

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ОСНОВНОЙ ТРАЕКТОРИИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ-ТЯГАЧА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Is given calculation algorithm of simulation of curvilinear movement of the automobile-tractor of the lorry convoy and the kinematic parameters of its turn are determined.

В настоящее время используются два подхода при моделировании криволинейного движения автопоезда. В первом случае исходными параметрами, определяющими основную траекторию движения автопоезда, являются закон изменения угла поворота управляемых колес автомобиля-тягача $\theta = f(t)$ и закон изменения его продольной скорости $v = f(t)$ [1, 2]. Во втором случае исследуется криволинейное движение автопоезда относительно заданной в виде функции $y = f(x)$ основной траектории [3, 4]. Между двумя подходами существует связь, поскольку траекторию движения автопоезда можно выразить через продольную скорость автомобиля-тягача и скорость поворота его управляемых колес, и, в свою очередь, поступательная скорость автомобиля-тягача V_a и угловая скорость θ поворота его управляемых колес определяются на основании заданной функции $y = f(x)$ основной траектории его движения в горизонтальной плоскости UOX .

Примем в качестве основной траектории автопоезда траекторию точки D середины ведущего моста автомобиля-тягача (рис. 1). Траектории всех других точек звеньев автопоезда, в том числе и их центров тяжести, в дальнейшем будем определять относительно траектории середины ведущего моста автомобиля-тягача. В работах [1, 5] с помощью сложных параметрических уравнений показана связь между координатами точек основной траектории и продольной скоростью тягача с учетом угловой скорости поворота его управляемых колес. Также сложные параметрические интегральные выражения приведены в работе [3]. Поэтому автор работы [3] указывает, что практическое использование подобных параметрических уравнений затруднительно. Данные выражения интегрируются только в рядах, расчет координат точек основной траектории ведется с определенными допущениями.

Для вывода простых в применении и удобных для компьютерного программирования уравнений, которые устанавливают связь между кинематическими параметрами $v = f(t)$, $\theta = f(t)$ криволинейного движения тягача автопоезда и функцией $y = f(x)$ его основной траекто-

ри, рассмотрим элементарное перемещение Δs автомобиля-тягача на основной траектории за малый промежуток времени ($\Delta t \rightarrow 0$). В этом случае основная траектория автомобиля-тягача будет иметь вид ломаной линии, состоящей из множества элементарных отрезков Δs .

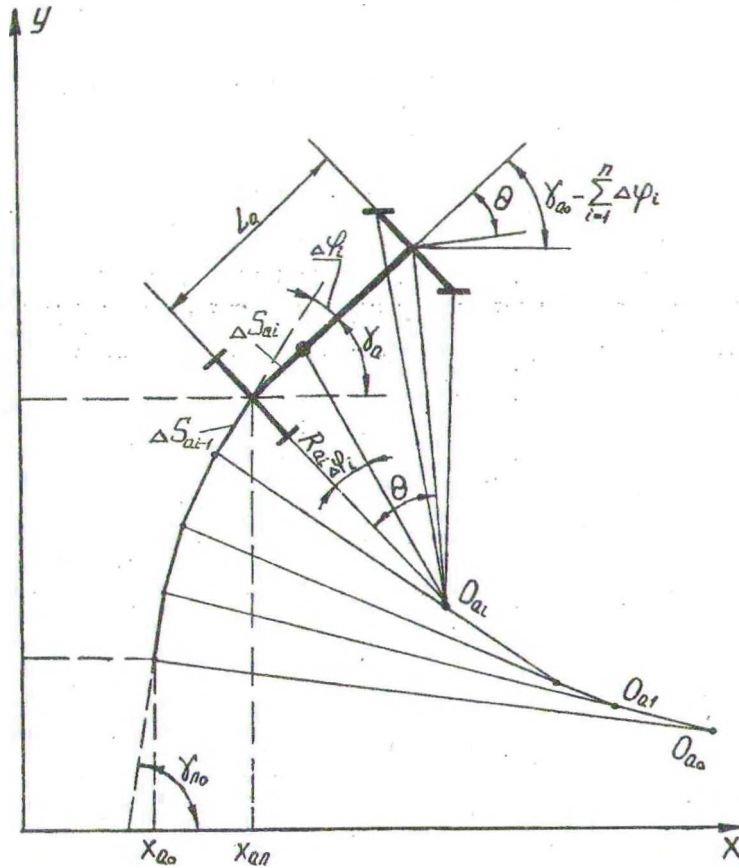


Рис. Схема траектории поворота автомобиля-тягача автопоезда

Радиус поворота автомобиля-тягача в конкретный момент времени

$$T = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

относительно мгновенного центра поворота O_a на участке Δs основной траектории определим из выражения

$$R_{ai} = \frac{L_a}{\operatorname{tg} \theta_i}$$

где L_a – база автомобиля-тягача, θ – угол поворота управляемых колес автомобиля-тягача в момент времени T .

$$\theta_n = \theta_0 + \sum_{i=1}^n \Delta\theta_i,$$

где θ_0 – начальное значение угла поворота управляемых колес автомобиля-тягача.

Приращение $\Delta\theta$ угла поворота управляемых колес за отрезок времени Δt определяется на основании зависимости $\theta=f(x)$ [3].

Скорость V_{ai} автомобиля-тягача на участке Δs_{ai} при $\Delta t \rightarrow 0$ будет в зависимости от заданных условий постоянной либо равноускоренной. Тогда перемещение Δs автомобиля-тягача по основной траектории за промежуток времени Δt составит

$$\Delta s_{ai} = \Delta s_{ai} = v_{ai}\Delta t + a_{ai} \frac{\Delta t^2}{2}.$$

Значения скорости v_{ai} , ускорения a_{ai} и угла $\Delta\theta_i$ поворота управляемых колес изменяются дискретно при переходе автопоезда на новый элементарный участок основной траектории.

Полное перемещение тягача за время T :

$$S(T) = \sum_{i=1}^n (v_{ai}\Delta t + a_{ai} \frac{\Delta t^2}{2}).$$

Определим угол $\Delta\varphi_i$ поворота автомобиля-тягача при переходе с элементарного участка основной траектории Δs_{i-1} на участок:

$$\Delta\varphi_i: \operatorname{arctg} \frac{\Delta s_{ai}}{R_{ai}} = \operatorname{arctg} \frac{(v_{ai}\Delta t + a_{ai} \frac{\Delta t^2}{2}) \operatorname{tg}\theta}{2L_a},$$

где R_{ai} — радиус поворота автомобиля-тягача относительно мгновенного центра поворота O_{ai} .

Из рис. 1 следует, что на отрезке Δs_{ai} основной траектории s в момент времени T значение угла наклона автомобиля-тягача к оси абсцисс равно

$$\gamma_a = \gamma_0 - \sum_{i=1}^n \Delta\varphi_i = \gamma_{a0} - \sum_{i=1}^n \frac{(v_{ai}\Delta t + a_{ai} \frac{\Delta t^2}{2}) \operatorname{tg}\theta}{2L_a},$$

где γ_{a0} — начальное значение курсового угла движения автомобиля-тягача.

Координаты положения тягача на основной траектории в момент времени T будут:

$$\begin{cases} y_{ai} = y_{a0} + \sum_{i+1}^n \Delta s_{ai} \sin \gamma_{ai}, \\ x_{ai} = x_{a0} + \sum_{i+1}^n \Delta s_{ai} \cos \gamma_{ai}, \end{cases}$$

где x_{a0} , y_{a0} — начальные координаты основной траектории автомобиля-тягача.

Таким образом, последовательное решение уравнений с определенным шагом итерации Δt позволяет определить координаты точек основной траектории в любой момент времени.

Используя схему поворота тягача (рис.1), получим уравнения, определяющие угол θ поворота управляемых колес автомобиля и скорость $\dot{\theta}$ изменения угла поворота колес при движении автомобиля по заданной траектории $y = f(x)$ с продольной скоростью $v_a = f(t)$ и ускорением $a_a = f(t)$.

Из рис. видно, что угол $\Delta\varphi_i$ поворота тягача на элементарном участке Δs_{ai} относительно мгновенного центра поворота O_a с радиусом R_{ai} при $\Delta t \rightarrow 0$ равен абсолютному значению приращения угла наклона касательной к траектории $y = f(x)$:

$$\Delta\varphi = |dy| = \left| \frac{\ddot{y}}{1 + \dot{y}^2} dx \right|$$

Тогда, согласно схеме (рис.), радиус поворота автомобиля-тягача на элементарном участке Δs_{ai}

$$R_{ai} = \frac{\Delta s_{ai}}{\text{tg}(\Delta\varphi_i)}$$

Значения Δs_{ai} и $\Delta\varphi_i$ определяются ранее.

Угол поворота управляемых колес автомобиля на элементарном участке Δs_{ai}

$$\theta_i = \text{arctg} \frac{L_a}{R_{ai}}$$

В момент времени T угловая скорость $\dot{\theta}$ и ускорение $\ddot{\theta}$ поворота управляемых колес при переходе автомобиля-тягача с элементарного участка $\Delta s_{ai}(T-\Delta t)$ на участок $\Delta s_{ai}(T)$ основной траектории составят:

$$\dot{\theta}_{n-1} = \frac{\theta(T) - \theta(T - \Delta t)}{\Delta t},$$

$$\ddot{\theta}_{n-1} = \frac{\dot{\theta}(T) - \dot{\theta}(T - \Delta t)}{\Delta t}.$$

Полученные выражения позволяют определять кинематические параметры автомобиля при его движении на любом участке криволинейной траектории. Приведенный выше расчетный алгоритм устанавливает связь между двумя основными методами моделирования криволинейного движения автомобиля: по заданным функциональным параметрам его основной траектории и по заданным законам изменения угла поворота управляемых колес. Это позволяет, в зависимости от постановки задачи, осуществлять выбор метода теоретических исследований и производить моделирование криволинейного движения автопоезда в неограниченном диапазоне возможных вариантов на любых участках криволинейной траектории. Данный расчетный алгоритм совместно с методиками [6, 7] был использован на Минском автомобильном заводе при проектировании регулируемого привода управления прицепным звеном лесовозного автопоезда [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля. – М., 1971. – 416 с.
2. Азбель А. Б. и др.. Пакет программ для расчёта деталей и узлов автомобиля. – Минск, 1989. – 182 с.
3. Закин Я. Х. Манёвренность автомобиля и автопоезда. – М., 1986. – 136 с.
4. Расчёт эксплуатационных параметров движения автомобиля и автопоезда / Под. ред. А. А. Хачатурова и др. – М., 1982. – 264 с.
5. Литвинов А. С., Фарьбин Я. Е. Автомобиль. – М., 1989. – 238 с.
6. Жуков А. В., Петрович О. В. Определение положения прицепа-ропуса лесовозного автопоезда по траектории поворота // Известия высших учебных заведений. Архангельск. Лесной журнал. – 1991. – №6. – С.45-49.
7. Петрович О. В. Смяян А. И. Определение кинематических параметров крестообразной сцепки лесовозного автопоезда // Сб. Труды Белорусского государственного технологического универ-

ситета. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Минск, 1996. – С.34-40.

8. Петрович О. В. Обоснование параметров лесовозного автопоезда с регулируемым устройством управления прицепом-ропуском. Автореф. канд. техн. наук – Минск, 1995.

УДК 630.377

С. С. Лебедь, профессор;
В. М. Ходосовский ("Амкодор");
А. А. Герман ("Амкодор")

СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ОКОРКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

System for debarking of timber and analyzes such system for conditions of Republic of Belarus are shown.

Проблема освоения древесного сырья, загрязненного радионуклидами, является одной из важнейших для нашей республики. Запас спелых древостоев составляет 1,784 млн.м³ и приспевающих - 4,538 млн.м³. Так как в настоящее время радионуклиды наземной части дерева в основном сосредоточены в коре и кроне, то представляется возможность освоения для нужд народного хозяйства около 6 млн.м³ чистой древесины. Однако для этого необходимо решить проблему освобождения заготавливаемой древесины от коры непосредственно на месте ее добычи. Решить эту проблему можно только на основании использования передвижных окорочных станков с высоким уровнем механизации работ и минимумом обслуживающего персонала. Механизация и технология работ должны быть малолюдными. Следует отметить, что такое оборудование ни в СНГ, ни в других странах не производится. Эта проблема требует срочного решения по двум основным причинам. Первая из них заключается в том, что дальнейшее сохранение древостоев ведет к повышению степени загрязненности древесины и делает ее непригодной для использования в народном хозяйстве. Вторая заключается в том, что лес вообще, а спелые лесонасаждения в особенности представляют собой повышенную пожароопасность.

Особую опасность для окружающей среды представляют лесные пожары в зоне загрязнения радионуклидами, в результате которых возникающие облака радиоактивной пыли сохраняются до двух месяцев и происходит загрязнение радиоактивными веществами новых регионов, расположенных на больших расстояниях.