

влияние жидкости №1 на снижение износа по задней поверхности по сравнению с жидкостями №2 и №3, отличается тем, что ввиду высокой охлаждающей способности водного раствора, превращенный аустенит подвергается усиленному охлаждению, в результате чего образуется структура неполной закалки, что не имеет места при обработке малоуглеродистых сталей, которые не подвергаются закалке.

Выводы Обобщая результаты экспериментальных данных, можно утвердить, что получение эмульсии указанным методом, особенно из отработанных масел, могут заменить дорогостоящие эмульсии и являются перспективными, эффективность которых можно повысить применением различных присадок.

Список литературы: 1. Авакян Р.Е., Карамян М.С - Некоторые вопросы повышения стойкости режущего инструмента // Сб. материалов годичной конференции ГИУА, Ереван, 1997г. 2. Авакян Р.Е., Багдасарян Г.Б. - Исследование путей расширения возможностей и сферы применения металлорежущих инструментов. // Отчет работы финансируемый гос. бюджетом (01-212). Комитет образования и науки РА. 2001г. 3. Баласаян А.Б. - Некоторые особенности процесса ультразвукового эмульгирования. // Вестник инженерной академии Армении, Ереван, 2006г. Т.3, №1, 130-133с. 4. Христафорян С.Ш., Баласаян А.Б. - Анализ особенностей образования эмульсии с позиции самоорганизации структур. // Вестник инженерной академии Армении, Ереван, 2005г. Т.2, №4, 544-548с.

РАСЧЕТ ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ С ПОПЕРЕЧНЫМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ

Черненко В.Д., Баженов А.А. (СЗТУ, Санкт-Петербург, Россия)

***Abstract:** In this article we use the nonlinear equations of bending of orthotropic plates, derived using neogukovskogo building. Calculation of the conveyor belt is constructed taking into account the distributed moment from the transverse septum and the load of bulk cargo.*

***Key words:** plate, bending, conveyor belt, the moment.*

Рассмотрим сложную по конструкции конвейерную ленту с поперечными перегородками и продольными бортами (рис.1). Такая лента применяется для наклонного транспортирования сыпучих грузов. Конвейерная лента между роликкооперами представляет нелинейную ортотропную пластинку постоянной толщины. Так как поверхность изгиба является траекторией движения подвижной нагрузки, то давление на ленту определяется суммой сил веса и сил инерции. Пользуясь неогуковским потенциалом, дифференциальное уравнение изгиба [1] запишем в виде

$$B_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2B_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + B_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = q(x) + \frac{S}{B} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{v_2 S}{B} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \frac{q(x)}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} v^2, \quad (1)$$

где

$$B_1 = \frac{E_1 h^3}{12(1 + \nu_1)}, \quad B_2 = \frac{E_2 h^3}{12(1 + \nu_2)}, \quad B_3 = G_0 \frac{h^3}{3}, \quad G_0 = \frac{\sqrt{E_1 E_2}}{2(1 + \sqrt{\nu_1 \nu_2})},$$

E_1, E_2 - модули упругости при растяжении по x и y , G_0 - модуль сдвига, ν_1, ν_2 - коэффициенты Пуассона, h - толщина ленты, q - поверхностная нагрузка, S - натяжение ленты, B - ширина ленты, g - ускорение свободного падения, v - скорость движения ленты.

Коэффициенты разложения нагрузки $q(x)$ в ряд по синусам определяются по формуле

$$q_k = \frac{2}{t} \int_0^t q_1 \sin \frac{k\pi x}{t} dx + \frac{2}{t} \int_{\xi}^t (q_2 - q_1) \sin \frac{k\pi x}{t} dx =$$

$$= \frac{4q_1}{k\pi} - \frac{2(q_2 - q_1)}{k\pi} \left(\cos k\pi - \cos \frac{k\pi \xi}{t} \right), \quad k = 1, 3, 5, \dots, \quad (2)$$

где t - расстояние между роlikоопорами, q_1 и q_2 - распределенная нагрузка от сыпучего груза на ленту до перегородки и после, q_0 - основание треугольной нагрузки на перегородку (рис.1), ξ - расстояние перегородки от роlikоопоры (при $x = 0$).

Поскольку лента свободно оперта на ряд равноотстоящих друг от друга жестких роlikоопор, то граничные условия имеют вид

$$w = w'' = 0 \text{ при } x = 0, \quad x = t. \quad (3)$$

Учитывая граничные условия (3) и принимая решение в виде

$$w = \sum_k f_k(y) \sin \frac{k\pi x}{t}, \quad (4)$$

решение задачи сводится к неоднородному дифференциальному уравнению

$$f_k^{IV}(y) - \frac{1}{B_2} \left[2B_3 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \frac{\nu_2 S}{B} \right] f_k''(y) + \frac{1}{B_2} \left[B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 + \frac{S}{B} - \frac{v^2}{g} q_k \right] \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 f_k(y) = \frac{q_k}{B_2}, \quad (5)$$

где член, учитывающий динамику движения, содержит максимальную нагрузку.

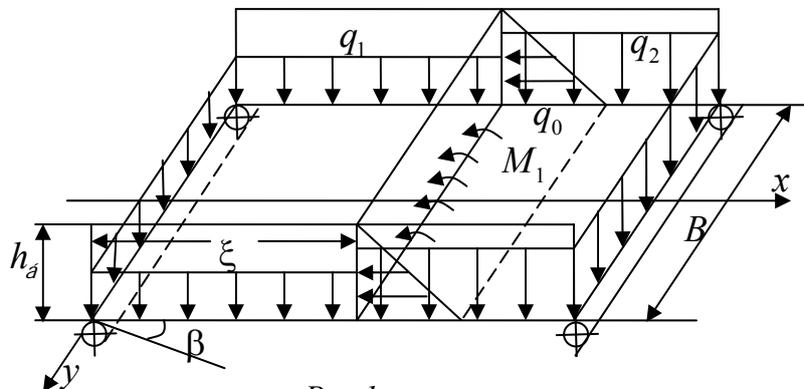


Рис.1

Учитывая, что корни характеристического уравнения соответствующего однородного уравнения будут комплексными и постоянные интегрирования при нечетных функциях равны нулю [2], решение примет вид

$$f_k(y) = A_k \operatorname{ch} \alpha_k y \cos \beta_k y + D_k \operatorname{sh} \alpha_k y \sin \beta_k y + f_{\pm, \delta}, \quad (6)$$

где

$$f_{\pm, \delta} = q_k \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \left[B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 + \frac{S}{B} - \frac{v^2}{g} q_k \right]^{-1},$$

$$\alpha_k = \frac{1}{2} (2\sqrt{\eta} + \xi)^{\frac{1}{2}}, \quad \beta_k = \frac{1}{2} (2\sqrt{\eta} - \xi)^{\frac{1}{2}},$$

$$\eta = \frac{1}{B_2} \left[B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \frac{v^2}{g} q_k + \frac{S}{B} \right] \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2, \quad \xi = \frac{1}{B_2} \left[2B_3 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \frac{v_2 S}{B} \right].$$

При определении прогиба такой ленты считаем, что свободные края $y = \pm \frac{B}{2}$ поддерживаются упругими ребрами жесткости на прогиб в вертикальной плоскости EJ , где E - модуль упругости продольного ребра; J - момент инерции сечения относительно центральной оси. Так, для прямоугольного сечения $J = \frac{bh_a^3}{12}$, где b - толщина борта; h_a - высота борта. Учитывая симметрию относительно оси Ox , граничные условия для края $y = \frac{B}{2}$ примут вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + v_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} &= 0; \\ B_2 \left(\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + v_1 \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \right) - \frac{G_0 h^3}{3} \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} &= EJ \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} - S \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \end{aligned} \quad (7)$$

или с учетом решения (4)

$$\begin{aligned} f_k''(y) - v_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 f_k(y) &= 0; \\ B_2 \left[f_k'''(y) - v_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 f_k'(y) \right] + \frac{G_0 h^3}{3} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 f_k'(y) &= \left[EJ \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 + S \right] \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 f_k(y). \end{aligned} \quad (8)$$

Значения постоянных интегрирования A_k, D_k находим из граничных условий (7) или решения системы (8).

Нагрузка от сыпучего груза на перегородку создает в ленте распределенный момент M_1 , расположенный по линии $x = \xi$. При исследовании изгиба ленты воспользуемся принципом наложения, суть которого заключается в следующем.

Полагаем, что лента свободно оперта на роlikоопоры и продольные борта. Решение дифференциального уравнения (1) ищем в виде

$$w = \sum_k \sum_m \alpha_{km} \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B}, \quad (9)$$

где α_{km} - неопределенные коэффициенты, подлежащие определению.

Представляя нагрузку $q(x)$ в виде двойного ряда

$$q(x) = \sum_k \sum_m q_{km} \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B} \quad (10)$$

и подставляя (9) и (10) в дифференциальное уравнение (1), находим общее выражение для поверхности прогиба

$$w = \sum_k \sum_m q_{km} \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B} \left[B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^4 + 2B_3 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + B_2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^4 + \frac{S}{B} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \right. \\ \left. - \frac{v_2 S}{B} \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + \frac{q_{km} v^2}{g} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \right]^{-1}, \quad (11)$$

где

$$q_{km} = \frac{4}{tB} \int_0^{\frac{t}{2}} \int_0^{\frac{B}{2}} q(x) \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B} dx dy.$$

Рассмотрим теперь ленту, когда в точке $A(\xi, \eta)$ действует сосредоточенный момент M_0 (рис.2).

Заменяя момент двумя силами $P = \lim_{\Delta\xi \rightarrow 0} \frac{M_0}{\Delta\xi}$ на элементарном прямоугольнике $d\xi d\eta$ и считая, что на этом прямоугольнике действует распределенная нагрузка интенсивностью $q(\xi, \eta) = \frac{P}{d\xi d\eta}$, запишем выражение для прогиба

$$w = \frac{4M_0}{tB} \sum_k \sum_m \lim_{\Delta\xi \rightarrow 0} \frac{\sin \frac{k\pi}{t} (\xi + \Delta\xi) - \sin \frac{k\pi\xi}{t}}{\Delta\xi} \cos \frac{m\pi\eta}{B} \times \\ \times \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B} \left[\left(B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^4 + 2B_3 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + B_2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^4 \right) + \right. \\ \left. + \frac{S}{B} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \frac{v_2 S}{B} \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + q_{km}(\xi, \eta) \frac{v^2}{g} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \right]^{-1}. \quad (12)$$

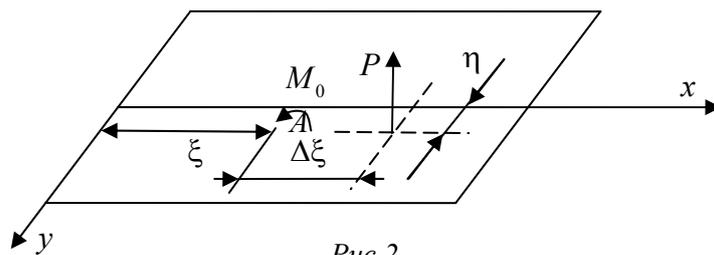


Рис.2

Поскольку

$$\lim_{\Delta\xi \rightarrow 0} \frac{\sin \frac{k\pi}{t}(\xi + \Delta\xi) - \sin \frac{k\pi\xi}{t}}{\Delta\xi} = \frac{k\pi}{t} \cos \frac{k\pi\xi}{t},$$

то

$$w = \frac{\frac{4\pi M_0}{t^2 B} \sum_k \sum_m k \cos \frac{k\pi\xi}{t} \cos \frac{m\pi\eta}{B} \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B}}{\left(B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^4 + 2B_3 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + B_2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^4 \right) + \frac{S}{B} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \frac{v_2 S}{B} \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + q_{km}(\xi, \eta) \frac{v^2}{g} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2}. \quad (13)$$

На ленту от перегородки по линии $x = \xi$ действует распределенный момент M_1 . Выделим на линии $x = \xi$ на расстоянии η от оси Ox элементарный отрезок $d\eta$. Изгибающий момент, действующий на этом участке, будет $dM_1 = M_0 d\eta$. Используя выражение (13) и интегрируя по η в пределах от $-\frac{B}{2}$ до $\frac{B}{2}$, получим

$$w = \frac{8M_0}{t^2} \sum_k \sum_m \cos \frac{k\pi\xi}{t} \sin \frac{k\pi x}{t} \cos \frac{m\pi y}{B} \left[\left(B_1 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^4 + 2B_3 \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + B_2 \left(\frac{m\pi}{B} \right)^4 \right) + \frac{S}{B} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 - \frac{v_2 S}{B} \left(\frac{m\pi}{B} \right)^2 + \frac{M_0 v^2}{t^2 B g} \left(\frac{k\pi}{t} \right)^2 \right]^{-1}. \quad (14)$$

Величина прогиба определяется суммой прогибов от нагрузки на ленту (4), (6) и прогиба (14) от нагрузки на поперечную перегородку.

Список литературы: 1. Черненко, В. Д. Нелинейная теория расчета конвейерных лент. Сб. трудов «Проблемы машиноведения и машиностроения». Вып.40, - СПб.: СЗТУ, 2010. – С.18-35. 2. Черненко, В. Д. Расчет средств непрерывного транспорта. - СПб.: Политехника, 2008. –292с.