

проскальзывают в боковом направлении, и возможно разрушение поверхностного слоя почвы.

**Манипуляторы.** Доля времени, в течение которого используется манипулятор, составляет 50 – 70 % времени рабочего цикла форвардера. В результате затрачивается много времени на ремонт гидроманипулятора и гидросистемы, которое, по данным финских специалистов, составляет на ремонт манипулятора 36 %, гидросистем – 40 % от общих затрат времени на ремонт форвардера. Поэтому при покупке форвардера вопросу выбора манипулятора следует уделять большое внимание. Манипулятор по размеру должен подходить к форвардеру, соответствовать условиям лесозаготовительных операций. Для каждого форвардера изготовитель, как правило, указывает максимальную величину грузового момента манипулятора или перечисляет подходящие модели. Размер захвата из числа рекомендуемых следует выбирать таким, чтобы полное заполнение захвата происходило при средних условиях. Вылет следует измерять при горизонтальном положении стрелы и расположении манипулятора на уровне земли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Урясьева Н.Д. Колесные форвардеры для трелевки сортиментов // Лесозексплуатация и лесосплав. Экспресс-информация. – Вып.24. – М., 1991. – С.2 – 19.
2. Жуков А.В., Амельченко П.А., Кизино Ф.Е. и др. Конструктивные особенности и применение колесных машин на лесозаготовках. – Мн.: БелНИИТИ, 1992.

УДК 634.0.35

С.С. Лебедь, профессор

#### **ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ И МАШИН ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

Resource saving processes and machines of initial processing of round wood are considered mathematical models of processes of formation and disbandment of packages of round wood allowing to optimize parameters of technological machines are given.

В настоящее время в условиях развития рыночных отношений в стране экономия материальных, энергетических и людских ресурсов имеет большое народнохозяйственное значение. Особую значимость это представляет для лесного комплекса страны в связи с ограниченностью лесных ресурсов и загрязнением значительной их части радионуклидами, сложностью и длительностью восстановления лесов, необходимостью производства большого количества продукции различного назначения на внутренний и внешний рынок. Для решения этой проблемы необходимы разработка и внедрение новых технологических процессов, специального оборудования и систем машин для первичной обработки и переработки заготавливаемой древесины.

Для решения указанной проблемы в университете имеются теоретические и конструкторские наработки, созданы опытные образцы технологического оборудования. Создана система машин для первичной обработки круглых лесоматериалов в условиях лесосеки. Она состоит из базовой машины (трактор с манипулятором), передвижного окорочного станка с загрузочным устройством и околостаночным оборудованием. Созданы технологические (рабочие) загрузочные и пакетоформирующие машины для круглых лесоматериалов.

Продолжаются работы по совершенствованию теоретических и технологических решений, позволяющих оптимизировать параметры отдельных рабочих машин, систем рабочих машин и технологических линий.

Базовые математические модели технологических процессов и машин формирования пакетов и загрузки (разобращения) круглых лесоматериалов, полученные в результате теоретического анализа и проверенные методами теории подобия и размерности, позволяют оптимизировать как параметры самих рабочих машин и их основных целевых органов, так и протекающие в них технологические процессы.

Так, математическая модель процесса формирования пакета круглых лесоматериалов имеет вид

$$R = \frac{f}{(\sin \alpha \pm \mu \cos \alpha) \sin \alpha} \frac{H}{d} m_n g k, \quad (1)$$

где  $R$  – суммарная сила продольного формирования пакета круглых лесоматериалов;  $H$  – высота пакета;  $d$  – средний диаметр круглых лесоматериалов;  $m_n$  – масса пакета;  $\mu$  – ускорение силы тяжести;  $f$  – коэффициент тангенциального трения круглых лесоматериалов;  $\alpha$  – угол структуры пакета (угол бокового трения).

При этом знак «+» характеризует процесс продольного формирования при отсутствии поперечного, а знак «-» – процесс одновременного протекания процессов поперечного и продольного формирования, что касается стоящей в числителе величины  $f$ , то это осредненное значение коэффициента трения при относительном продольном смещении бревен в процессе формирования пакета, а величина  $k$  представляет собой долю бревен по массе, перемещаемых в процессе продольного формирования в одном направлении, и является величиной переменной. Максимальное значение  $k$ , используемое в формуле для определения силы  $R$  не может превышать величину, равную 0,5. Это обосновывается анализом механизма процесса продольного формирования пакета круглых лесоматериалов.

Математическая модель (2) является базовой для анализа энергетических затрат процессов формирования пакетов круглых лесоматериалов, на основании которого можно рекомендовать следующее:

1) одновременное выполнение операций продольного и поперечного формирования пакета не эффективно из-за больших затрат энергии;

2) целесообразно совмещение операции поперечного формирования пакета с операцией загрузки круглых лесоматериалов в пакетформирующее устройство за счет геометрической формы приемного устройства последнего.

Далее в качестве примера рассмотрим одну из базовых математических моделей, используемых для анализа и оптимизации процессов и машин с целью разобращения и штучной или парциальной загрузки круглых лесоматериалов в последующие технологические обрабатывающие или перерабатывающие машины.

$$\frac{2r_{\max} + R_{\text{кл}}}{r_{\max} + R_{\text{кл}}} \sqrt{(r_{\max} + R_{\text{кл}})^2 - (r_{\max} + H)^2} - \sqrt{R_{\text{кл}}^2 - H^2} + \\ + \sqrt{R_{\text{кр}}^2 - R_{\text{кл}}^2} \frac{(r_{\max} + H)^2}{(r_{\max} + R_{\text{кл}})^2} - \sqrt{R_{\text{кр}}^2 - H^2} - 2r_{\min} = 0, \quad (2)$$

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 переезды, 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  $\lambda_1$  рабочего троса к дереву. Обратный переход осуществляется трелевкой деревьев с интенсивностью  $\mu_1$ . При наступлении отказа ходовой части система с интенсивностью  $\lambda_{21}$  перейдет из состояния  $S_1$  в  $S_{21}$ . После выполнения ремонта с темпом  $\mu_{21}$  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  $\lambda_{22}$ . После ремонта машина с темпом  $\mu_{22}$  перейдет в состояние  $S_0$ . Отказ технологического оборудования приведет к переходу в состояние  $S_{23}$  из состояния  $S_1$  с интенсивностью  $\lambda_{23}$ . После ремонта система перейдет из состояния  $S_{23}$  в  $S_0$  с темпом  $\mu_{23}$ .