

Кубышкин Александр Борисович, Панкратова Наталья Александровна

УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВИМОСТИ ПРОЦЕССА ПЛАНЕТАРНО-УДАРНОГО НАКАТЫВАНИЯ

Статья раскрывает возможности процесса планетарно-ударного накатывания поверхностей деталей машин. В ней представлены расчеты зависимости для определения условий осуществимости процесса планетарно-ударного накатывания наружных и внутренних поверхностей тел вращения. Также представлена графическая интерпретация зависимости коэффициента устойчивости от соотношения геометрических параметров накатного инструмента, детали и условий обработки.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/2/29.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 2 (69). С. 99-101. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/2/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 621.9

Физико-математические науки

Статья раскрывает возможности процесса планетарно-ударного накатывания поверхностей деталей машин. В ней представлены расчеты зависимости для определения условий осуществимости процесса планетарно-ударного накатывания наружных и внутренних поверхностей тел вращения. Также представлена графическая интерпретация зависимости коэффициента устойчивости от соотношения геометрических параметров накатного инструмента, детали и условий обработки.

Ключевые слова и фразы: планетарно-ударное накатывание; осуществимость процесса; обрабатываемая поверхность; деформирующие элементы.

Кубышкин Александр Борисович
Панкратова Наталья Александровна

Самарский государственный технический университет
pankratovan@inbox.ru

УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВИМОСТИ ПРОЦЕССА ПЛАНЕТАРНО-УДАРНОГО НАКАТЫВАНИЯ[®]

Одним из способов поверхностного пластического деформирования является планетарно-ударное (импульсивное) накатывание (ПУН), принципиальная схема которого представлена на Рис. 1.

Процесс обработки осуществляется следующим образом. Оправка 1 с деформирующими элементами 2 (шариками или роликами), размещенными в гнездах сепаратора, располагается эксцентрично относительно обрабатываемой поверхности детали 3. Деформирующие элементы, соприкасаясь с поверхностью вращающейся детали (или оправки) поочередно, увлекаются силами трения в клинообразный зазор между деталью и оправкой. При этом деформирующие элементы совершают сложное движение: планетарное вокруг оси оправки и возвратно-поступательное вместе с оправкой по направлению действия силы. В результате обрабатываемая поверхность испытывает комбинированное воздействие, сочетающее положительные стороны обычного накатывания и динамического упрочнения.

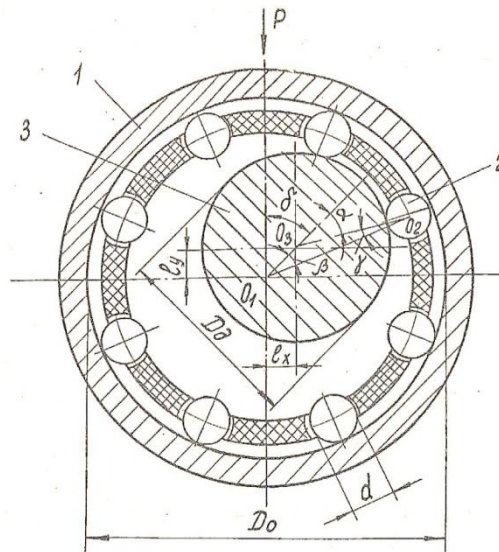


Рис. 1. Принципиальная схема ПУН

Необходимым условием устойчивого осуществления процесса планетарно-ударного накатывания является надежное затягивание в зону обработки всех поочередно вступающих в контакт деформирующих элементов.

Для вывода этого условия рассмотрим показанный на Рис. 2 момент обработки, когда один из деформирующих элементов 2 входит в клинообразный зазор между оправкой 1 и деталью 3. В случае вращающейся детали и неподвижной оправки со стороны последних на деформирующий элемент действуют нормально направленные силы P_{32} и P_{12} , тангенциальная сила F_{32} , а также моменты трения-качения M_{12} и M_{32} . При этом сила трения F_{32} стремится затянуть деформирующий элемент в клинообразный зазор, а равнодействующая сил P_{12} и P_{32} и моменты M_{12} и M_{32} препятствуют этому затягиванию.

Для статического равновесия системы справедливо следующее равенство:

$$F_{32}h_F = P_{12}h_{p1} + P_{32}h_{p3} + M_{12} + M_{32}, \quad (1)$$

где h_F , h_{p1} , h_{p3} - плечи сил F_{32} , P_{12} и P_{32} относительно мгновенного центра скоростей (m^+) деформирующего элемента.

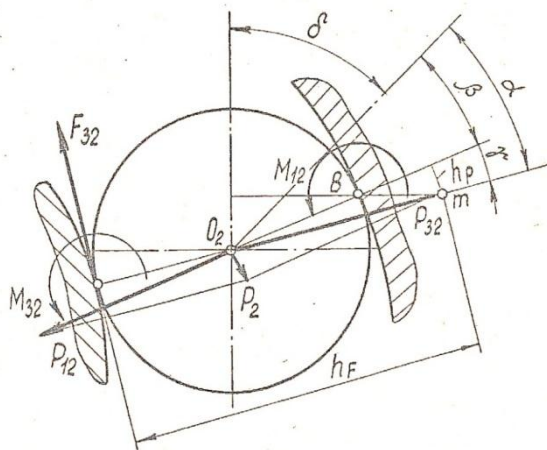


Рис. 2. Схема силового контактного взаимодействия при ПУН

Учитывая, что $F_{32} = f P_{32}$; $M_{12} = K_{12} \cdot P_{12}$; $M_{32} = K_{32} \cdot P_{32}$; $h_{p3} = 0$, равенство (1) может быть записано в виде:

$$f P_{32} h_F = P_{12} h_{p1} + K_{12} P_{12} + K_{32} P_{32} \quad (2)$$

Из условия равновесия системы имеем: $P_{32} = P_{12} \cos \gamma$, что позволяет привести выражение (2) к виду

$$f h_F \cos \gamma = h_{p1} + K_{12} + K_{32} \cos \gamma, \quad (3)$$

где f - коэффициент трения скольжения в контакте деформирующего элемента с вращающейся поверхностью (детали или оправки); K_{12} и K_{32} - коэффициенты трения качения в контакте деформирующего элемента соответственно с поверхностями оправки и детали; $\gamma = (\alpha - \beta)$ - угловой эксцентриситет оправки и детали.

Для определения h_F и h_{p1} рассмотрим схему силового контактного взаимодействия на Рис. 2, из которой следует:

$$h_F = 0,5d + O_2 m \text{ и } h_{p1} = O_2 m \sin \gamma \quad (4)$$

Используя теорему синусов для треугольника $O_2 B_m$ и произведя несложные тригонометрические преобразования, получим

$$O_2 m = 0,5d \cos(\beta - \delta) / \cos(\alpha - \delta), \quad (5)$$

где d - диаметр деформирующего элемента; α и β - половины углов контакта деформирующих элементов соответственно с деталью и оправкой; δ - угол, оценивающий положение дуги контакта по отношению к направлению действия усилия прижима P .

В результате некоторых преобразований условие равновесия системы приобретает вид:

$$fd \cos \gamma [\cos(\alpha + \delta) + \cos(\beta + \delta)] = d \sin \gamma \cos(\beta + \delta) + 2 \cos(\alpha + \delta) (K_{12} + K_{32} \cos \gamma) \quad (6)$$

Процесс накатывания может быть осуществлен, если левая часть выражения (1) будет больше правой его части. Тогда условие осуществимости ПУН может быть представлено в виде неравенства:

$$fd \cos \gamma [\cos(\alpha + \delta) + \cos(\beta + \delta)] > d \sin \gamma \cos(\beta + \delta) + 2 \cos(\alpha + \delta) (K_{12} + K_{32} \cos \gamma) \quad (7)$$

Значения углов α , β , γ и δ определяются из следующих выражений:

$$\alpha = \arcsin \frac{t}{2R_2}, \quad \beta = \arcsin \frac{t}{2R_1}, \quad \gamma = \alpha - \beta, \quad \delta = \arctg \frac{e_x}{e_y}, \quad (8)$$

в которых R_1 и R_2 - радиусы траекторий движения деформирующих элементов соответственно вокруг оси оправки и детали; e_x и e_y - смещение осей оправки и детали соответственно в направлении действия усилия прижима и перпендикулярно ему; $t = 2\pi R_1/z$ - окружной шаг деформирующих элементов в оправке; z - количество деформирующих элементов.

Проводя аналогичные рассуждения для случая с главным вращательным движением оправки, получим:

$$fd \cos^2 \gamma > d \cos \gamma \sin \gamma + K_{32} \cos \gamma + K_{12} \quad (9)$$

Для рассматриваемой схемы обработки выражения для R_1 и R_2 могут быть представлены в виде:

$$R_1 = (D_0 - d)/2; \quad R_2 = (D_0 + d)/2, \quad (10)$$

где D_0 , D_0 и d - диаметры соответственно оправки, детали и деформирующих элементов.

Анализ полученных выражений показывает, что условие затягивания деформирующих элементов в клинообразный зазор между деталью и оправкой и устойчивая работа накатанного инструмента зависят от его конструктивных параметров, соотношения величин которых определяет значения углов α , β , γ и δ , не

зависит от режимов обработки. Данное обстоятельство имеет принципиально важное значение, позволяя целенаправленно выбирать конструктивные параметры инструмента на стадии его проектирования.

Для реальной оценки устойчивости рассматриваемого процесса введен коэффициент K_y , названный нами коэффициентом устойчивости:

$$K_y = \frac{fd \cos \gamma [\cos(\alpha + \beta) + \cos(\beta + \delta)]}{d \sin \gamma \cos(\beta + \delta) + 2 \cos(\alpha + \beta) (K_{12} + K_{32} \cos \gamma)} \quad (11)$$

При $K_y > 1$ выполняется условие затягивания деформирующих элементов в клинообразный зазор между деталью и оправкой и обеспечивается устойчивое осуществление процесса накатывания. Очевидно, что значения $K_y < 1$ являются недопустимыми.

Результаты аналитического исследования выражения (11) представлены в виде графиков на Рис. 3 (пунктиром показаны зависимости для случая с главным вращательным движением оправки).

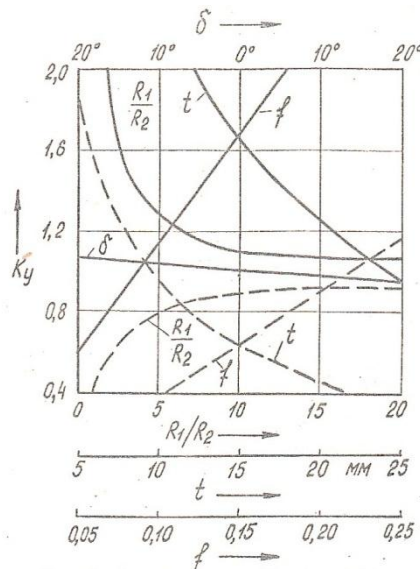


Рис. 3. Зависимость коэффициента устойчивости от соотношения геометрических параметров накатного инструмента и детали и условий обработки

Очевидно, что наибольшее влияние на коэффициент устойчивости K_y оказывают соотношение размеров детали, оправки и деформирующих элементов (кривая зависимости R_1/R_2), шаг деформирующих элементов (t) и коэффициент трения скольжения (f). Причем уменьшение R_1/R_2 и t и увеличение f способствуют возрастанию K_y . Угол δ оказывает незначительное влияние на коэффициент устойчивости и может быть использован в том случае, когда значение K_y близко к 1 и не может быть увеличено с помощью других параметров.

УДК 37.013

Педагогические науки

В статье рассмотрены различные подходы к созданию модели специалиста железнодорожного транспорта, определены требования к качеству подготовки специалиста-транспортника, выделены формальные требования к специалисту, предложена модель специалиста для неполного курса обучения с учетом характерных особенностей производственных процессов железнодорожного транспорта.

Ключевые слова и фразы: модель специалиста; кадровое обеспечение; технология обучения; профессиональная подготовка; профессиональная компетентность; специалист железнодорожного транспорта.

Лабарешных Наталья Николаевна

Курганский институт железнодорожного транспорта (филиал)
Уральского государственного университета путей сообщения в г. Кургане
natalya_labaresnyh@mail.ru

МОДЕЛЬ СПЕЦИАЛИСТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА®

Еще в 80-е годы прошлого века один из ведущих специалистов сферы профессионального образования И. Я. Лернер отмечал, что научно-техническая революция, изменив темпы общественного развития,