

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОВОРОТА ПРИЦЕПНОГО ФОРВАРДЕРА

The article is devoted to modelling of maneuverable properties of hook-on load-haul-dump machine in view of influence of conditions of operation. The technique of definition of forces of resistance is offered turn balancing carriages hook-on forwarder.

На выборочных рубках главного пользования, рубках ухода и прореживания механизация работ по трелевке вырубленной древесины происходит либо за счет применения традиционных лесотранспортных машин с прорубкой технологического коридора, либо благодаря применению малогабаритной техники без наметки трелевочных волоков, в зависимости от состояния грунта. Применение малогабаритной техники предпочтительно с точки зрения сохранения подроста и уменьшения затрат на строительство волоков, однако из-за отсутствия постоянной потребности в машинах такого типа их распространение не носит массовый характер. Наличие же недорогой прицепной техники, агрегируемой с колесными тракторами и имеющей необходимые кинематические параметры, а также высокую маневренность, позволит решить данную задачу. Повышение маневренных свойств возможно при использовании систем управления поворотом прицепного звена относительно трактора. Одной из таких систем является поворотное гидроуправляемое дышло, устанавливаемое на прицепном звене погрузочно-транспортной машины (рис. 1). Данная лесная машина предназначена для заготовки сортиментов на рубках главного и промежуточного пользования, что уже подразумевает высокие показатели маневренности.



Рис. 1. Двухзвенная погрузочно-транспортная машина МПТ-461

Для возможности применения прицепной техники такого типа под пологом леса кроме повышенных маневренных свойств необходимо иметь определенные габаритные размеры, напрямую влияющие на величину габаритной полосы движения. Выбор кинематических параметров осуществляется на стадии разработки,

при этом необходимо учитывать кроме предмета труда также и условия эксплуатации такой машины. Исходя из этого, возникла необходимость в разработке математической модели работы прицепного форвардера в лесострое с учетом размера разрабатываемого участка, густоты насаждений, возрастного состава и породы деревьев, размера зон безопасности для различных пород, закона распределения древостоя для случаев естественного и искусственного лесовозобновления.

Подобная методика расчета математической модели «лесная машина – древостой» представлена в диссертации канд. техн. наук Савельева А. Г. [1]. Согласно данной методике, модель «лесная машина – древостой» разбита на три составные модели:

- лесной машины;
- древостоя;
- работы лесной машины в древостое.

С учетом приведенной методики была построена модель криволинейного движения лесной двухзвенной погрузочно-транспортной машины при повороте.

Применяемая в конструкции рассматриваемой прицепной погрузочно-транспортной машины система управления поворотом прицепного звена посредством использования гидроуправляемого дышла работает согласно рис. 2.

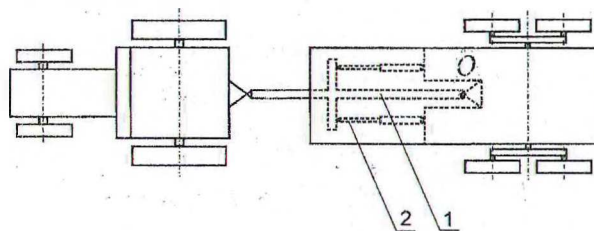


Рис. 2. Система управления поворотом дышла прицепного звена:  
1 – дышло; 2 – гидроцилиндр

Оператор, воздействуя на рычаги управления гидрораспределителя, подает жидкость в правый или левый гидроцилиндр 2 (рис. 2), что вызывает вращение дышла относительно точки О.

Расчетная схема поворота прицепного форвардера, представленная на рис. 3, учитывает влияние на траекторию движения рассматриваемой двухзвенной машины сил сопротивления повороту колес прицепного звена ( $R_1$ ,  $R_2$ ) и тяговой силы трактора ( $P_T$ ).

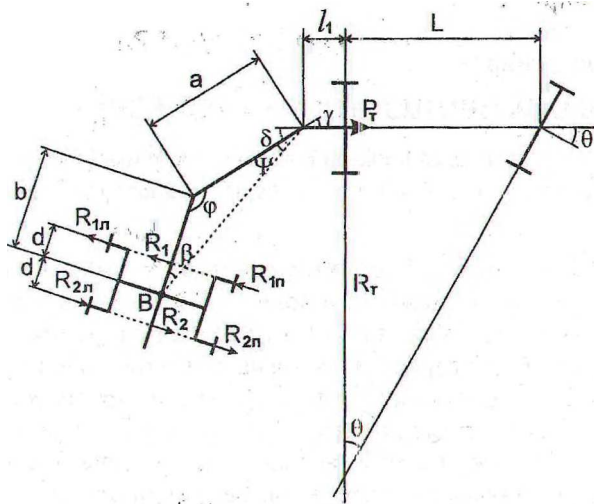


Рис. 3. Расчетная схема поворота двухзвенной погрузочно-транспортной машины

Согласно рис. 4, реакция на оси балансира равна

$$P = P_1 + P_2 = \frac{2G(L_T - l_2)}{L_T},$$

где  $P_1, P_2$  – реакции на осях колес балансира тележки;  $G$  – вес прицепного звена;  $R$  – реакция в точке сцепки трактора и прицепного звена.

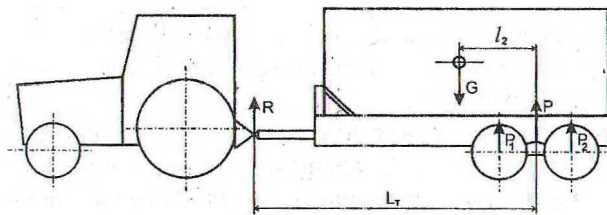


Рис. 4. Схема определения реакций на опорах прицепного звена

Силы сопротивления повороту колес прицепного звена (рис. 3) находим из формул:

$$R_1 = R_{1n} + R_{1n};$$

$$R_2 = R_{2n} + R_{2n};$$

$$R_{1n} = R_{2n} = \mu_{вн} \frac{P}{n};$$

$$R_{1n} = R_{1n} = \mu_{н} \frac{P}{n},$$

где  $\mu_{вн}, \mu_{н}$  – соответственно коэффициент сопротивления повороту с внутренней и наружной стороны вращения (учитывают поперечное трение шины о грунт, а также смятие шин при повороте);  $n$  – количество колес балансира тележки.

Учет влияния сил сопротивления повороту прицепного звена погрузочно-транспортной машины на изменение траектории криволиней-

ного движения позволяет строить математические модели расчета маневренности, наиболее приближенные к реальным машинам, что дает возможность на стадии проектирования учитывать влияние конструктивных параметров на маневренные свойства разрабатываемой прицепной техники.

Модель лесной машины исследователь разрабатывает в зависимости от преследуемых научных целей, а модель древостоя – общее звено, необходимое для моделирования работы любой разрабатываемой лесной машины под пологом леса. Чем точнее и адекватнее принимаемая модель древостоя, тем реалистичнее получаемые результаты от моделирования работы лесной машины в данных эксплуатационных условиях.

Представленная в [1] модель древостоя учитывает равномерное распределение деревьев и распределение биогруппами, но не учитывает возрастной и породный состав, что, соответственно, скажется на величине зон безопасности, кроме того, не учитывается влияние на закон распределения деревьев на лесосеке способа лесовозобновления (искусственный или естественный). Учет этих факторов характеризует распределение деревьев по лесосеке, а также влияет на их повреждаемость при машинном способе заготовок.

Модель древостоя, включающая перечисленные факторы, позволит обоснованно выбирать параметры разрабатываемой прицепной погрузочно-транспортной машины с учетом возможности ее применения на лесозаготовительных работах под пологом леса. В частности, при использовании рассмотренной методики можно рекомендовать для двухзвенной погрузочно-транспортной машины, длина которой составляет 10 м при минимальном радиусе поворота 7 м, производить вывозку сортиментов под пологом леса на выборочных рубках главного пользования.

В дальнейшем модель древостоя позволит на стадии проектирования создавать модели лесных машин с соответствующими габаритными размерами и параметрами системы управления, наиболее приспособленные к конкретным условиям эксплуатации, а также даст возможность аргументировать области применения уже имеющейся лесозаготовительной техники на работах под пологом леса.

#### Литература

1. Савельев А. Г. Разработка технологии рубок ухода на основе исследования доступности деревьев при машинном способе заготовок. – Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Мн., 1989. – 143 с.