области, содержать актуальность работы, постановку задачи, полученные результаты, их практическое значение, выводы. Материалы должны представлять интерес для широкого круга специалистов.

Языки представления рукописей: украинский, русский.

ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА СБОРНИКА

1. Создание и применение прогрессивных технологий.
2. Информационные технологии.
3. Механизация и автоматизация производственных процессов.
4. Управление качеством, метрология, сертификация.
5. Вопросы экономической теории и практики.
6. Моделирование и расчеты сложных технических систем.
7. Экологические проблемы промышленности.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Для принятия решения о включении рукописи Вашей статьи в сборник необходимо выслать до 30 марта 2000 года в адрес редакционной коллегии следующее:

- заявку с указанием номера тематики журнала и сведения об авторах статьи;
- рукопись статьи в двух экземплярах (второй экземпляр статьи должен быть подписан всеми авторами);
- дискету 3,5 дюйма с записью текста статьи.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЕНИЮ

1. Текст рукописи статьи от 3 до 10 **полных** страниц на белой бумаге формата А4 (210х297 мм) с полями: верхнее и нижнее 25 мм, левое 30 мм и правое 20 мм. Страницы не нумеровать (нумерацию выполнить карандашом в нижнем правом углу). Рукопись статьи оформить с применением редактора WinWord (не ниже версии 6,0) шрифтом Times New Roman размером 12, распечатать в двух экземплярах с высоким качеством печати.
2. Порядок оформления. Материалы должны отвечать следующей структурной схеме: название, фамилии и инициалы авторов, сокращенное название организаций, кафедры, основной текст, выводы, список литературы. **Название** печатать прописными(жирными) буквами, не отступая от верхнего поля, без переносов, центрировать. Через 1 пустую строку строчными буквами – **фамилии и инициалы** авторов (жирными), в круглых скобках курсивом – сокращенное **название организации, города** (через запятую, центрировать). Через 1 пустую строку – материалы статьи (язык изложения – по выбору авторов, межстрочный интервал 1). См. образец оформления материалов.
3. **Графический материал** (рисунки, графики, схемы) следует выполнять размерами не менее 60х60 мм внедренными объектами (по ходу материалов). Все позиции, обозначенные на рисунке, должны

быть объяснены в тексте. Позиции на рисунке должны располагаться по часовой стрелке. Под каждым рисунком указывается его номер и название, например: Рис. 3. Схема устройства. Каждый рисунок должен иметь один интервал сверху и снизу.

4. **Формулы и математические знаки** должны быть понятны. Показатели, степени и индексы должны быть меньше основных знаков и выполняться в соответствии с редактором формул Microsoft Equation. Формулы номеруются (справа в круглых скобках, не отступая от правого поля), только в том случае, если на них в тексте имеются ссылки. Между крайними знаками формулы и текстом должен выполняться один интервал. Формулы выполняются курсивом.

Размер формул для Microsoft Equation

Full (обычный).....	12 pt
Subscript/Superscript (крупный индекс).....	8 pt
Sub-Subscript/Superscript (мелкий индекс).....	6 pt
Symbol (крупный символ).....	14 pt
Sub-Symbol (мелкий символ).....	10 pt

5. **Таблицы** должны иметь название и порядковый номер и располагаться после упоминания по тексту, например: Таблица 2. Классификация муфт. Каждая таблица должна иметь один интервал сверху и снизу.
6. **Список литературы** должен быть приведен в конце статьи в соответствии с образцом. Перечень ссылок должен быть составлен в порядке упоминания в тексте. Ссылки на литературу заключаются в квадратные скобки.
7. Текст рукописи статьи требуется записать на дискету 3,5 дюйма, которую нужно подписать следующим образом: фамилии и инициалы авторов, название статьи.
8. Материалы рукописи представляются без изгибов.
9. Материалы, не отвечающие перечисленным требованиям и тематике данного сборника, а также поступившие в редакционную коллегию с опозданием, опубликованы не будут.

Образец оформления материалов:

ОСНОВЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА СБОРОЧНЫХ СИСТЕМ

Иванов И.И., Петров П.П. (каф. ТМ, ДонГТУ, г. Донецк)

Сборочные системы являются сложными иерархическими системами. Одним из условий [1] повышения производительности ... сборочных технологических систем (рис. 5).

Список литературы: 1. Ким И.П. Исследование эффективности роторных машин. – К.: КПИ, 1985. – 123 с. 2. Устюгов А.В. Надежность технологических машин. – Донецк: ДонГТУ, 1998. – 425 с.

Адрес редакционной коллегии:

Украина, 83000, г. Донецк, ул. Артема, 58, ДонГТУ, Кафедра «Технология машиностроения», Редакционная коллегия журнала «Инженер».

Председатель редакционной коллегии – А.Н. Михайлов, тел. (0622) 93-60-02.

Зам. председателя – В.А. Богуславский, тел. (0622) 91-08-05.

Ученый секретарь – А.В. Байков, тел. (0622) 91-08-78.