

ние нагнетания для грунта с $K_{\phi} = 9,5$ м/сутки и радиального источника — 0,1 МПа; $K_{\phi} = 5,2$ м/сутки и сферического — 0,15 МПа. Корректируем давление с учетом воды, находящейся в грунте. В нашем примере для $K_{\phi} = 9,5$ м/сутки; $W = 8,8\%$ — давление остается равным 0,1 МПа, для $K_{\phi} = 5,2$ м/сутки; $W = 9,2\%$ — 0,15 МПа (квадрат 8). Для найденного значения давления нагнетания и коэффициента гидравлических потерь находим радиус распространения раствора, который для радиального источника будет равен 12,8 см, сферического — 10,7 см (квадрат 9). Причем закрепленный массив будет обладать прочностью, равной 2,5 МПа (квадрат 10), для чего требуется 16 % от веса грунта раствора карбамидной смолы, разбавленной водой в соотношении 1:1 (квадрат 12).

Таким образом, данная номограмма позволяет рассматривать различные варианты подбора параметров инъектирования при заданных фильтрационных характеристиках грунта, вязкости раствора и конструкции инжектора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов Б.П., Марголин В.М. Расчет радиусов закрепления при нагнетании крепителей в неводоносные грунты. — Основания, фундаменты и механика грунтов, 1967, № 3, с. 22–24.

УДК 629.114.3

А.И.КИРИЛЬЧИК (БТИ)

ГАБАРИТНАЯ ПОЛОСА ДВИЖЕНИЯ ТЯГАЧА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА НА ПОВОРОТЕ

Изучение вопросов маневренности лесовозного автопоезда невозможно без определения кинематических свойств тягача, так как основным требованием, предъявляемым к маневровым свойствам лесовозного автопоезда, является вписывание его в габаритную полосу движения тягача. Габаритная полоса движения (ГПД) тягача определяется разницей траекторий крайней передней точки бампера и противоположной крайней задней точки тяговой балки тягача [1].

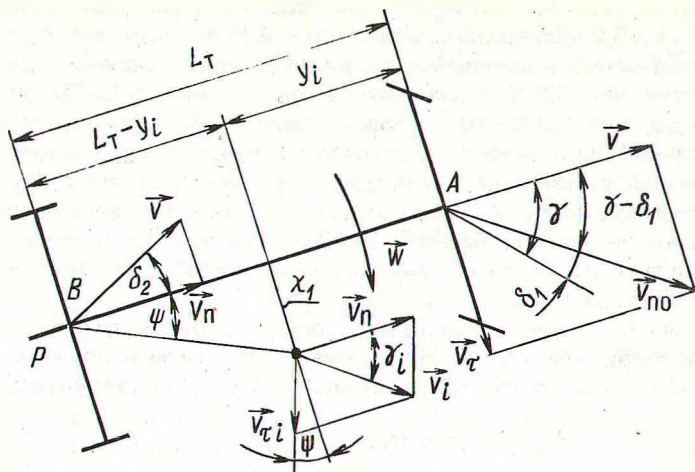
Для определения ГПД тягача лесовозного автопоезда на повороте необходимо получить уравнения для определения траектории произвольной точки тягача. На рис. 1 показана схема положения тягача на повороте.

Мгновенную угловую скорость поворота тягача можно определить из выражения

$$w = -\frac{v \cos \delta_2}{L_T} \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1),$$

где δ_1 и δ_2 — соответственно углы увода шин передней и задней оси тягача; L_T — база тягача.

Для определения траектории характерных точек тягача необходимо получить выражения для нахождения траектории произвольной точки С с координатами x_i и y_i относительно середины передней оси.



Р и с. 1. Кинематическая схема тягача лесовозного автопоезда на повороте.

Определим тангенциальную скорость v_{Ti} произвольной точки С тягача

$$v_{Ti} = wR = \frac{v \cos \delta_2}{L_T} \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) = \frac{L_T - y_i'}{\cos \psi},$$

где R — расстояние от середины задней оси тягача до точки С; ψ — координатный угол,

$$\psi = \frac{x_i'}{L_T - y_i'}$$

Из параллелограмма скоростей произвольной точки С тягача можно найти угол γ_i между векторами абсолютной скорости \vec{v}_i точки С и продольной скоростью тягача \vec{v}_{\parallel} :

$$\gamma_i = \operatorname{arctg} \frac{(L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1)}{L_T - (L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) \operatorname{tg} \psi}$$

Тогда выражение для определения v_i будет иметь вид

$$v_i = \frac{v \cos \delta_2}{L_T \sin \gamma_i} (L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1). \quad (1)$$

В работе [2] приводится вывод дифференциального уравнения движения транспортного средства на повороте

$$-\frac{v_i dt}{d\alpha_i + \dot{\gamma}_i dt} = \frac{R}{\sin \gamma_i}, \quad (2)$$

где α_i — курсовой угол тягача.

Решая дифференциальное уравнение (2) с учетом выражения (1) относительно курсового угла тягача, получаем следующую зависимость:

$$\alpha_i = \frac{\pi}{2} - \left[\gamma_0 + \gamma_i + \frac{\cos \psi}{L_T} \int_{t_1}^{t_2} v \cos \delta_2 \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) dt \right],$$

где γ_0 — угол, соответствующий положению управляемых колес тягача при входе в поворот.

Как известно, закон движения произвольной точки по криволинейной траектории описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\begin{aligned} \frac{dx_i}{dt} &= v_i \cos \alpha_i; \\ \frac{dy_i}{dt} &= v_i \sin \alpha_i, \end{aligned} \quad (3)$$

где x_i и y_i — координаты точки относительно центральных осей в декартовой системе координат.

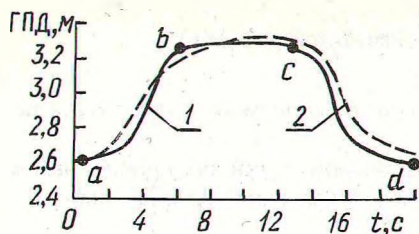
Если расположить центральную систему координат так, чтобы ось y совпала с направлением прямолинейного движения тягача, а начало координат находилось в точке перехода на криволинейную траекторию поворота, то, воспользовавшись дифференциальными уравнениями (3), можно получить выражения для определения текущих координат произвольной точки тягача при движении на повороте:

$$\begin{aligned} x_i &= x_0 + \int_{t_1}^{t_2} \frac{v \cos \delta_2}{L_T \sin \gamma_i} (L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) \times \\ & \times \sin(\gamma_0 + \frac{\cos \psi}{L_T} \int_{t_1}^{t_2} v \cos \delta_2 \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) dt + \\ & + \operatorname{arctg} \frac{(L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1)}{L_T - (L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) \operatorname{tg} \psi}) dt; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} y_i &= y_0 + \int_{t_1}^{t_2} \frac{v \cos \delta_2}{L_T \sin \gamma_i} (L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) \times \\ & \times \cos(\gamma_0 + \frac{\cos \psi}{L_T} \int_{t_1}^{t_2} v \cos \delta_2 \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) dt + \\ & + \operatorname{arctg} \frac{(L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1)}{L_T - (L_T - y_i') \operatorname{tg}(\gamma - \delta_1) \operatorname{tg} \psi}) dt, \end{aligned}$$

где t_1 и t_2 — время соответственно начала входа тягача в поворот и выхода из поворота; x_0 и y_0 — координаты определенной точки тягача относительно середины передней оси.

Таким образом, пользуясь уравнениями (4), можно определять траекторию движения произвольной точки тягача, движущегося по криволинейной траектории поворота.



Р и с. 2. Габаритная полоса движения тягача МАЗ-509А на повороте: 1 — теоретическая; 2 — экспериментальная кривая.

Для оценки точности полученных уравнений проводилась экспериментальная проверка по определению ГПД тягача МАЗ-509А. По данным аналитических расчетов и экспериментальной проверки построены графики зависимости ГПД тягача на повороте при движении с постоянной скоростью (рис. 2).

Производя анализ полученных зависимостей, можно сделать вывод о том, что ГПД резко возрастает при входе тягача в поворот (отрезки $a b$), т.е. в момент, когда водитель поворачивает руль. При положении руля в определенном крайнем положении, когда тягач повернул и движется по траектории окружности, ГПД не изменяется и соответствует максимальному значению (отрезки $b c$). В момент выхода из поворота, когда водитель поворачивает руль в первоначальное положение, ГПД уменьшается (отрезки $c d$) до значения, равного габаритной ширине тягача.

Таким образом, полученные уравнения позволяют аналитическим методом исследовать маневровые свойства лесовозных тягачей при движении на повороте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоездов. — М.: Транспорт, 1967. — 254 с.
2. Жук А.В., Кирильчик А.И. Общая методика оценки траектории движения лесовозного автопоезда при повороте. — Лесной журнал, 1981, № 5, с. 15–19.

УДК 625.731.7/8 (064)

П.А.ЛЫЩИК, канд.техн.наук (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Нетканые синтетические материалы (НСМ) при строительстве автомобильных и железных дорог стали применяться более 10 лет назад. За это время накоплен определенный опыт по их использованию. Материалы типа дорнит, бидим, полифельт, терраам, тыпар и другие применяются как для создания армирующих (несущих) прослоек в теле земляного полотна, так и в качестве разделяющих слоев разноименных грунтов и фильтров дорожного дренажа. В СССР, ФРГ, Финляндии, Франции и других странах данные материалы применяются также и для регулирования водно-тепловых процессов, протекающих в земляном полотне и дорожной одежде.