

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ АВТОПОЕЗДОВ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Шермухамедов А.А.¹, Давлятов У.Р.², Омуров Ж.М.²

¹Ташкентский автомобильно-дорожный институт, Ташкент, Узбекистан

²КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ShAA@yandex.ru

Аннотация: Приведена общая методика исследования с развернутой структурной схемой, включающей теоретические и экспериментальные исследования. Приведены результаты анализа факторов, влияющих на режим движения.

Ключевые слова: нефтепродукт, автопоезд, радиус поворота, перевозка, скорость.

RESEARCH OF THE PROCESS OF TRAIN TRAINS IN MINING CONDITIONS OF OPERATION

Shermukhamedov A.A.¹, Davlyatov U.R.², Omurov Zh.M.²

¹Tashkent Automobile and Highway Institute, Tashkent, Uzbekistan

²Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: A General research methodology with a detailed structural scheme, including theoretical and experimental studies, is presented. The results of the analysis of factors affecting the driving mode are presented.

Key words: petroleum product, road train, turning radius, transportation, speed.

Международная автомобильная дорога «Бишкек - Ош» является важной автомагистралью, соединяющей столицу республики с Ошской, Жалалабадской, Баткенской, Таласской областями и соседними республиками - Узбекистаном, Таджикистаном и Казахстаном. На этой дороге интенсивность транспортного потока высока, на сложных высокогорных условиях перевозятся большие объемы грузов.

Протяженность автомобильной дороги Бишкек-Ош - 674 км, из них 348 км - горные участки, 246 км равнинной местности. Перевал Тоо-Ашуу находится на высоте 3500 м над уровнем моря. Участок дороги на 103-140-х километрах проходит через перевал Тоо-Ашуу, 12 км перед вершиной перевала крутой подъем, связанный с преодолением 56 опасных серпантинов с малыми радиусами. Ширина проезжей части дороги 8 м, а ширина обочины с обеих сторон по 2 м. Наименьший радиус в плане 40 м, а наибольший продольный уклон составляет 83 промилле или 8,3%.

Так как, горные условия для эксплуатации грузовых автомобилей (автопоездов) являются крайне тяжелыми, очень важно знать их режим движения при изобилии крутых подъемов, спусков, поворотов и серпантинов. Особенно этот вопрос важен при перевозке жидких грузов (например, нефтепродуктов). Всплескивание жидкого груза во время перевозок серьезно изменяет мгновенный центр тяжести автопоезда и тем самым, влияет на критическую скорость движения. Хотя исследования по данному направлению проводятся много лет, вопросы разработки методики расчета процесса движения автопоезда с жидким грузом с учетом изменения таких параметров, как радиус поворота, скорость, ускорение грузового автомобиля и смещение центра его тяжести за счет движения жидкости, а также дорожные условия изучены недостаточно. Разработка методики расчета режимов движения, позволит выбирать рациональный скоростной режим движения грузовых автомобилей с жидким грузом для конкретных дорожных условий.

Общая методика исследования с развернутой структурной схемой, включающей теоретические и экспериментальные исследования, приведена на рис. 1.

На основании обобщения опыта эксплуатации и обзора теоретических исследований выдвинута гипотеза о возможности повышения эффективности перевозки жидких грузов за счет определения показателей безопасного и эффективного режима движения.

Режим движения зависит от квалификации и психофизиологического состояния (утомляемости и остроты реакции) водителя, от конструкции органов управления и их технического состояния, от условий видимости (метеорологических условий), типа и состояния покрытия (сухое, оледенелое), от ширины и формы проездов, и интенсивности движения. Отсюда видно, что мы имеем типичный пример стохастических, статистических связей, требующих вероятностно – статистического подхода к оценкам режимов движения [1,2]. На режим движения влияет условия эксплуатации автомобилей. Условия эксплуатации в целом определяются дорожными, транспортными и природно-климатическими условиями, каждое из которых характеризуется определенными факторами: дорожные условия - элементами профиля и плана дорог, рельефом местности, видом и ровностью дорожного покрытия, интенсивностью движения, помехами движению, стабильностью дорожного состояния, режимами движения [3]; транспортные условия - видом груза, объемом перевозок, партионностью отправок, расстоянием перевозок, способами погрузки и выгрузки, режимами работы, видами маршрутов и организации перевозок, условиями хранения, технического обслуживания и ремонта; природно-климатические условия - особенностями зон умеренного, холодного, жаркого и высокогорного климата. Дорожные условия – элементами профиля и плана дорог, рельефом местности, видом и ровностью дорожного покрытия, интенсивностью движения, помехами движению, стабильностью дорожного состояния, режимами движения.



Рис.1. Общая методика исследования

В горных условиях криволинейное движение автопоезда является преобладающим, так как движение даже на строго прямолинейных участках дорог сопровождается подъемами и поворотами управляемых колес для коррекции направления движения и объезда возникающих на пути препятствий. Более 50% своего пробега автопоезд движется по дугам окружности радиуса от 40 м до 500 м. Характер криволинейного движения автопоезда зависит от его режима.

Достижение необходимых скоростей движения автопоездов определяет безопасные и эффективные параметры режима движения за счёт максимального использования сцепных сил. Не учитывание данных параметров при расчёте режима движения может привести к ситуации, когда автопоезд в экстремальных условиях может потерять устойчивость движения. Как известно, при движении в горной местности скорость

движения автомобилей резко снижается на подъемах и спусках с большим уклоном. Причиной этому служит сила сопротивления подъему, если на подъеме она является тормозящей силой, то на спуске она действует как ускоряющая и соответственно необходимо снизить скорость

автомобиля путем торможения, так как движение с большой скоростью на спусках может привести к потере управляемости и устойчивости автомобиля.

Тяговые качества седельных автопоездов определяются динамическим фактором. Если пренебречь сопротивлением воздуха P_v , которое при скорости, соответствующей максимальному динамическому фактору, то его можно определить по известной формуле:

$$D = \frac{P_T}{G} = \frac{M_e u_{mp}}{r} \cdot \eta_{mp} \cdot \frac{1}{G} \quad (1)$$

где P_T – сила тяги на ведущих колесах, Н;

G – вес автомобиля, Н;

M_e – максимальный крутящий момент, развиваемый двигателем, Н·м;

u_{tr} – передаточное число трансмиссии автомобиля;

r – радиус качения ведущих колес автомобиля, м;

η_{tr} – КПД трансмиссии.

По имеющимся паспортным данным тягачей MAN TG SWW и полуприцепов – цистерн ФРЮЕХАУФ-TF34T13RBA, определяем значение D

$$D = \frac{1863 \cdot 71.81}{0.57} \cdot 0.88 \cdot \frac{1}{41500 \cdot 9.81} = 0.5 \quad (2)$$

Теперь определим максимальную величину преодолеваемого угла подъема $i_{\max}$. Поскольку при преодолении максимального угла подъема скорость движения невелика, то можно принять $P_v=0$ и $f=0.02$. В таком случае для преодоления угла подъема $i_{\max}$ двигатель должен развивать $M_{k\max}$. Пользуясь уравнением силового баланса можно писать:

$$\begin{aligned} \frac{M_{k\max} u_T}{r_D} \cdot \eta_{mp} &= G_a f_o \cos \alpha_{\max} + G_a \sin \alpha_{\max} = G_a (f_o \cos \alpha_{\max} + \sin \alpha_{\max}) = \\ &= \sqrt{f^2 + 1^2} \cdot G_a \cdot \sin(\alpha_{\max} + \gamma) \approx G_a \cdot \sin(\alpha_{\max} + \gamma) \end{aligned} \quad (3)$$

где $\operatorname{tg} \gamma = f = 0.02$, $\gamma = 2^\circ$

$$\alpha_{\max 1} + \gamma = \arcsin\left(\frac{M_{k\max} u_T}{r_D \cdot G_a} \cdot \eta_{mp}\right) = \arcsin\left(\frac{1863 \cdot 71.81}{0.57 \cdot 41500 \cdot 9.81} \cdot 0.88\right) = \arcsin(0.5) = 30^\circ$$

$$\alpha_{\max 1} = 30^\circ - 2^\circ = 28^\circ$$

Это означает, что значение максимального преодолеваемого угла подъема тягачом MAN TGS WW и полуприцепов – цистерн ФРЮЕХАУФ-TF34T13RBA, составляет 28° .

Результаты исследований тормозных свойств и маневренности автопоездов при перевозке жидких грузов в горных условиях, определения предельных значений скорости движения автопоездов, разработки математической модели и методики численного расчета процесса движения седельного автопоезда с учетом изменения основных его параметров (радиуса поворота, скорости, подъема-спуска, ускорения, динамического воздействия жидкого груза на стенки цистерны) будут даны в последующих работах.

Использованная литература

1. Литвинов А.С. Теория эксплуатационных свойств: Учеб. для ВУЗов по специаль-

ности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М., 1989. – 240 с.

2.Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин: Учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.