

Таким образом, изложенная методика может рассматриваться как исходная для расчета приведенных масс при динамической оценке нагруженности дороги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г а с а н о в а А.И. О приведенной массе пути // Вестн.ЦНИИ МПС. — 1968. — № 6. — С. 52—53.
2. Б у р я к Е.С., У в а р о в Б.В., Щ е л к у н о в В.В. Воздействие на дорожную одежду нагрузки, изменяющейся со временем // Изв. вузов. Лесн. журн. — 1985. — № 2. — С. 27—31.
3. Л е о н о в и ч И.И., Л а щ е н к о А.Л., К а з а н н и к о в а Е.А. Пакет прикладных программ для определения напряженно-деформированного состояния сложных систем (дорожных одежд и земляного полотна) с учетом реологических свойств материала // Информ. бюл. Госфонда алгоритмов и программ СССР. — М., 1982. — Вып. 1 (45). — 44 с.
4. Л а щ е н к о А.П. Решение задачи определения напряжений и деформаций дорожных одежд и земляного полотна с учетом реологических свойств материалов: Автореф. дис. ... канд. техн.наук. — М., 1983. — 21 с.

УДК 629.114.2:624.04

С.П. МОХОВ, А.Р. ГОРОНОВСКИЙ,
М.К. АСМОЛОВСКИЙ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ПОЛУПРИЦЕПА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ

Одним из основных направлений развития лесной промышленности является создание безотходной технологии. Поэтому в настоящее время происходит увеличение объема производства щепы непосредственно на лесосеке. Вывозят щепу специальными автопоездами, состоящими из автомобиля-тягача и полуприцепа-щеповоза. Несущая конструкция щеповоза работает в напряженных условиях, определяемых спецификой перевозимого груза и тяжелыми дорожными воздействиями.

Основная отличительная особенность полуприцепа-щеповоза — наличие кузова несущего типа с двумя лонжеронами. Лонжероны соединены между собой поперечинами, переходящими в вертикальные ребра с петлями для установки надставных бортов. Последние выполнены в виде стоек, соединенных в верхней части стяжками с натянутой между ними сеткой.

Практический интерес представляет исследование деформирования несущего кузова полуприцепа-щеповоза, что является необходимым условием обеспечения прочности и надежности последнего. В инженерной практике нагруженность рамных конструкций анализируют при помощи широко распространенного метода конечных элементов (МКЭ). Метод основан на составлении дискретной модели с помощью элементов конечных размеров и предусматривает применение ЭВМ для всего процесса анализа. Преимущество МКЭ в исследовании рам прицепов проявляется в его универсальности при использовании различных конечных элементов в модели рамы, т.е. в возможности образования пространственных расчетных схем.

В настоящей статье описана математическая модель, основанная на применении метода конечных элементов и позволяющая рассчитать деформации рамы полуприцепа-щеповоза с учетом ее пространственного вида. Исследование в статике такой системы является самостоятельной, довольно сложной задачей и служит основой для выполнения динамических расчетов.

Рама полуприцепа-щеповоза имеет вид пространственной стержневой конструкции (рис. 1). При этом расчетная схема представляет собой систему, образованную осями конечных элементов стержневого типа с геометрическими характеристиками, присущими соответствующим моделируемым сечениям рамы. Конструкция состоит из 88 элементов, стыкующихся в 60 узлах. Общие размеры рамы: по оси OX — 7,8 м, OY — 2,12 м, OZ — 2,37 м.

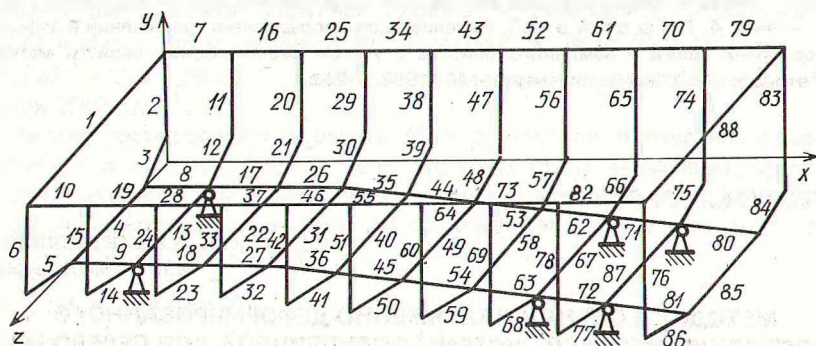


Рис. 1. Расчетная схема несущего кузова полуприцепа-щеповоза.

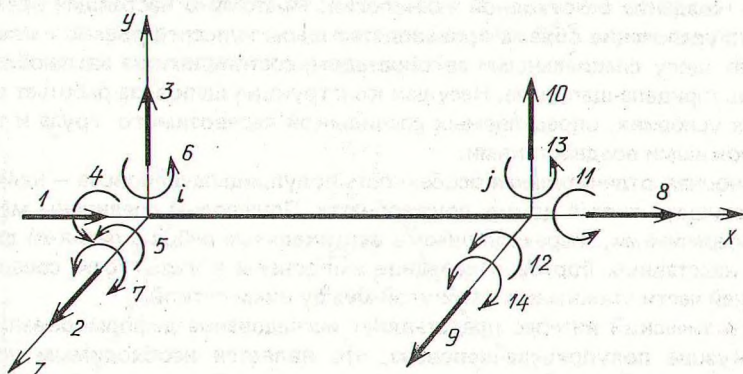


Рис. 2. Нумерация компонент перемещений пространственного стержневого конечного элемента в локальной системе координат.

Большинство тонкостенных стержней рамы полуприцепа имеет открытый контур профиля, что приводит к возникновению значительной деформации сечений, а вызываемые ею напряжения являются преобладающими. Поэтому в рассматриваемой задаче необходимо учитывать деформацию. В качестве исход-

Таблица 1. Матрица жесткости

K_{11}							K_{18}							
	K_{22}				K_{26}			K_{29}					K_{213}	
		K_{33}		K_{35}					K_{310}		K_{312}			
			K_{44}							K_{411}			K_{414}	
				K_{55}					K_{510}		K_{512}			
					K_{66}			K_{69}				K_{613}		
						K_{77}				K_{711}			K_{714}	
							K_{88}							
								K_{99}				K_{913}		
									K_{1010}		K_{1012}			
										K_{1111}			K_{1114}	
											K_{1212}			
												K_{1313}		
													K_{1414}	

ного был выбран стержневой конечный элемент с семью степенями свободы в узле: три линейных перемещения соответственно по осям OX , OY , OZ , три узла поворота относительно тех же осей и деформация сечения (рис. 2). Элементы матрицы жесткости для тонкостенного стержня в пространственной системе координат (табл. 1) выразим следующим образом:

$$K_{11} = \frac{EF}{l}; K_{22} = K_{99} = -K_{29} = 12 \frac{EI_y}{l^3};$$

$$K_{213} = -K_{69} = -K_{913} = K_{25} = 6 \frac{EI_y}{l^2};$$

$$K_{1313} = K_{66} = 4 \frac{EI_y}{l}; K_{613} = 2 \frac{EI_y}{l}; K_{512} = 2 \frac{EI_z}{l};$$

$$K_{1010} = -K_{310} = K_{33} = 12 \frac{EI_z}{l^3}; K_{1212} = K_{55} = 4 \frac{EI_z}{l};$$

$$K_{312} = -K_{510} = K_{35} = -6 \frac{EI_z}{l^2}; K_{714} = \frac{EI_\omega C}{l};$$

$$K_{1111} = K_{411} = K_{44} = \frac{EI_\omega (2P + \epsilon^2)}{l^3}; K_{1414} = K_{77} = \frac{EI_\omega B}{l};$$

$$K_{414} = -K_{711} = -K_{1114} = K_{47} = -\frac{EI_\omega P}{l^2}$$

где $B = \frac{\epsilon (\operatorname{ech} \epsilon - \operatorname{sh} \epsilon)}{2 + \epsilon \operatorname{sh} \epsilon - 2 \operatorname{ch} \epsilon}; C = \frac{\epsilon (\operatorname{sh} \epsilon - \epsilon)}{2 + \epsilon \operatorname{sh} \epsilon - 2 \operatorname{ch} \epsilon};$

$$P = B + C; \epsilon = l \sqrt{\frac{GI_\kappa}{EI_\omega}}$$

(E и G — соответственно модуль Юнга и модуль сдвига; I_z, I_y — осевые моменты инерции; I_κ — момент инерции кручения; I_ω — секториальный момент инерции сечения; l — длина стержня; F — площадь поперечного сечения).

На основании матрицы жесткости по МКЭ формируется глобальная матрица жесткости для описанной математической модели несущего кузова полуприцепа-щеповоза, позволяющей решать любые задачи статики. При расчете рамы по приведенной схеме для каждого сечения лонжерона, поперечины, стойки определялись продольные и поперечные силы, изгибающие и крутящие моменты, нормальные и касательные напряжения, а также угловые и линейные деформации. Исследования показали, что наиболее нагруженным элементом конструкции является лонжерон несущего кузова. Высокий уровень напряжений по лонжерону наблюдается в его средней части (элементы 27, 36, $\sigma_{\max} = 75,1$ МПа), а также у переднего кронштейна подвески (элементы 63, 72, $\sigma_{\max} = 110$ МПа). Анализ расчетных данных позволяет сделать вывод о наличии резерва по снижению металлоемкости несущего кузова полуприцепа-щеповоза.

Таким образом, разработанная методика оценки напряженно-деформированного состояния рамы полуприцепа-щеповоза с учетом ее пространственной конфигурации, а также специфического характера нагружения дает необходимую информацию о прочности и жесткости конструкции рам и может быть использована при их проектировании.