

где r_{\max} и r_{\min} – соответственно максимальный и минимальный радиусы поперечного сечения бревна; $R_{\text{кл}}$ и $R_{\text{кр}}$ – соответственно радиусы кулисы и кривошипа захватного механизма (ЗМ) кривошипно-шатунного типа; H – базовый размер ЗМ по высоте.

Выражение (2) совместно с другими является базой для оптимизации параметров загрузочных машин кривошипно-кулисного типа, отличающихся простотой и совершенством конструктивного решения, надежностью технологического процесса, малой удельной энергоемкостью.

Базовые математические модели позволяют совершенствовать технологические процессы и рабочие машины и получать новые оптимальные технологические и технические решения, необходимые для первичной обработки и переработки круглых лесоматериалов.

УДК 630*03

И.В. Турлай, доцент; С.М. Крек, магистр

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРЕЛЕВОЧНЫХ МАШИН С ЧОКЕРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

The mathematical models of work forestry machines with allowance for of reliability are developed.

Целью данной работы является установление расчетных формул для определения рациональных параметров работы чокерных трелевочных машин с учетом их надежности. Для них характерны следующие состояния:

- S_0 – машина исправна, простаивает или совершает холостые проезды, но не производит трелевку деревьев;
- S_1 – машина осуществляет трелевку деревьев, исправна;
- S_{21} – отказ ходовой части;
- S_{22} – отказ двигателя;
- S_{23} – отказ технологического оборудования.

В такой модели имеют место два типа потоков: предметов труда и отказов оборудования. Приоритетом пользуется поток отказов, т. к. при наступлении они "обрабатываются" (ремонт) в первую очередь.

Из свободного состояния S_0 в рабочее S_1 система переходит с интенсивностью подачи λ_1 рабочего троса к дереву. Обратный переход осуществляется трелевкой деревьев с интенсивностью μ_1 . При наступлении отказа ходовой части система с интенсивностью λ_{21} перейдет из состояния S_1 в S_{21} . После выполнения ремонта с темпом μ_{21} система вернется в состояние S_0 , т. к. ремонт ходовой части с пакетом хлыстов либо деревьев маловероятен. Необходимо освободить машину. Отказ двигателя может привести к переходу в положение S_{22} как из состояния S_0 , так и из S_1 с интенсивностью λ_{22} . После ремонта машина с темпом μ_{22} перейдет в состояние S_0 . Отказ технологического оборудования приведет к переходу в состояние S_{23} из состояния S_1 с интенсивностью λ_{23} . После ремонта система перейдет из состояния S_{23} в S_0 с темпом μ_{23} .

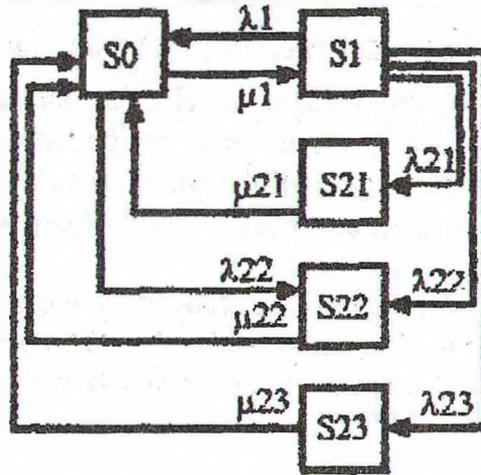


Рис. Схема состояний системы трелевочной машины

Неизвестные параметры λ_{ij} и μ_{ij} устанавливаются следующим образом:

- $\lambda_1 = 1/t_{п}$, где $t_{п}$ – продолжительность времени подачи рабочего органа к дереву;
- $\mu_1 = 1/t_{ц}$, где $t_{ц}$ – продолжительность цикла трелевки деревьев;
- $\lambda_{21} = 1/t_{21}^{от}$, где $t_{21}^{от}$ – продолжительность между отказами шасси;
- $\mu_{21} = 1/t_{21}^в$, где $t_{21}^в$ – продолжительность восстановления работоспособности шасси;
- $\lambda_{22} = 1/t_{22}^{от}$, где $t_{22}^{от}$ – продолжительность между отказами шасси;
- $\mu_{22} = 1/t_{22}^в$, где $t_{22}^в$ – продолжительность времени восстановления работоспособности двигателя;
- $\lambda_{23} = 1/t_{23}^{от}$, где $t_{23}^{от}$ – продолжительность времени между отказами технологического оборудования;
- $\mu_{23} = 1/t_{23}^в$, где $t_{23}^в$ – продолжительность времени восстановления работоспособности технологического оборудования.

Модель функционирования системы будет следующей:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_0}{dt} = -(\lambda_1 + \lambda_{22})P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_{21} P_{21} + \mu_{22} P_{22} + \mu_{23} P_{23}, \\ \frac{dP_1}{dt} = -(\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23})P_1 + \lambda_1 P_0, \\ \frac{dP_{21}}{dt} = -\mu_{21} P_{21} + \lambda_{21} P_1, \\ \frac{dP_{22}}{dt} = -\mu_{22} P_{22} + \lambda_{22} P_1 + \lambda_{22} P_0, \\ \frac{dP_{23}}{dt} = -\mu_{23} P_{23} + \lambda_{23} P_1. \end{array} \right. \quad (1)$$

$$P_0 + P_1 + P_{21} + P_{22} + P_{23} = 1. \quad (2)$$

Учитывая, что моделирование и исследование работы трелевочных машин производятся на протяжении длительного промежутка времени (месяц, год и т. д.), значения вероятностей P_{ij} будут колебаться относительно определенного среднего значения [1].

Тогда можно допустить, что $P_0 \approx \text{const}$, $P_1 \approx \text{const}$, $P_{21} \approx \text{const}$, $P_{22} \approx \text{const}$, $P_{23} \approx \text{const}$.

Ошибка при принятии данного допущения не превышает 8% [1].

Тогда система дифференциальных уравнений трансформируется в систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 0 = -(\lambda_1 + \lambda_{22})P_0 + \mu_1 P_1 + \mu_{21} P_{21} + \mu_{22} P_{22} + \mu_{23} P_{23}, \\ 0 = -(\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23})P_1 + \lambda_1 P_0, \\ 0 = -\mu_{21} P_{21} + \lambda_{21} P_1, \\ 0 = -\mu_{22} P_{22} + \lambda_{22} P_1 + \lambda_{22} P_0, \\ 0 = -\mu_{23} P_{23} + \lambda_{23} P_1, \\ P_0 + P_1 + P_{21} + P_{22} + P_{23} = 1. \end{cases} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (3) относительно вероятностей состояний P_0 , P_1 , P_{21} , P_{22} , P_{23} , получим выражения для расчета режимов работы машин:

$$P_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23}} P_0; \quad (4)$$

$$P_{21} = \frac{\lambda_{21}}{\mu_{21}} \frac{\lambda_1}{\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23}} P_0; \quad (5)$$

$$P_{22} = \frac{\lambda_{22}}{\mu_{22}} P_0 + \frac{\lambda_{22}}{\mu_{22}} \frac{\lambda_1}{\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23}} P_0; \quad (6)$$

$$P_{23} = \frac{\lambda_{23}}{\mu_{23}} \frac{\lambda_1}{\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23}} P_0; \quad (7)$$

Примем, что

$$\frac{\lambda_{21}}{\mu_{21}} = \rho_{21}; \quad \frac{\lambda_{22}}{\mu_{22}} = \rho_{22}; \quad \frac{\lambda_{23}}{\mu_{23}} = \rho_{23}; \quad \frac{\lambda_1}{\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23}} = \varphi.$$

Тогда, после подстановки в уравнение (2) выражений (4), (5), (6), (7) получим уравнение для расчета вероятности состояния P_0 :

$$P_0 = [1 + \rho_{22} + \varphi(1 + \rho_{21} + \rho_{22} + \rho_{23})]^{-1}. \quad (8)$$

Подставляя в выражения (4), (5), (6), (7) значение вероятности P_0 , найдем значения вероятностей P_1 , P_{21} , P_{22} , P_{23} .

Полученные зависимости вероятностей состояний систем, включающих рассмотренные машины, позволяют установить рациональные значения параметров машин. Технология работы с зависимостями следующая. На основе технических характеристик

принимается ряд параметров, например μ_1 , λ_{21} , λ_{22} либо λ_{23} , и из построенных зависимостей устанавливаются искомые параметры. Например, λ_1 , μ_{21} , μ_{22} либо μ_{23} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Турлай И.В., Крек С.М. Моделирование работы валочных, валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-сти. Вып. IX. – Мн., 2001. – С.7 – 13.

УДК 634.377

С.С. Лебедь, профессор; С.Г. Субоч, ассистент; В.А. Симанович, доцент;
В.А. Бобрович, доцент

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ПЕРЕДВИЖНОЙ ОКОРОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Results of dynamic influences parts of mobile debarking system are given.

Лесная отрасль Республики Беларусь в настоящее время нуждается в разработке принципиально новых технологических схем и оборудования для первичной заготовки и переработки древесины, произрастающей на загрязненных территориях. При заготовке древесины в этих районах необходимо руководствоваться экономическими расчетами и экологической безопасностью. Опыт проведения работ в загрязненных районах за прошедший период подтверждает преимущество сортиментной заготовки с предварительной окоркой древесины в специально отведенных местах, куда сортименты доставляются специализированными лесозаготовительными машинами.

Такая схема заготовки сортиментов позволит уменьшить опасность переноса радиоактивных веществ на чистые территории. Одним из звеньев цепи сортиментной заготовки является окорка древесины. На загрязненных территориях необходимо применять технологические схемы разработки, в которые входит не более двух механизмов на каждой из фаз лесозаготовительного процесса. При создании окорочных систем для загрязненных территорий необходимо исходить из того обстоятельства, что все они должны быть передвижными. В связи с этим вопрос проектирования, создания и испытания новых окорочных систем приобретает первостепенное значение для республики и прилегающих к ней регионов.

В результате исследований изучены процессы динамики взаимодействия рабочих органов стационарного окорочного оборудования с предметом труда в различных природных и эксплуатационных условиях, решено множество задач конструктивного и технологического характера, предложены различные типы окорки и окорочных механизмов. Анализ проведенных ранее работ показал, что первостепенного внимания при исследовании и изучении окорочного оборудования требуют вопросы технологического характера, определения энергетических параметров, технологической надежности.

На данный момент остро стоит проблема создания мобильной окорочной системы, что невозможно без исследования указанных выше задач, а также вопросов, связанных с особенностями конструкции этого оборудования. К таким задачам относятся также изучение и исследование динамики поведения передвижной системы в эксплуатационных условиях. Приведенные факторы требуют решения задач динамики не только при работе окорочной системы, но и ее передвижении в лесных условиях между ле-