

Нормировочную постоянную  $\psi (m + 2)$  можно вычислить через полную гамма-функцию

$$\psi (m + 2) = 2^{m/2} \Gamma (1 + m/2) = 8,$$

где  $\Gamma (1 + m/2)$  — полная гамма-функция.

Функция  $R (\alpha_0, m + 2)$  протабулирована [2] и при

$$\alpha_0 = \frac{(0,7\sigma_{-1к})^2}{R (0)} = 1,3$$

равна 0,961.

Подставив все полученные значения в формулу (1), получим:

$$L = \frac{0,324}{61,6} \frac{0,6 \cdot 27^4 \cdot 5 \cdot 10^6}{8 \cdot 0,961 \cdot 270,8^2} = 297628,82.$$

Следовательно, средняя долговечность рамы трехосного полуприцепа при эксплуатации на характерных для лесной промышленности дорогах примерно равна 300 тыс. км.

Одним из путей снижения значительных динамических нагрузок, передаваемых от переднего кронштейна рессоры на лонжерон, является установка упругой прокладки между кронштейном и лонжероном. Этой цели можно добиться также изменением конструкции опор, так как ввиду большой жесткости рамы в месте задней тележки получается как бы защемление лонжеронов, что и вызывает значительные напряжения перед передним кронштейном. Установка двух более грузоподъемных осей с двухскатной ошиновкой вместо трех односкатных позволит значительно снизить эти напряжения и увеличить долговечность всей несущей конструкции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев А.С., Светлицкий В.А. Расчет конструкций при случайных воздействиях. — М.: Машиностроение, 1984. — 240 с. 2. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. — М.: Наука, 1965. — 464 с.

УДК 629.114.3

А.И.КИРИЛЬЧИК (БТИ)

### АНАЛИЗ РАБОТЫ СЦЕПКИ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА С УЧЕТОМ ДЕФОРМАЦИИ ТРОСОВ УПРАВЛЕНИЯ

При проектировании систем управления автопоездов для обеспечения движения колес прицепного звена по колеям тягача необходимо производить точную оценку конструктивных параметров и передаточного отношения сцепки. В работах [1, 2] изложены методики по определению данных параметров, но они не дают достаточной точности расчетов, так как разработаны с учетом

допущений неизменности расстояний между точками крепления тросов управления и нерастяжимости тросов. В реальных условиях эксплуатации расстояние между точками крепления тросов является переменным значением и представляет собой функциональную зависимость  $L_T = f(P_{TP})$ . В общем случае данную зависимость можно представить в виде

$$L_T = L'_T \left( 1 + \frac{P_{TP}}{E \cdot F_T} \right), \quad (1)$$

где  $L'_T$  — длина ветви тросового привода при нерастяжимом тросе, м;  $P_{TP}$  — усилие в тросе управления, н;  $E$  — модуль упругости троса, Н/м<sup>2</sup>;  $F_T$  — площадь поперечного сечения троса, м<sup>2</sup>.

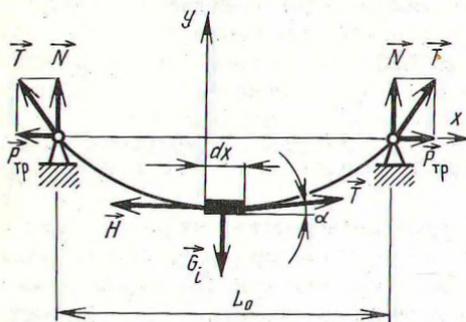


Рис. 1. Схема сил, действующих на трос управления.

Для определения  $L'_T$  рассмотрим схему закрепления троса управления сцепки (рис. 1). При эксплуатации трос под действием сил тяжести будет иметь провисание, уменьшающееся с увеличением усилий в тросах. Следовательно, для определения  $L'_T$  необходимо определить уравнение линии провисания троса. Обозначим через  $dx$  длину элементарного участка троса. С одной стороны на элементарный участок действует сила  $t$ , направленная под углом  $\alpha$  к горизонтали. С другой стороны действует сила  $n$ , равная силе  $P + p$ .

На основании данной схемы можно получить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} t \cos \alpha - P_{TP} = 0; \\ -t \sin \alpha + q \int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где  $q$  — масса 1 м троса, кг;  $y = f(x)$  — уравнение провисания ветви тросового привода.

Исключая из системы уравнений (2) параметр  $t$ , получим

$$q \int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx = P_{TP} \operatorname{tg} \alpha. \quad (3)$$

Тангенс угла наклона касательной к кривой есть производная, т.е.  $\operatorname{tg} \alpha = y'$ , следовательно, уравнение (3) можно представить в виде

$$q \int_0^x \sqrt{1 + y'^2} dx = P_{TP} y'$$

или

$$y'' = \frac{q}{P_{TP}} \sqrt{1 + y'^2}. \quad (4)$$

Общее решение дифференциального уравнения второго порядка (4) имеет вид

$$y = \frac{P_{\text{тр}}}{2q} (e^{(x+C_1)g/P_{\text{тр}}} + e^{-(x+C_1)q/P_{\text{тр}}}) + C_2.$$

При начальных условиях  $x_0 = 0$ ;  $y_0 = 0$ ;  $y'_0 = 0$  постоянные интегрирования равны  $C_1 = 0$ ;  $C_2 = \frac{P_{\text{тр}}}{q}$ , следовательно, уравнение провисания троса управления в окончательном виде будет

$$y = \frac{P_{\text{тр}}}{2q} (e^{xq/P_{\text{тр}}} + e^{-xq/P_{\text{тр}}} - 2). \quad (5)$$

Значение  $L_T$  можно определить из уравнения

$$L'_T = \int_0^{L_0/2} \sqrt{1 + y'^2} dx, \quad (6)$$

где  $L_0$  — расстояние между точками крепления тросов управления, м.

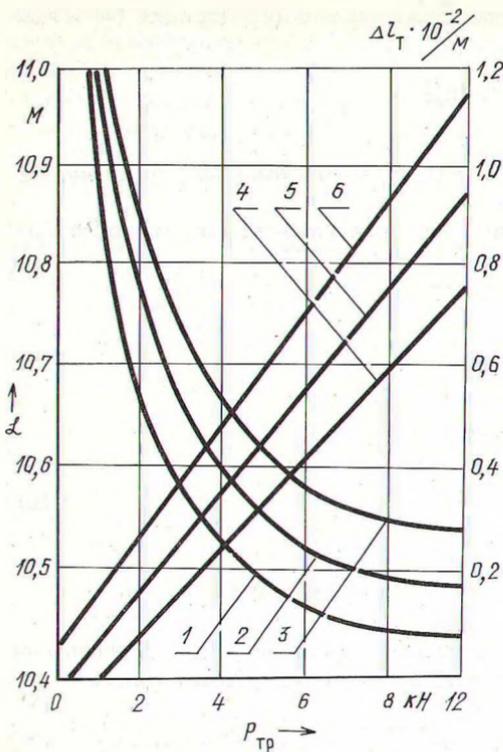
Представив уравнения (5) и (6) в уравнение (1) и сделав соответствующие преобразования, получим общее интегральное уравнение для определения длины троса управления сцепки автопоезда с учетом деформации тросов

$$L_T = \left(1 + \frac{P_{\text{тр}}}{E \cdot F_T}\right) \int_0^{L_0/2} \sqrt{2 + e^{2xq/P_{\text{тр}}} + e^{-2xq/P_{\text{тр}}}} dx. \quad (7)$$

Расчет интегрального уравнения (7) производится на ЭЦВМ "Мир-1". В результате расчетов были получены параметры изменения длины тросов управления в зависимости от силы натяжения тросов, графические зависимости которых представлены на рис. 2. Анализируя данные зависимости, можно заключить, что длина тросов управления с увеличением силы натяжения уменьшается по гиперболическому закону и стремится в пределе к  $L_0$ . Значение деформации тросов изменяется по закону, близкому к линейному: с увеличением базы автопоезда на 1 м деформация возрастает на 15–20 %.

В работе [2] приведены зависимости изменения параметров сцепки лесовозного автопоезда, характеризующих его маневренность: передаточное отношение сцепки, изменение заднего угла складывания автопоезда (угла между продольной осью прицепа-ропуса и дышлом) и зоны неуправляемости. На рис. 3 приведены графические зависимости данных параметров при недеформируемых тросах управления и их отношении при наличии деформации. Передаточное отношение сцепки и заднего угла складывания с учетом деформации уменьшается более интенсивно с нарастанием переднего угла складывания  $\delta$ . Так, например, при  $\delta = 0,3$  рад задний угол складывания и передаточное отношение уменьшаются на 5–6 %, а при  $\delta = 0,4$  рад — на 9–10 %.

Оценка зоны неуправляемости показывает, что наличие деформации тросов управления резко увеличивает зону неуправляемости лесовозного автопо-



зона неуправляемости достигает  $36-37^\circ$ , что на  $18-20\%$  больше, чем при недеформируемых тросах.

Как показали проведенные исследования, при проектировании систем управления лесовозных автопоездов необходимо производить учет деформации (вытяжки) тросов управления. Начальное или предварительное натяжение тросов целесообразно обеспечивать до  $7,0-8,0$  кН, так как в данном диа-

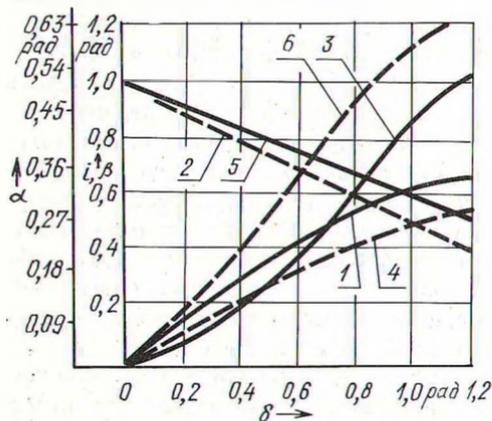


Рис. 2. Графики изменения длины и деформации тросов управления от усилий в тросах:

1-4 — изменение длины и деформации тросов управления при базе лесовозного автопоезда 9 м; 2,5 — при базе 10 м; 3,6 — при базе 11 м.

пазоне увеличение длины тросов происходит менее интенсивно, а большее натяжение является нецелесообразным. Наличие зон неуправляемости не исключается регулировкой натяжения тросов. Для улучшения работоспособности на лесовозе. Резкое возрастание зоны неуправляемости наблюдается при малых углах  $\delta$ . Это свидетельствует о том, что при радиусах поворота лесовозных автопоездов  $R \geq 50$  м существует возможность вывертывания прицепа-ропуски при наезде на какое-либо препятствие и создания аварийной ситуации на дороге. При передних углах складывания  $\delta \geq 0,5$  рад зона неуправляемости нарастает пропорционально изменению в случае недеформированных тросов управления. При передних углах складывания  $50-60^\circ$

Рис. 3. Кинематические параметры сцепки лесовозного автопоезда:

1-3 — изменение заднего угла складывания, передаточного отношения и зоны неуправляемости без учета деформации тросов управления; 4-6 — с учетом деформации тросов управления.

возных автопоездах необходимо применять более рациональные системы управления, исключая зоны неуправляемости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. К л ы ч к о в П.Д. Особенности эксплуатационных свойств лесовозных автопоездов. — Хабаровск: Хабаровский политехнический институт, 1979, 110 с. 2. К и р и л ь ч и к А.И. Основные кинематические параметры крестообразной сцепки лесовозного автопоезда. — В кн.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. Минск: Выш. шк., 1984, № 14, с. 100—103.

УДК 621.785.585

И.П.НЕХАЕВ, И.Г.ДОВГЯЛЛО, канд-ты техн. наук  
Б.Н.ПАЛЬЧЕВСКИЙ (БТИ)

### ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ ДЕТАЛЕЙ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ МАЗ-509А

По данным ЦНИИМЭ, затраты труда на техническое обслуживание и ремонт лесозаготовительного оборудования составляет 22...25 %. В связи с этим повышение срока службы машин для лесной промышленности является важной народнохозяйственной задачей.

К деталям лесовозного автомобиля МАЗ-509А, подверженным интенсивному износу и коррозии, относятся крестовины карданных шарниров, крестовины дифференциалов, валы коробок передач, которые изготавливаются из цементуемых сталей, шкворни поворотных цапф, ведущие, ведомые и промежуточные кулаки тормоза из среднеуглеродистых закаливаемых сталей, поворотные цапфы переднего моста из улучшенной стали 40Х, а также другие детали.

Повышение долговечности этих деталей может быть достигнуто упрочнением их поверхностных слоев, поскольку именно в них концентрируются максимальные напряжения, возникают трещины разрушения, развиваются процессы износа и коррозии. В настоящее время одним из наиболее распространенных методов поверхностного упрочнения изделий является химико-термическая обработка (ХТО), обеспечивающая высокую твердость и износостойкость их поверхности, хорошую сопротивляемость коррозии и усталостным напряжениям. Все эти преимущества обуславливают использование ее как единственно возможного средства при решении различных технических задач. В результате ХТО представляется возможным в гораздо большей степени, чем при термической обработке, увеличить поверхностную твердость изделий, повысить их износостойкость, усталостную прочность и коррозионную стойкость [1].

Однако при выборе способа упрочнения необходимо рассматривать вопрос в комплексе, чтобы добиться эффективного изменения той характеристики, которая определяет долговечность деталей в каждом конкретном случае. Поэтому из большого разнообразия существующих видов ХТО нами был