

На рис. 1. представлены вычисленные полигоны распределений результирующих циклов раскряжевки хлыстов на линиях (у которых $\tau_p = 42$ с.) с различными механизмами подачи хлыстов. Простой РУ на один цикл составили: из-за ПРХ 12,8 с., из-за ЛО-13С 4,1 с, из-за ГП-1,5 6,9 с. Таким образом, манипулятор ЛО-13 с вызывает наименьшие простои РУ благодаря наименьшему среднему циклу подачи и меньшему значению коэффициента вариации цикла.

Технико-экономический анализ показывает, что оптимальной является компоновка РУ с механизмом подачи, обеспечивающим загрузку РУ с коэффициентом не ниже 0,95. Такая загрузка достигается при механизме поштучной подачи хлыстов в 1,3-1,4 раза меньшем цикле раскряжевки при $v_{II} = 0,3$ и в 1,9-2 раза при $v_{II} = 1$. Эти данные целесообразно использовать при реконструкции раскряжевочных линий, проектировании механизмов подачи хлыстов. Таким требованиям отвечает манипулятор ЛО-13С, устанавливаемый с РУ ПЛХ-ЗАС.

Резюме. Фактическая производительность РУ зависит не только от среднего значения цикла подачи хлыстов на раскряжевку, но и от его коэффициента вариации.

Модели экспоненциальных распределений циклов подачи и раскряжевки занижают теоретические значения коэффициента использования линии по сравнению с фактическими на 13-22%.

Манипулятор ЛО-13С является наиболее эффективным механизмом для поштучной подачи хлыстов на существующие РУ.

УДК 634.0.361.0

И.А. Оленченко, канд.техн.наук,
Н.Ф. Пигильдин, канд.техн.наук

ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЗМА КОРОСНИМАТЕЛЯ РОТОРНОГО СТАНКА С ЛЕСОМАТЕРИАЛОМ

Процессу окорки лесоматериалов в роторных станках присущи ударные режимы [1], возникающие в результате взаимодействия механизма короснимателя (МК) с поверхностными пороками древесины (остатки сучьев, нарост и т.д.). В момент удара развиваются большие динамические нагрузки, которые ухудшают качество окорки и снижают прочность и долговечность узлов станка. Однако вопросы соударений МК

с поверхностными пороками, имеющие большое теоретическое и практическое значение, недостаточно исследованы. Например, в работе [2] рассмотрены ударные нагрузки, действующие только на МК.

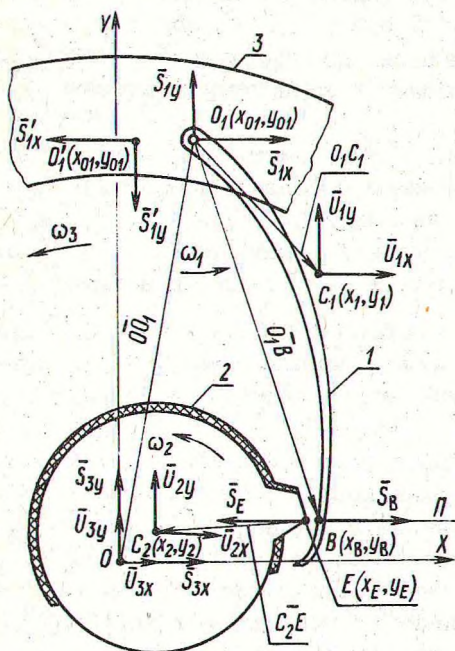


Рис. 1. Схема приложения ударных импульсов к механизму короснимателя (1), лесоматериалу (2) и ротору (3) окорочного станка. Точки E, B, O, O' условно опущены по отношению друг к другу.

В настоящей работе учитываются ударные нагрузки, действующие на МК, обрабатываемый лесоматериал и ротор станка (рис. 1). При анализе соударений предполагается, что ударные импульсы направлены по общей нормали к поверхностям соударяющихся тел, проходящей через точку их контакта. Выбирая систему координат так, чтобы ось OX оказалась параллельной главной нормали в точке контакта МК с пороком поверхности и используя теоремы об изменении количества движения и кинетического момента при ударе, получим уравнения для:

МК

$$m_1 (u_{1x} - v_{1x}) = S_B + S_{1x}; \quad (1)$$

$$m_1 (u_{1y} - v_{1y}) = S_{1y}; \quad (2)$$

$$I_1 (\omega_1 - \omega_{10}) = S_B (y_1 - y_B) - S_{1x} (y_{O1} - y_1) -$$

$$-S_{1y} (x_1 - x_{01}); \quad (3)$$

лесоматериала

$$m_2(u_{2x} - v_{2x}) = -S_E; \quad (4)$$

$$m_2(u_{2y} - v_{2y}) = 0; \quad (5)$$

$$I_2(\omega_2 - \omega_{20}) = S_E(y_E - y_2); \quad (6)$$

ротора станка

$$m_3(u_{3x} - v_{3x}) = S_{3x} - S_{1x}^I; \quad (7)$$

$$m_3(u_{3y} - v_{3y}) = S_{3y} - S_{1y}^I; \quad (8)$$

$$I_3(\omega_3 - \omega_{30}) = S_{1x}^I \cdot y_{01} - S_{1y}^I \cdot x_{01}, \quad (9)$$

где m_1, m_2, m_3 — массы соответственно МК, лесоматериала и ротора станка; $v_{1x}, v_{1y}, v_{2x}, v_{2y}, v_{3x}, v_{3y}$ — проекции скоростей на декартовы оси координат центров масс соответственно МК, лесоматериала, ротора в начале удара; $u_{1x}, u_{1y}, u_{2x}, u_{2y}, u_{3x}, u_{3y}$ то же в конце удара; $\omega_{10}, \omega_{20}, \omega_{30}$ —

угловые скорости соответственно МК, лесоматериала и ротора в начале удара; $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ — то же в конце удара;

I_1, I_2, I_3 — моменты инерции соответственно МК, лесоматериала, ротора относительно осей, проходящих через их центры масс; S_B, S_E — ударные импульсы, возникающие в точках

контакта В и Е короснимателя с поверхностным пороком древесины; $\bar{S}_{1x}^I, \bar{S}_{1y}^I, \bar{S}_{1x}, S_{1y}$ — проекции ударных импульсов, действующих на ось МК; S_{3x}, S_{3y} — проекции ударного импульса, действующего на ось ротора станка; y_B, y_E —

ординаты точек В и Е, в которых происходит соударение МК с поверхностными пороками древесины; x_1, y_1, x_2, y_2 — координаты центров масс соответственно МК и бревна в конце удара; x_{01}, y_{01} — координаты оси качания МК в конце удара.

Поскольку $S_E = S_B, S_{1x}^I = S_{1x}, S_{1y}^I = S_{1y}$, и в систему из девяти уравнений входит четырнадцать неизвестных

величин $(u_{1x}, u_{1y}, u_{2x}, u_{2y}, u_{3x}, u_{3y}, \omega_1, \omega_2, \omega_3, S_B, S_{1x}, S_{1y}, S_{3x}, S_{3y})$, то для ее однозначного решения необходимо получить соответствующее число дополнительных соотношений. Принимая во внимание плоско-параллельное движение рассматриваемых тел, получим зависимость, устанавливающую связь между скоростями оси ротора, оси МК и его центра масс

$$\bar{u}_1 = \bar{u}_3 + \bar{\omega}_3 \cdot \overline{OO}_1 + \bar{\omega}_1 \cdot \overline{O_1C_1}, \quad (10)$$

где \bar{u}_1 — скорость центра масс МК в конце удара; \bar{u}_3 — скорость оси ротора в конце удара; \overline{OO}_1 — радиус-вектор, проведенный из оси ротора к оси МК; $\overline{O_1C_1}$ — радиус-вектор, проведенный к оси МК к его центру масс.

Векторное уравнение (10) включает два искомых скалярных соотношения

$$u_{1x} = u_{3x} - \omega_1 (y_1 - y_{01}) - \omega_3 y_{01}; \quad (11)$$

$$u_{1y} = u_{3y} + \omega_1 (x_1 - x_{01}) + \omega_3 x_{01}, \quad (12)$$

где u_{3x}, u_{3y} — проекции вектора скорости оси ротора на оси координат.

В случае не вполне упругого удара, принимая во внимание соотношение между проекциями скоростей точек В и Е на направление общей нормали, проходящей через эти точки, третье дополнительное уравнение имеет вид

$$k = \frac{u_B^n - u_E^n}{v_B^n - v_E^n}, \quad (13)$$

где k — коэффициент восстановления при ударе; v_B^n, u_B^n — проекции скорости точки В на направление общей нормали соответственно в начале и конце удара; v_E^n, u_E^n — проекции скорости точки Е на направление общей нормали соответственно в начале и конце удара.

Так как общая нормаль параллельна оси X, то выражение (13) представим в виде

$$k = - \frac{u_{Bx} - u_{Ex}}{v_{Bx} - v_{Ex}}, \quad (14)$$

где v_{Bx} , u_{Bx} — проекции скорости точки В на ось X соответственно в начале и конце удара; v_{Ex} , u_{Ex} — проекции скорости точки Е на ось X соответственно в начале и конце удара.

Проекции скоростей точек В и Е выразим в зависимости от проекций скоростей оси ротора, оси качания МК, центра масс бревна и угловых скоростей МК и ротора станка:

$$\bar{v}_B = \bar{v}_3 + \bar{\omega}_{30} \times \overline{OO_1} + \bar{\omega}_{10} \times \overline{O_1B}; \quad (15)$$

$$\bar{u}_B = \bar{u}_3 + \bar{\omega}_3 \times \overline{OO_1} + \bar{\omega}_1 \times \overline{O_1B}; \quad (16)$$

$$\bar{v}_E = \bar{v}_2 + \bar{\omega}_{20} \times \overline{C_2E}; \quad (17)$$

$$\bar{u}_E = \bar{u}_2 + \bar{\omega}_2 \times \overline{C_2E}, \quad (18)$$

где $\overline{O_1B}$ — радиус-вектор, проведенный из оси качания МК O_1 в точку В; $\overline{C_2E}$ — радиус-вектор, проведенный из центра масс бревна C_2 в точку Е.

Из выражений (15)–(18) получим следующие скалярные соотношения:

$$v_{Bx} = v_{3x} - \omega_{30} \cdot y_{01} - \omega_{10} (y_B - y_{01}); \quad (19)$$

$$u_{Bx} = u_{3x} - \omega_3 y_{01} - \omega_1 (y_B - y_{01}); \quad (20)$$

$$v_{Ex} = v_{2x} - \omega_{20} (y_E - y_2); \quad (21)$$

$$u_{Ex} = u_{2x} - \omega_2 (y_E - y_2). \quad (22)$$

После подстановки соотношений (19)–(22) в выражение (14) имеем

$$k = - \frac{u_{3x} - \omega_1 (y_B - y_{01}) - \omega_3 y_{01} - u_{2x} + \omega_2 (y_B - y_{c2})}{v_{3x} - \omega_{10} (y_B - y_{01}) - \omega_{30} y_{01} - v_{2x} + \omega_{20} (y_B - y_{c2})}. \quad (23)$$

Предполагая, что между ротором и статором отсутствует кинематический зазор, еще два дополнительных соотношения запишем в виде

$$u_{3x} = v_{3x}; \quad (24)$$

$$u_{3y} = v_{3y}. \quad (25)$$

Решая систему уравнений (1)-(9), (11), (12), (23)-(25) определим искомые ударные импульсы, скорости центров масс МК и бревна и их угловые скорости в конце удара.

Рассмотрим решение для частного случая: центр масс бревна расположен на оси ротора, его угловая скорость и проекции скорости центра масс на оси OX и OY в начале удара равны нулю, форма поперечного сечения лесоматериала — круг. Тогда после подстановки в систему уравнений значений $x_2 = 0$, $y_2 = 0$, $v_{2x} = 0$; $v_{2y} = 0$, $\omega_{20} = 0$; $\omega_{10} = \omega_{30} = \omega_0$, так как при этих условиях мгновенный центр скоростей МК в начале удара будет расположен на оси ротора $S_{3x} = S_{1x}$, $S_{3y} = S_{1y}$, $u_{3x} = u_{3y} = v_{3x} = v_{3y} = 0$, получим систему уравнений. Решая эту систему исключением неизвестных с последующим применением метода Гаусса, находим формулы для вычисления искомых величин:

$$u_{2x} = - \frac{I_2}{y_B \cdot m_2} \cdot \omega_2;$$

$$S_B = \frac{I_2}{y_B} \cdot \omega_2;$$

$$u_{1x} = \omega_1 (y_{01} - y_1) - \omega_3 y_{01};$$

$$u_{1y} = \omega_1 (x_1 - x_{01}) + \omega_3 x_{01};$$

$$S_{1y} = m_1 (u_{1y} - v_{1y});$$

$$S_{1x} = \omega_1 \cdot m_1 (y_{01} - y_1) - \omega_2 \frac{I_2}{y_B} - \omega_3 m_1 y_{01} - m_1 v_{1x}$$

$$\omega_1 = \frac{R_6 \cdot \frac{C \cdot R_5 \cdot R_6 - E \cdot R_4 \cdot R_5}{C \cdot R_5 - D \cdot R_4}}{R_4};$$

$$\omega_2 = \frac{y_B}{I_2 \cdot y_{01}} \left[R_3 - \frac{C \cdot R_2 \cdot R_6 - E \cdot R_2 \cdot R_4}{C \cdot R_5 - D \cdot R_4} - \frac{R_1}{R_4} \times \right. \\ \left. \times (R_6 \frac{C \cdot R_5 \cdot R_6 - E \cdot R_4 \cdot R_6}{C \cdot R_5 - D \cdot R_4}) \right];$$

$$\omega_3 = \frac{C \cdot R_6 - E \cdot R_4}{C \cdot R_5 - D \cdot R_4},$$

где $R_1 = m_1 [x_{01} (x_1 - x_{01}) + y_{01} (y_1 - y_{01})];$

$$R_2 = I_3 + m_1 (y_{01}^2 + x_{01}^2);$$

$$R_3 = I_3 \omega_0 + m_1 (v_{1y} \cdot x_{01} - v_{1x} \cdot y_{01});$$

$$R_4 = I_1 y_{01} + m_1 [A (x_1 - x_{01}) + B (y_1 - y_{01})];$$

$$R_5 = I_3 (y_{01} - y_B) + m_1 (y_{01} \cdot B - x_{01} \cdot A);$$

$$R_6 = \omega_0 [I_1 \cdot y_{01} + I_3 (y_{01} - y_B)] + m_1 (v_{1y} \cdot A - \\ - v_{1x} \cdot B);$$

$$C = (y_{01} - y_B) \frac{I_2}{y_B} \cdot y_{01} - (\frac{I_2}{y_B \cdot m_2} + y_B) \times$$

$$\times m_1 [x_{01} (x_1 - x_{01}) + y_{01} (y_1 - y_{01})];$$

$$A = y_{01} \cdot x_1 - y_B \cdot x_{01};$$

$$B = y_{01} (y_1 - y_B);$$

$$D = -\frac{I_2}{y_B} \cdot y_{01}^2 - (\frac{I_2}{y_B \cdot m_2} + y_B) \cdot [I_3 + m_1 (y_{01}^2 + x_{01}^2)];$$

$$E = k \cdot \omega_0 \cdot I_2 \cdot y_{01} - \left(\frac{I_2}{y_B \cdot m_2} + y_B \right) \left[I_3 \omega_0 + m_1 (v_{1y} \cdot x_{01} - v_{1x} \cdot y_{01}) \right].$$

Резюме. Получены формулы для вычисления скоростей их центров масс и ударных импульсов, которые могут быть использованы при расчете на прочность основных узлов и деталей окорочных роторных станков.

Л и т е р а т у р а

1. Пигильдин Н.Ф. Анализ процесса окорки лесоматериалов. М., 1977. 2. Пигильдин Н.Ф. Исследование взаимодействия короснимателя роторного станка с поверхностью лесоматериала. — Мат-лы конф. по итогам научно-исследовательских работ за 1974. Йошкар-Ола, 1975.

УДК 634.0.848:634.0.323.4

В.А. Добровольский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ДЛИНЫ ОТРЫВА ХЛЫСТА ОТ ТРАНСПОРТЕРА ПРИ ПОДЪЕМЕ ЕГО ДОМКРАТОМ РАСКРЯЖЕВОЧНОЙ УСТАНОВКИ В ПЕРИОД ОТОРЦОВКИ

Нагрузка, передаваемая на домкрат и фундамент раскряжевочной установки от веса хлыста в период его оторцовки, зависит от таксационной характеристики хлыста (диаметра, сбежистости, породы, объемного веса и т.д.) и высоты подъема домкрата. Чем выше подъем домкрата, тем на большую длину оторвется хлыст от транспортера и, соответственно, тем большая нагрузка придется на домкрат. Зная длину линий отрыва, можно определить нагрузку на опору, считая приподнятую над транспортером часть хлыста как балку на 2 опорах. Для определения этой длины воспользуемся расчетной схемой, показанной на рис. 1.

Левая часть хлыста до точки А плотно прилегает к транспортеру, и на всей ее длине изгибающий момент и углы поворота сечений равны нулю, В точке А — начало отрыва хлыста от транспортера и от приподнятой части возникает реакция R_A . Поместим начало координат в точку А и оси направим, согласно рис. 1.