

А.М. Лось, ассистент; С.В. Ярмолик, ассистент

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ НА ВЫВОЗКЕ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

The questions about examinations of influence of the various factors on productivity at timber carriers are considered in this article.

Производительность лесовозного автопоезда определяется количеством выполненных кубокилометров или перевезенного количества метров кубических заготовленной древесины в единицу времени. Наиболее часто в расчетах пользуются часовой и сменной производительностью работающей единицы подвижного состава.

За каждый рейс, выполненный автопоездом, в среднем перевозится количество груза Q_p , равное $Q_p = q\gamma_c \cdot \text{м}^3$, и выполняется транспортная (грузовая) работа $R_p = q\gamma_d \ell_{cp}$.

Тогда часовая производительность единицы подвижного состава

$$W_Q = \frac{q\gamma_c \beta V_T}{\ell_{cp} + \beta V_T t_{np}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (1)$$

$$W_R = \frac{q\gamma_d \ell_{cp} \beta V_T}{\ell_{cp} + \beta V_T t_{np}}, \text{ м}^3 \cdot \text{км}/\text{ч}, \quad (2)$$

где q — номинальная грузоподъемность автопоезда, м^3 ; γ_c и γ_d — соответственно коэффициенты статического и динамического использования грузоподъемности; β — коэффициент использования пробега за рейс; V_T — техническая скорость движения, $\text{км}/\text{ч}$; ℓ_{cp} — среднее расстояние вывозки заготовленной древесины, км ; t_{np} — время простоев автопоезда при погрузке и разгрузке за один рейс, ч .

Для анализа зависимости производительности лесовозного автопоезда от различных факторов, определяющих транспортный процесс, формулы (1) и (2) можно преобразовать и привести к следующему виду:

$$W_Q = \frac{q\gamma_c}{\frac{\ell_{cp}}{\beta V_T} + t_{np}}, \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (3)$$

$$W_R = \frac{q\gamma_d}{\frac{1}{\beta V_T} + \frac{t_{np}}{\ell_{cp}}}, \text{ м}^3 \cdot \text{км}/\text{ч}. \quad (4)$$

Принимая в правой части этих выражений последовательно один показатель за переменную величину при прочих постоянных, можно установить влияние каждого фактора на производительность.

Рассмотрим влияние грузоподъемности лесовозного автопоезда и коэффициента использования грузоподъемности на производительность.

Если считать переменной грузоподъемность q , то формула (4) примет вид

$$W_R = C_1 q,$$

где C_1 – постоянный коэффициент, равный

$$C_1 = \frac{\gamma_d}{\frac{1}{\beta V_T} + \frac{t_{пр}}{\ell_{ср}}} \quad (5)$$

Таким образом, изменение производительности в зависимости от грузоподъемности автопоезда представляет прямо пропорциональную зависимость и выражается прямой линией, которая выходит из начала координат. Тангенс угла наклона этой прямой равен постоянному коэффициенту C_1 .

$$\operatorname{tg} \alpha = C_1$$

Такое же влияние на производительность автопоезда оказывает и коэффициент использования грузоподъемности γ_d . В этом случае формула производительности примет вид

$$W_R = C_2 \gamma_d, \quad (6)$$

где

$$C_2 = \frac{q}{\frac{1}{\beta V_T} + \frac{t_{пр}}{\ell_{ср}}} \quad (7)$$

Можно рассмотреть и влияние на производительность сразу двух факторов – грузоподъемности и коэффициента ее использования. Тогда формула производительности представится в виде

$$W_R = C_3 q \gamma_d, \quad (8)$$

где

$$C_3 = \frac{1}{\frac{1}{\beta V_T} + \frac{t_{пр}}{\ell_{ср}}} \quad (9)$$

Прямолинейная зависимость (прямая 1) производительности автопоезда от его грузоподъемности и ее использования показана на рис. 1. Значение постоянного коэффициента C_3 , а значит, и величина $\operatorname{tg} \alpha$ будет тем больше, чем больше техническая скорость V_T , среднее расстояние вывозки $\ell_{ср}$, и коэффициент использования пробега β . С увеличением $t_{пр}$ – времени простоев автопоезда при погрузке и разгрузке за каждый рейс производительность уменьшается.

При анализе влияния на производительность автопоезда грузоподъемности и ее использования было принято, что все остальные факторы остаются постоянными. На самом же деле при увеличении грузоподъемности (например, числа прицепов в автопоезде) и повышении использования грузоподъемности могут значительно измениться такие величины, как техническая скорость и время простоя под погрузкой и разгрузкой. При больших увеличениях значения $q \gamma_d$ техническая скорость может настолько уменьшиться, что производительность вместо увеличения начнет заметно уменьшаться (кривая 2 на рис. 1).

Для выявления влияния коэффициента использования пробега на производительность в формуле (4) β принимается переменной величиной, а остальные факторы остаются постоянными. Тогда эта формула может быть приведена к следующему виду:

$$W_R \beta - \frac{q \gamma_d \ell_{ср}}{t_{пр}} \beta + W_R \frac{\ell_{ср}}{V_T t_{пр}} = 0,$$

или

$$W_R \beta - a_1 \beta + b_1 W_R = 0 \quad (10)$$

где

$$a_1 = \frac{q \gamma_d \ell_{cp}}{t_{пр}}, \quad b_1 = \frac{\ell_{cp}}{V_T t_{пр}} \quad (11)$$

Полученное выражение производительности представляет собой уравнение равнобочной гиперболы, проходящей через начало системы координат (рис. 2).

Ветви гиперболы расположены в I и III квадрантах, а центр асимптот находится на расстоянии $\beta' = -b_1$ и $W'_R = a_1$ от начала координат. Так как действительные значения β могут быть только положительными и изменяться от 0 до 1, то интересующая нас часть ветви гиперболы будет расположена только в первом квадранте и кривизна ее изменится незначительно. Это значит, что степень влияния β на W будет примерно одинаковой в различных диапазонах своего изменения. Чем больше будет величина a_1 и меньше b_1 , тем больше будет влияние коэффициента использования пробега на производительность. Таким образом, степень влияния использования пробега становится особо значительной при больших средних расстояниях вывозки заготовленной древесины и движении с высокими скоростями подвижного состава большой грузоподъемности.

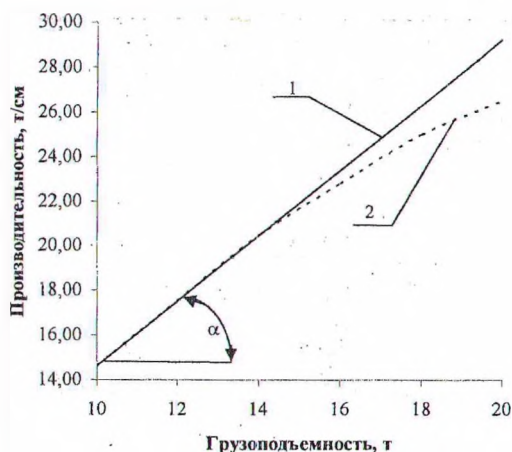


Рис. 1. Зависимость производительности автопоезда от его грузоподъемности и ее использования

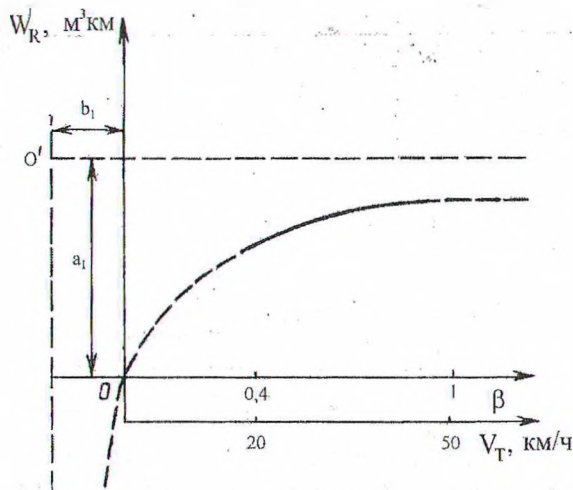


Рис. 2. Зависимость производительности автопоезда от степени использования пробега и скорости

При рассмотрении влияния использования пробега на производительность не учитывалось возможное уменьшение технической скорости, которая с увеличением использования пробега может уменьшиться вследствие увеличения пробега с грузом.

Зависимость производительности от технической скорости такая же, как и от β .

Если переменной величиной принять $t_{пр}$ – время простоя автопоезда при погрузке и разгрузке, то формулу (4) можно привести к виду

$$t_{пр} W_R + \frac{\ell_{cp}}{\beta V_T} W_R - q \gamma_d \ell_{cp} = 0,$$

или

$$t_{пр} W_R + b_2 W_R - a_2 = 0, \quad (12)$$

где

$$a_2 = q\gamma_d \ell_{cp} \text{ и } b_2 = \frac{\ell_{cp}}{\beta V_T}. \quad (13)$$

Полученное выражение представляет собой также уравнение равнобочной гиперболы с асимптотами, параллельными осям координат. Центр асимптот этой гиперболы расположен на оси $t_{пр}$ (рис. 3) на расстоянии $t'_{пр} = -b_2$ от начала координат.

Гипербола располагается в I и II квадрантах и пересекает ось W_R в точке, ордината которой равна a_2/b_2 .

Это значит, что при $t_{пр}=0$, т. е. если при совершении транспортного процесса будет отсутствовать простой автопоезда при погрузке и разгрузке, производительность будет иметь свое максимальное значение, равное

$$W'_R(t_{пр}=0) = \frac{a_2}{b_2} = q\gamma_d \beta V_T.$$

С увеличением времени простоев производительность будет уменьшаться, асимптотически приближаясь к нулю, так как асимптотой гиперболы является ось абсцисс; причем степень влияния времени простоев будет тем меньшей, чем больше значение времени простоев.

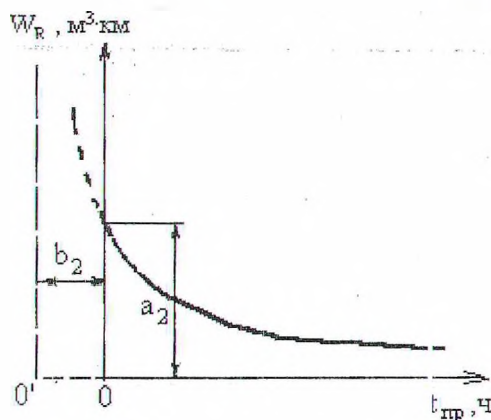


Рис. 3. Зависимость производительности автопоезда от времени простоев при погрузке и разгрузке

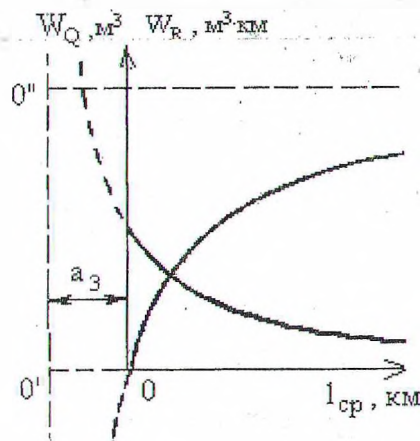


Рис. 4. Зависимость производительности автопоезда от среднего расстояния вывозки

Все вышеперечисленные факторы оказывают принципиально одинаковое влияние как на производительность в $m^3 \cdot km$ (W_R), так и на производительность в m^3 (W_Q). Среднее расстояние вывозки будет влиять на эти показатели по-разному.

Влияние ℓ_{cp} на W_R будет аналогичным влиянию β и V_T , поскольку формула производительности приводится к виду

$$W_R \ell_{cp} - a_3 \ell_{cp} + b_3 W_R = 0, \quad (14)$$

где

$$a_3 = q\gamma_d \beta V_T \text{ и } b_3 = t_{пр} \beta V_T. \quad (15)$$

Таким образом, получено уравнение равнобочной гиперболы (рис. 4), расположенной в I и III квадрантах и проходящей через начало координат.

Влияние ℓ_{cp} на W_Q будет аналогично влиянию $t_{пр}$, так как формула для W_Q может быть представлена в виде

$$\ell_{cp} W_Q + b'_3 W_Q - a'_3 = 0, \quad (16)$$

где

$$b'_3 = t_{\text{пр}} \beta V_T \text{ и } a'_3 = q \gamma_c \beta V_T. \quad (17)$$

В данном случае получается такое же уравнение равнобочной гиперболы, расположенной в I и II квадрантах и пересекающей ось ординат в точке

$$W'_Q = \frac{a'_3}{b'_3} = q \gamma_c.$$

Таким образом, с увеличением среднего расстояния вывозки производительность в $\text{м}^3 \cdot \text{км}$ увеличивается, а в м^3 уменьшается. При большом среднем расстоянии изменение его практически не оказывает влияния на производительность как в $\text{м}^3 \cdot \text{км}$, так и в м^3 . При малом среднем расстоянии вывозки заготовленной древесины, наоборот, даже незначительное изменение значения $\ell_{\text{ср}}$ оказывает большое влияние на производительность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванчукевич В.Ф., В.Н. Седюкевич, В.С. Холупов. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие. — Мн.: Выш. шк., 1989.
2. Афанасьев Л.Л. Автомобильные перевозки. — М.: НТИ Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, 1959.
3. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг С.М. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. — М.: Транспорт, 1984.