

шений продуктов для питания спортсменов является L-карнитин. Еще с начала 80-х годов XX века он с большим успехом применяется профессиональными спортсменами практически во всех дисциплинах. Хотя L-карнитин помогает улучшить спортивные достижения, он не является допингом. Это природное вещество, которое содержится в организме, к тому же положительно влияет на здоровье человека.

Те, кто в свободное время занимаются спортом, наверняка сталкивались с такой проблемой: начинаешь тренироваться, чтобы прийти в форму и может быть немного похудеть перед началом нового купального сезона – и вдруг появляется мышечная боль, которая не проходит в течение нескольких дней. Тренировки не сразу способствуют появлению чувства бодрости и энергичности. Напротив, после занятий спортом большинство людей чувствуют себя усталыми и испытывают сильное чувство голода.

Витаминopodobное вещество карнитин является естественно присутствующим в организме человека ускорителем расщепления жиров и стимулятором сердечной деятельности. Сердечная деятельность выполняется в основном с использованием энергии расщепляемых в мышцах миокарда жиров.

L-карнитин – перспективная добавка в продукты спортивного питания, особенно напитки современных технологических форм, в частности, коктейли. Дополнительные возможности связаны с использованием в качестве пенообразующих основ вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных – плазмы крови, коллагеновых и кератиновых гидролизатов, которые обеспечивают общий белковый фон, придают иммуномодулирующие свойства.

#### ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Сидорович Л.В., Фещенко А.С.

Авиационный колледж, Таганрог,  
e-mail: tak@pbox.infotecstl.ru

Поверхностное пластическое деформирование (ППД) распространённый и эффективный способ повышения несущей способности металлических деталей машин. Применение ППД позволяет эффективно влиять на повышение долговечности деталей, работающих в условиях циклических нагрузок, трения и воздействия коррозионных сред и имеющих концентраторы напряжений, места посадок с гарантированным натягом.

Пластическое деформирование поверхностных слоев осуществляется с помощью различных методов, которые условно можно разделить на две группы. К первой следует отнести такие способы, которые предполагают создание деформационного усилия от инструмента путем непрерывного контакта с деталью, ко второй – способы, при которых производится ударное действие на деталь рабочим телом или инструментом. Несмотря на различие методов ППД их объединяет общность основных процессов и воздействий на состояние металла и обрабатываемой поверхности.

Одним из наиболее важных результатов ППД является возникновение в поверхностном слое металла остаточных напряжений сжатия. Причина их возникновения заключается в том, что при пластической деформации поверхностные слои металла увеличиваются в объеме, однако этому препятствуют нижележащие слои. В результате первые оказываются под воздействием остаточных напряжений сжатия, а вторые – под воздействием остаточных растягивающих напряжений. ППД также изменяет микрорельеф поверхности и улучшает физико-механические свойства поверхностного слоя за счет повышения твердости, предела текучести и сопротивления отрыву.

Эти изменения происходят в результате движения, размножения и взаимодействия дефектов кристаллов (дислокации, дефекты упаковки, скопления точечных дефектов и др.). Существует одиннадцать возможных механизмов пластической деформации, которые можно подразделить на три основные группы. В первую группу входят сдвиговые процессы, во вторую – диффузионные, в третью – процессы пластической деформации, вызванные относительным перемещением зерен, блоков зерен и границ, или так называемые периферийные процессы.

Обработка ППД могут подвергаться либо все поверхности деталей, в том числе и концентраторы напряжений (отверстия, пазы), либо только участки концентраторов. Эффективность упрочнения в обоих случаях примерно одинакова и практически определяется режимами обработки зон концентрации напряжений.

В процессе ППД контролируют силовые параметры метода и режимы обработки. Соблюдение режима должно обеспечить стабильность и требуемое качество поверхностного упрочнения. Форму и размеры деталей контролируют с учетом возможного корrobления поверхностей (например, изменения диаметра упрочнению отверстия по длине). Интенсивность обработки контролируют по связанным с ней изменениям физико-механического состояния поверхностных слоев. Контроль производят по образцам различных форм и размеров. Наиболее часто в качестве образцов используют плоские пластины и кольца. Интенсивность обработки отверстий или наружных цилиндрических поверхностей контролируют о деформации колец после их разрезки абразивным кругом толщиной до 1 мм. Число образцов зависит от конфигурации обрабатываемых поверхностей, предъявляемых к ним требований, качества и должно быть не менее трех.

Автор приводит классификацию методов обработки деталей ППД:

- Формообразующие методы: накатывание наружных резьбовых поверхностей, выкатывание внутренней резьбы, накатывание зубьев зубчатых колёс, накатывание шлицев.

- Калибрующие методы: дорнование цилиндрических отверстий, дорнование фасонных отверстий

- Сглаживающие методы: выглаживание поверхностей, обработка металлическими щётками.

- Упрочняющие методы: пневмодробеструйная обработка, дробеметная обработка, гидродробеструйная обработка, пневмодинамическая обработка, ударно-барабанная обработка, ударно-импульсная обработка, вибрационная ударная обработка, центробежно-шариковая обработка вибрационными эксцентриковыми и ультразвуковыми упрочнителями, упрочняющая чеканка.

Каждый метод обработки описан подробно, с указанием возможностей изменения физико-механических свойств материалов, достоинствах и недостатках способа.

Доклад снабжён поясняющими схемами и рисунками. Представленная работа может быть использована при изучении ряда дисциплин специальности «Технология машиностроения».

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

Слепченко Е.В., Минеева А.С.

Муромский институт Владимирского государственного университета, Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru

Большое значение в расчетах нагруженности подшипников скольжения имеет площадь контакта. Для ее определения применяется формула Герца, но она справедлива только в случае малости площадки контакта по сравнению с размерами тел. Для реальных

подшипников скольжения это условие не соблюдается, поэтому расчеты с использованием формулы Герца дают большую погрешность. В практических расчетах следует применять иные подходы для нахождения площади контакта в подшипниках.

По закону Гука ширина площадки  $b$ , действующая нагрузка  $F$  и механические свойства контактирующих тел связаны соотношением:

$$b = \frac{F}{hl} \left( \frac{r}{E_1} + \frac{t}{E_2} \right),$$

где  $h$  – суммарная деформация тел равная сближению;  $t$  – толщина подшипника;  $l$  – длина площадки контакта в направлении осей;  $E_1, E_2$  – соответственно модули упругости материалов вала и подшипника.

Для подтверждения этой формулы проводились опыты. Были изготовлены вал из стали 45 и две втулки из антифрикционных сплавов. Контактные поверхности образцов изготавливались шлифованием и имели шероховатость поверхности  $R_z = 0,5 \dots 0,63$  мкм. Модули упругости при сжатии вала  $E_1$  и втулок  $E_2$  определялись экспериментально по соответствующей методике и составляли: для стального вала – 201030 МПа, для первой втулки – 84268 МПа, для второй втулки – 59123 МПа. Диаметр вала измерялся в нескольких сечениях микрометром и составил  $40 + 0,002$  мм. Диаметры втулок также измерялись микрометром и составили для первой втулки 40,12 мм, а для второй 40,32 мм. Площадь контакта определялась по отпечатку тонко окрашенного вала на поверхности втулки. Результаты экспериментов подтвердили достаточную точность данной формулы.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕПОДВИЖНОЙ ЦЕНТРОИДЫ В УСЛОВИЯХ ЗАДАЧИ П.В. МАКОВЕЦКОГО

Соколов Г.М., Васеева А.Э., Егорова Н.А.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: nataxax@gmail.com

В книге П.В. Маковецкого «Смотри в корень» сформулирована задача о качении без скольжения

$$\xi = \arccos[1 / (1 + y'_{AxA})^{0.5}] - \arccos\{(u_A - u_p) / [(u_A - u_p)^2 + (v_A - v_p)^2]^{0.5}\}.$$

Это выражение является разрешающим, с помощью которого устанавливается связь между положениями точки  $A$  и мгновенного центра вращения точки  $P$ . Используем выражение радиуса кривизны траектории точки  $A$

$$\rho_A = \frac{r_A^2}{r_A - d \cos \phi},$$

где  $r_A$  – мгновенный радиус точки  $A$ . Диаметр круга Лагира  $d = S_{p\xi}$  ( $S_p$  – длина дуги центроид), угол между мгновенным радиусом точки  $A$  и общей нормалью к центроидам

$$\phi = \arccos\left\{ \left[ (v_A - v_p - v'_{pup}(u_A - u_p)) \right] / \left[ r_A (1 + v'_{pup})^{0.5} \right] \right\}.$$

С учетом того, что

$$\rho_A = \left[ (1 + (y'_{AxA})^2)^{1.5} \right] / y''_{AxA},$$

имеем

$$\xi'_{sp} = \rho_A \cos \phi / [r_A (\rho_A - r_A)].$$

Признаком экстремума неподвижной центроиды является равенство нулю первой производной  $y'_{p,xp} = 0$ . Признаком точки перегиба является равенство нулю второй производной  $y''_{p,xp} = 0$ . Координаты произвольной точки тела определяются по формулам

$$x = x_A + (u - u_A) \cos \xi - (v - v_A) \sin \xi,$$

$$y = y_A + (u - u_A) \sin \xi + (v - v_A) \cos \xi.$$

ния тела правильной геометрической формы при заданной прямолинейной траектории его фиксированной точки. Её решение оказалось непостоянным для автора. Приводится решение этой задачи на основе теории плоского движения твердого тела.

Задано уравнение контура тела (подвижной центроиды)  $v_p = v_p(u_p)$  в системе координат  $uO'v$ , жестко скрепленной с телом, и уравнение траектории точки  $A(u_A, v_A)$   $y_A = y_A(x_A)$  в неподвижной системе  $xOy$  (рис. 1). Требуется определить неподвижную центроиду.

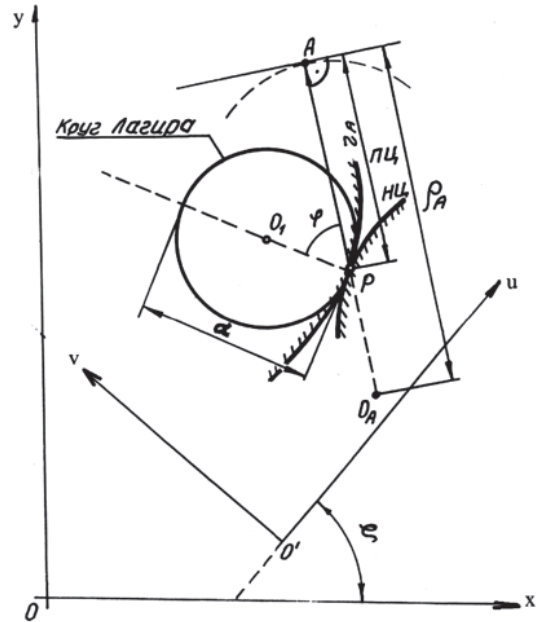


Рис. 1

Угол  $\xi$  поворота подвижной системы  $uO'v$  относительно неподвижной  $xOy$

Рассмотрены случаи, когда точка  $A$  движется по прямой  $y_A = \text{const}$  ( $\rho_A = \infty$ ) и контур тела ограничен прямыми ( $v'_{pup} = \text{const}$ ).

**Пример 1.** Качение правильного треугольника при  $y_A = a\sqrt{3}/3$  см (рис. 2). Известна сторона треугольника  $a = 3$  см. При наличии симметрии достаточно построить один из «ухабов» (они повторяются). Из рисунка видно, что имеет место подрезание.

**Пример 2.** Качение четырехугольника произвольной формы при  $y_A = 5,3$  см (рис. 3). Заданы размеры:  $\vartheta_1 = 55,26^\circ$ ;  $\vartheta_2 = 24,44^\circ$ ;  $\vartheta_3 = 58,18^\circ$ ;  $\vartheta_4 = 35,73^\circ$ ;  $BC = 6,45$  см;  $CD = 5$  см;  $DE = 4$  см;  $BE = 6$  см. Подрезание также имеется. Ясно, что оно имеет место при условии, когда внутренний угол при вершине контура (в общем случае, угол между сопряженными в ней касательными) не превышает  $90^\circ$ .

Отметим следующее.

1. Получено общее решение задачи П.В. Маковецкого о качении без скольжения тел произвольной формы при движении фиксированной точки по заданной траектории.

2. Подтверждено отмеченное автором наличие подрезания, возникающего из-за геометрической несовместимости габаритной полосы движения тела и неподвижной центроиды, установлено условие его появления.

3. В решении задачи, возможно, кроется разгадка строительства египетских пирамид, когда