

УДК 674.093.6.05:62-114

В.А. Лозовой, И.А. Балдаков

Лозовой Владимир Андреевич родился в 1945 г., окончил в 1969 г. Красноярский политехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры технологии и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 70 научных работ в области динамики машин и моделирования технологических процессов.
Тел.: 8(391) 2-275-311.



Балдаков Иван Александрович родился в 1983 г., окончил в 2006 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант, ассистент кафедры технологии и оборудования лесозаготовок СибГТУ.
E-mail: Baldakov_Ivan@mail.ru



СИНХРОНИЗАЦИЯ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ МЕХАНИЗМАМИ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ

Предложено теоретическое обоснование скорости перемещения хлыстов механизмами поточных линий.

Ключевые слова: коэффициент заполнения упоров, синхронизация, матрица, система координат.

Слешерные установки относятся к поточным линиям непрерывного действия с поперечным перемещением хлыстов. Если в состав технологических операций входят разобшение пакетов хлыстов; создание и перемещение щети из хлыстов, ориентация хлыстов относительно круглых пил; надвигание хлыстов на круглые пилы упорами поперечного транспортера надвигания, то на каждом агрегате (механизме) в процессе работы находится хлыст или группа хлыстов. Этим достигается непрерывность технологического процесса.

Формула для определения производительности [2] включает в себя, помимо прочих составляющих, коэффициент заполнения упоров и время цикла раскряжевки $t_{ц}$. При этом определяющую роль играет шаг между упорами надвигания $l_{уп}$.

Отношение шага упоров $l_{уп}$ к скорости надвигания u определяет время цикла $t_{ц}$ раскряжевки: $l_{уп} / u = t_{ц}$. В течение 1 ч работы линии должно быть заполнено n упоров: $3600/t_{ц} = n$. При сбоях в работе отдельных механизмов, изменении ориентации хлыста, несогласованности скоростей перемещения относительно транспортера надвигания возникают пропуски заполнения упоров. Предположим, что за то же время наблюдения оказалось n_1 незаполненных упоров.

Отношение количества незаполненных упоров n_1 за определенный промежуток времени (минуты, часы, смены) к количеству заполненных упоров n называется коэффициентом заполнения упоров слешера:

$$K_{уп} = \frac{n_1}{n}.$$

Этот коэффициент, в отличие от других величин, изменяется в значительных пределах и зависит главным образом от подготовительных переместительных операций перед раскряжевкой. Эти операции производят околостаночные или «околослешерные» механизмы.

Все механизмы имеют определенные скорости и расстояния, на которые они перемещают хлысты. При этом, чтобы получить коэффициент заполнения упоров,

близкий к единице, необходимо согласование (синхронизация) скоростей механизмов и расстояний перемещения с временем цикла раскряжевки $t_{ц}$.

Назначение скоростей надвигания и расстояний между упорами должно согласовываться со скоростями околостаночного оборудования.

Рассмотрим состав поточной линии непрерывного действия ЛО-105, которая состоит из следующих основных механизмов: разобщик пачек хлыстов (ЛТх-80); торцевыравнивающий шнековый транспортер; отсекаль-сбрасыватель; поперечный транспортер надвигания на пильные диски.

Составим расчетную схему поточной линии применительно к предложенному в работе [3] методу моделирования с применением матричных преобразований координат.

За начальную систему координат примем систему $Ox_0y_0z_0$ с началом координат, расположенным в центре комлевого среза хлыста № 1, начавшего движение под действием толкателей ЛТх-80 (рис. 1, поз. 1). Движение хлыста № 1 осуществляется под углом α на расстояние a , равное шагу толкателей. Система координат $O_1x_1y_1z_1$ расположена в центре комлевого среза хлыста № 2, который готов начать движение ориентации на шнековом транспортере (поз. 2). Система координат $O_2x_2y_2z_2$ расположена в центре комлевого среза хлыста № 3, который подготовлен к сбрасыванию сбрасывателем-толкателем (поз. 3); система координат $O_3x_3y_3z_3$ расположена в центре комлевого среза хлыста № 4, который готов начать перемещение под действием упоров транспортера надвигания на пильные диски (рис. 1, поз. 5).

Таким образом, на расчетной схеме размещено четыре хлыста, которые имитируют непрерывность работы слесерной установки.

При размещении системы координат сделаны следующие допущения:

системы координат $Ox_0y_0z_0$, $O_1x_1y_1z_1$, $O_2x_2y_2z_2$, $O_3x_3y_3z_3$, $O_4x_4y_4z_4$, $O_5x_5y_5z_5$, $O_6x_6y_6z_6$, жестко связаны с хлыстами;

хлысты во время перемещения не вращаются и тем самым не меняют ориентацию осей координат относительно хлыстов.

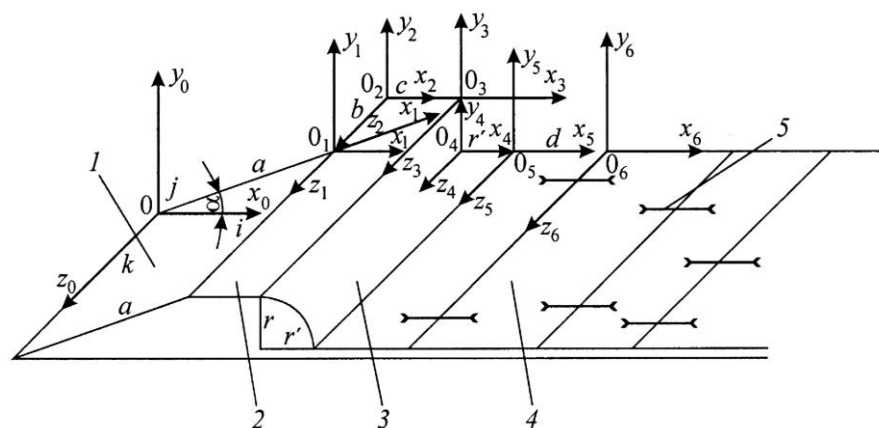


Рис. 1. Расчетная схема слесера ЛО-105 с преобразованными координатами: 1 – разобщик; 2 – шнековый транспортер; 3 – сбрасыватель, отсекаль; 4 – транспортер надвигания; 5 – пильные диски; (a – длина шага толкателя; b – продольное расстояние ориентации хлыстов; c – поперечное перемещение хлыста шнековым транспортером; r , r' – перемещение хлыста при сбрасывании; d – перемещение поперечным транспортером на шаг между упорами надвигания)

Для преобразования координат, а соответственно для перемещения по агрегатам необходимо совершить определенные действия с системами координат $OX_0Y_0Z_0$, $O_1X_1Y_1Z_1$, $O_2X_2Y_2Z_2$, $O_3X_3Y_3Z_3$, $O_4X_4Y_4Z_4$: $O_5X_5Y_5Z_5$:

систему координат $OX_0Y_0Z_0$ повернуть вокруг единичного вектора j (ось Z) на угол α , а начало координат совместить с O_1 , сдвинув O на расстояние a (рис. 1);

систему координат $O_1X_1Y_1Z_1$ сдвинуть на расстояние b и совместить ось X_1 с осью X_2 поворотом вокруг вектора j (ось Z) на угол α ;

систему координат $O_2X_2Y_2Z_2$ необходимо сдвинуть на расстояние c , совместив начало координат O_2 и O_3 и соответственно оси координат X_1X_2 ; Y_1Y_2 ; Z_1Z_2 ;

начало координат системы $O_3X_3Y_3Z_3$ совместить с началом координат $O_4X_4Y_4Z_4$, соответственно сдвинув оси координат на расстояние r ;

начало координат O_4 совместить с началом координат системы $O_5X_5Y_5Z_5$, сдвинув на расстояние r' ;

начало системы координат $O_5X_5Y_5Z_5$ совместить с началом координат системы $O_6X_6Y_6Z_6$, сдвинув на расстояние d .

Запишем сокращенно матрицы перехода:

$$A = B_{\text{вр}}(\vec{k}, \alpha) \cdot B_{\text{сд}}(\vec{i}, \alpha) \cdot B_{\text{сд}}(\vec{k}, -b) \cdot B_{\text{вр}}(\vec{k}, \alpha) \cdot B_{\text{сд}}(\vec{i}, c) \cdot B_{\text{сд}}(\vec{j}, -r) \cdot B_{\text{сд}}(\vec{i}, r') \cdot B_{\text{сд}}(\vec{i}, d). \quad (1)$$

Полученная матрица A представляет собой структурную запись или структурную формулу технологического процесса по перемещениям. При перемножении матрицы A получим координаты комлевого среза хлыста перед раскряжевкой.

В данном случае (рис. 1) процесс перемещения можно представить как сумму векторов (рис. 2), при этом результирующим вектором R_0 будет вектор-радиус, начало которого исходит из начала системы координат $OX_0Y_0Z_0$, т. е. координаты вектор-радиуса R_0 являются координатами комлевого среза хлыста в системе координат $OX_0Y_0Z_0$, поскольку выражение (1) можно раскрыть следующим образом [3]:

$$A = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 01 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1000 \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 100 & 0 \\ 010 & 0 \\ 001 & -b \\ 000 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \cos(-\alpha) & -\sin(-\alpha) & 0 & 0 \\ \sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 01 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 100c \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \end{bmatrix} \times \\ \times \begin{bmatrix} 100 & 0 \\ 010 & -r \\ 001 & 0 \\ 000 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 100r' \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 100d \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \end{bmatrix} \quad (2)$$

После перемножения матриц получим матрицу A с координатами вектор-радиуса R_0 .

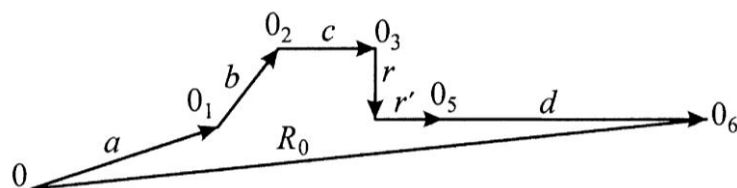


Рис. 2. Векторная сумма перемещений на линии ЛО-105

Поточная линия ЛО-105 является линией непрерывного действия. Это подразумевает, что в любой момент времени на каждом из ранее перечисленных механизмов находится древесный хлыст, предназначенный для раскряжевки многопильным агрегатом (слешером). Таким образом, если бы не было никаких механизмов, то, чтобы обеспечить раскряжевку единичного хлыста (рис. 2) из т. O по радиус-вектору R_0 , хлыст надо было бы подавать за время, равное времени цикла раскряжевки $t_{ц}$. Скорость его подачи (перемещения из т. O в т. O_6 по радиус-вектору R_0):

$$V_0 = \frac{R_0}{t_{ц}}. \quad (3)$$

В силу свойств распределительности и сочетательности суммы векторов и возможности составлять векторные выражения, имеющие тот же вид, что и многочлены первой степени в алгебре [1], можно составить следующее векторное выражение:

$$R_0 = a + b + c + r + r' + d. \quad (4)$$

Разделим выражение (4) на одно и то же скалярное число $t_{ц}$ и получим новые векторы:

$$\frac{R_0}{t_{ц}} = \frac{a}{t_{ц}} + \frac{b}{t_{ц}} + \frac{c}{t_{ц}} + \frac{r}{t_{ц}} + \frac{r'}{t_{ц}} + \frac{d}{t_{ц}}; \quad (5)$$

$$V_0 = V_{раз} + V_{прод} + V_{поп} + V_{вер} + V_{гор} + V_{над}, \quad (6)$$

где $V_{раз}$ – скорость перемещения хлыста в процессе выдачи с разобшителя, м/с;
 $V_{прод}$ – скорость продольного перемещения хлыста цилиндрической частью шнеков, м/с;
 $V_{поп}$ – скорость поперечного перемещения хлыста витками шнеков, м/с;
 $V_{вер}$ – вертикальная составляющая перемещения хлыста при сбрасывании по окружности отсекателем-сбрасывателем, м/с;
 $V_{гор}$ – горизонтальная составляющая перемещения хлыста при сбрасывании по окружности отсекателем-сбрасывателем, м/с;
 $V_{над}$ – скорость надвигания хлыста на пильные диски поперечным транспортером надвигания, м/с.

Физическая сущность векторного равенства (6) заключается в следующем. Имеем множество хлыстов N . При отсутствии механизмов с векторами перемещения a, b, c, r, r', d (рис. 2) можно перемещать хлыст по вектору R_0 со скоростью V_0 , при этом время цикла раскряжевки хлыста будет равно $t_{ц}$. Но поскольку такое перемещение не подготовит хлыст к программной или рациональной раскряжевке, то вынуждены иметь механизмы с перемещением по векторам a, b, c, r, r', d . В этом и заключается непрерывность работы поточной линии: на каждом механизме в любой момент времени должен быть хлыст, перемещающийся каждый со своей скоростью. В силу (6) эти скорости таковы, что с упора слешера по вектору d будет сходить раскряжеванный хлыст через каждые $t_{ц}$, с. т. е. процесс будет непрерывным.

Векторное равенство (6) представляет собой сумму векторов, которые определяют, при численных значениях, необходимые скорости перемещения хлыстов на смежных агрегатах слешера, что обеспечит постоянную загрузку упоров слешера и

заданную производительность, т. е. при данных скоростях (β) коэффициент заполнения упоров должен быть равен единице.

Коэффициент заполнения упоров позволяет судить как о точности синхронизации скорости перемещения хлыстов на смежных механизмах слешера, так и об устойчивости процесса относительно различных случайных факторов, которые в данный момент не рассматриваются.

При проектировании коэффициент заполнения упоров принимается равным 0,8. На практике, по разным причинам, он оказывался ниже, что влекло за собой снижение производительности на 40...50 %.

Таким образом, нами предложен метод расчета скоростей перемещения хлыстов механизмами поточных линий, который позволяет на стадии проектирования обоснованно назначать скорости хлыстов на околостаночном оборудовании.

Этот метод применим к поточным линиям любого, не только слешерного типа. Главное условие – наличие задающего ритм потока станка или агрегата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Выгодский М.Я.* Справочник по высшей математике. М.: Наука, 1973. 372 с.
2. *Залегаллер Б.Г., Ласточкин П. В., Бойков С.П.* Технология и оборудование лесных складов: учеб. для вузов. 3-е изд., испр., доп. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 352 с.
3. *Лозовой В.А.* Структурный синтез поточных линий для обработки древесного сырья: дис. ... д-ра техн. наук. Красноярск: 2000. 295 с.

V.A. Lozovoy, I.A. Baldakov
Siberian State Technological University

Synchronization of Traverse Speeds of Wood Raw Material by Production Line Mechanism

The article presents theoretical basis for determining the speed of trunks transference by production lines.

Keywords: block coefficient of supports, synchronization, matrix, coordinate system.
