

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Абальянц С. Х. Устойчивые и переходные режимы в искусственных руслах.—Л.: Гидрометеиздат, 1981.—210 с. [2]. Алиев Т. А. Влияние взвеси на гидравлическое сопротивление русловых потоков // Водные ресурсы.—1988.—№ 1.—С. 51—59. [3]. Бакимбетов Н. Б. О влиянии взвешенных наносов на гидравлические сопротивления // Гидротехническое строительство.—1982.—№ 1.—С. 29—31. [4]. Бакимбетов Н. Б. О влиянии наносов на гидравлические сопротивления русла // Гидротехническое строительство.—1981.—№ 12.—С. 40—42. [5]. Голово-чесов С. Н. Условие подобия больших земляных каналов // Науч. тр. Союзводо-проекта.—М., 1982.—С. 83—85. [6]. Грачев Н. Р. и др. Закономерности формирования криволинейных русел // Гидротехническое строительство.—1987.—№ 7.—С. 40—43. [7]. Железняков Г. В. Пропускная способность русел каналов и рек.—Л.: Гидрометеиздат, 1981.—312 с. [8]. Зегджа А. П. Гидравлические потери на трение в каналах и трубопроводах.—М.; Л.: Госстройиздат, 1957.—200 с. [9]. Знаменская Н. С. Донные наносы и русловые процессы.—Л.: Гидрометеиздат, 1976.—192 с. [10]. Знаменская Н. С. Динамика русловых потоков: Сборн. науч. тр.—Л.: ЛПИ, 1987.—С. 84—88. [11]. Труды V Всесоюзного гидрологического съезда.—Л., 1986.—Т. 10, кн. 2-я.—С. 348—349. [12]. Труды V Всесоюзного гидрологического съезда.—Л., 1986.—Т. 10, кн. 2-я.—С. 360—361.

Поступила 28 апреля 1992 г.

УДК 629.114.3

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ЛЕСОВОЗНОГО ТЯГАЧА ПРИ НЕГРУЗОВЫХ ПРОБЕГАХ

А. В. ЖУКОВ, В. В. ЯНУШКО

Белорусский технологический институт

В настоящее время 85 % лесовозных автопоездов оборудуются устройствами для погрузки и перевозки прицепов-ропусков на шасси тягача при негрузовых пробегах, что существенно улучшает показатели эффективности работы лесотранспорта [5]. Однако при этом увеличивается динамическая нагруженность отдельных элементов автопоезда и, как следствие, снижается эксплуатационная надежность несущей системы тягача и технологического оборудования [4].

Устранение указанных отрицательных последствий возможно при использовании дополнительных систем поддрессирования в устройстве перевозки прицепа-ропуски на шасси тягача [3, 4]. Эффективность этой меры уже доказывалась нами в ряде работ [3, 4]. Ниже приведены не освещенные в литературе экспериментальные и расчетные данные об оценке напряженно-деформированного состояния несущей системы тягача при негрузовых пробегах, которые не только иллюстрируют возможности предлагаемой [3] системы поддрессирования, но и имеют самостоятельное значение в теории лесовозного автопоезда.

В наших исследованиях была использована стержневая конечно-элементная модель. Согласно расчетной схеме [6] ролспук моделировали в виде пространственной стержневой конструкции. С учетом особенностей расположения его на шасси тягача определяли опорные точки.

При динамическом расчете задавали функцию воздействия от неровностей дороги. Реализации возмущающих функций соответствовали опытным участкам грунтовой и гравийной дорог.

Протяженность опытных участков дорог (длина реализаций случайного микрорельефа) находили с учетом получения состоятельных статистических оценок и минимальной частоты исследуемого процесса по методике [1].

Справедливость динамических расчетных моделей оценивали по соответствию расчетных и экспериментальных спектральных плотностей

D^2 процессов изменения напряжений в элементах несущей системы тягача. Статистики D^2 изменялись от 13,4 до 25,9 при области принятия гипотезы $\chi^2_{n, \alpha}$, равной 27,59, что позволяет сделать вывод об удовлетворительной сходимости результатов.

Напряженно-деформированное состояние несущей системы лесовозного тягача МАЗ-509А с погруженным роспуском ГКБ-9383 исследовали для двух вариантов автопоездов: с серийным технологическим оборудованием и с системой поддрессоривания, установленной в устройство перевозки роспуска. Скорости движения варьировались в диапазоне 30...50 км/ч.

Анализ расчетных данных показывает, что динамическая нагруженность элементов рамы тягача и технологического оборудования существенно зависит от скорости движения. При движении по гравийной дороге прослеживается общая закономерность изменения напряжений для лонжерона рамы как тягача, так и технологического оборудования. В диапазоне скоростей от 30 до 40 км/ч максимальные динамические напряжения возрастают, при дальнейшем увеличении скорости до 50 км/ч снижаются.

При моделировании движения по грунтовой дороге характер изменения максимальных напряжений иной. В диапазоне скоростей от 20 до 40 км/ч указанные параметры увеличиваются. Установка системы поддрессоривания в технологическом оборудовании тягача позволяет снизить их уровень. Так, в наиболее нагруженной зоне лонжерона рамы тягача с серийным технологическим оборудованием максимальные динамические напряжения достигают 76,4...82,8 МПа, при установке системы поддрессоривания 71,7...73,8 МПа.

В целом по длине лонжерона рамы тягача они снизились на 4,0...23,4 %, а технологического оборудования — на 10...49 %, за исключением зоны установки опорно-поворотного устройства коника. Анализ расчетных данных показал, что максимальные динамические напряжения

Элемент конструкции	Значения напряжений, МПа		
	$\sigma_{ст}$	σ_{Σ}	k_d
Лонжерон рамы тягача: зона установки второго кронштейна	25,8	88,1	3,41
		76,2	2,95
средняя часть	24,2	74,9	3,10
		72,3	2,98
зона изменения конфигурации под заднюю подвеску	44,9	121,3	2,70
		118,5	2,64
зона переднего кронштейна рессоры задней подвески	56,9	139,7	2,46
		128,6	2,26
Лонжерон рамы технологического оборудова- ния: зона установки опорно-поворотного уст- ройства коника: начало	44,5	108,6	2,44
		112,3	2,52
конец	58,4	84,2	1,44
		83,5	1,42
зона установки удлинителя	39,9	88,2	2,21
		72,3	1,81

Примечание. В числителе данные для серийного технологического оборудования; в знаменателе — для оборудования с системой поддрессоривания в устройстве перевозки роспуска.

имеют место при движении по грунтовой дороге со скоростью 40 км/ч. Полученные значения статических $\sigma_{ст}$ и суммарных $\sigma_{д}$ динамических напряжений, а также коэффициентов динамичности k_d приведены в таблице (средняя квадратичная высота неровности σ_n равна 0,052 м).

Анализ материалов дорожно-эксплуатационных испытаний показал, что с увеличением скорости движения возрастают средние квадратичные отклонения динамических напряжений в лонжероне рамы как тягача, так и технологического оборудования.

Характер изменения стандартов динамических напряжений в несущей системе тягача в среднем одинаков для гравийной и грунтовой дорог, однако уровень нагруженности значительно выше для грунтовой дороги. Так, в наиболее нагруженных зонах рамы тягача стандарты динамических напряжений при движении по грунтовой дороге со скоростью 40 км/ч на 35...41 % больше, чем по гравийной со скоростью 50 км/ч.

В этих условиях напряжения в раме технологического оборудования выше на 50...65 %. Нагруженность несущей конструкции тягача с системой подрессоривания транспортируемого распуска ниже, однако в зоне установки опорно-поворотного устройства коника средние квадратичные отклонения динамических напряжений в диапазоне скоростей 30...40 км/ч несколько больше, чем для автопоезда с серийным оборудованием.

На рис. 1 представлено распределение стандартов динамических напряжений по длине лонжерона рамы тягача в зависимости от скорости движения по гравийной дороге. Как видно из рисунка, во всем диапазоне скоростей лонжерон по длине нагружен неравномерно. Выделены три наиболее нагруженные зоны: место подвески передней оси (датчики № 2, 3), середина лонжерона (датчики № 4, 5) и зона переднего кронштейна рессоры задней подвески (датчик № 6). В зоне установки датчика № 2 зафиксирован резкий рост стандартов динамических на-

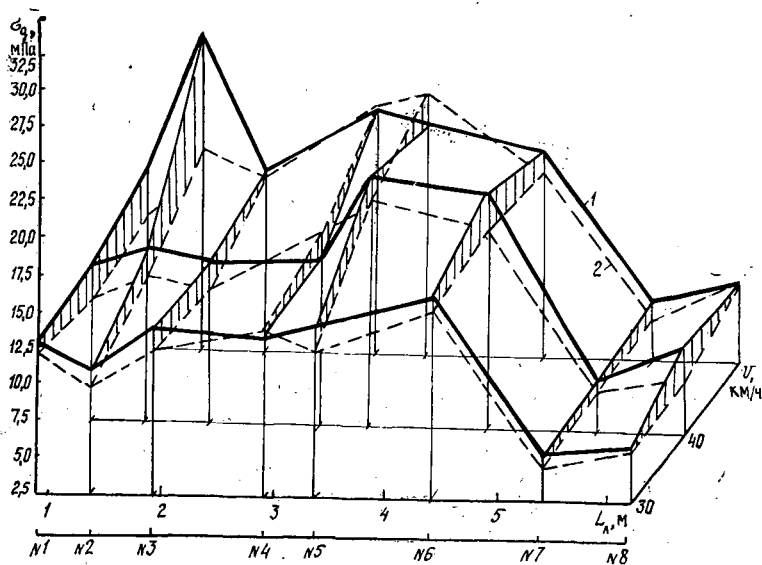
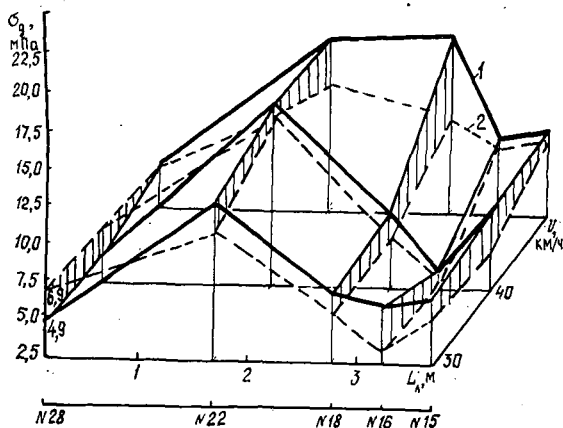
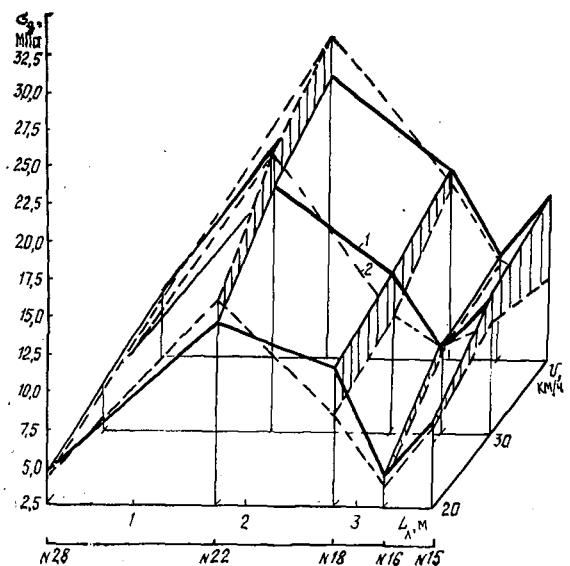


Рис. 1. Распределение стандартов динамических напряжений σ_d по длине лонжерона L_d рамы тягача в зависимости от скорости движения v по гравийной дороге ($\sigma_n = 0,035$ м) для тягача с серийным технологическим оборудованием (1) и с системой подрессоривания в оборудовании (2). На линии ниже графика здесь и далее показаны места установки датчиков

пряжений $\sigma_{д2}$. При скорости 30 км/ч $\sigma_{д2} = 10,6$ МПа, при 50 км/ч $\sigma_{д2} = 24,1$ МПа (в 2,3 раза больше). В зоне установки датчиков № 5, 6 стандарты динамических напряжений максимальны при скорости 40 км/ч. В случае установки системы поддрессирования характер распределения стандартов напряжений сохраняется, но изменяется по длине лонжерона. Так, в диапазоне скоростей 40...50 км/ч характерно уже наличие двух зон наибольшего нагружения (датчики № 4, 5 и



а



б

Рис. 2. Распределение стандартов динамических напряжений $\sigma_{д}$ по длине лонжерона $L_{л}$ рамы технологического оборудования в зависимости от скорости движения: а — гравийная дорога, $\sigma_{н} = 0,035$ м; б — грунтовая дорога, $\sigma_{н} = 0,052$ м; 1 — тягач с серийным технологическим оборудованием; 2 — тягач с системой поддрессирования в устройстве перевозки роспуска

№ 2). Распределение напряжений по длине лонжерона становится более равномерным. Установка системы подрессоривания позволяет снизить напряжения в зонах датчиков № 1 на 3...28, № 2 на 7...48, № 6 на 6...11 %. В зоне установки датчика № 5 при скорости 50 км/ч $\sigma_{д5}$ возросло на 11,9 %.

При движении по грунтовой дороге характер распределения напряжений по длине лонжерона существенно изменяется. Для автопоезда с серийным устройством перевозки роспуска в лонжероне рамы тягача зафиксированы две наиболее нагруженные зоны: места установки датчиков № 3 и 6. С увеличением скорости движения максимум напряжений смещается из зоны датчика № 6 в зону датчика № 5. Установка системы подрессоривания значительно влияет на характер распределения динамических напряжений. Так, во всем диапазоне скоростей происходит более равномерное нагружение лонжерона и остается одна наиболее нагруженная зона (датчик № 6). При этом в зоне датчика № 3 стандарты динамических напряжений снижаются на 15...27, датчика № 5 — на 5...16 %.

Возрастание динамических напряжений при увеличении скорости движения по дороге с гравийным покрытием отмечено в лонжероне рамы технологического оборудования (рис. 2, а). При этом изменяется и характер распределения средних квадратичных отклонений напряжений по длине лонжерона. Так, в диапазоне скоростей 30...40 км/ч максимальные динамические напряжения зафиксированы в зоне установки датчика № 22. При дальнейшем увеличении скорости их максимум смещается в зону датчика № 18 и составляет 14,6 МПа. Установка системы подрессоривания обеспечивает снижение общего уровня динамической нагруженности рамы технологического оборудования и более равномерное нагружение лонжерона. Стандарты динамических напряжений в зоне установки датчика № 22 уменьшаются на 10...30, а № 18 — на 27...64 %.

При движении лесовозного автопоезда по опытному участку грунтовой дороги со скоростями 20...40 км/ч характерно наличие двух зон максимальных динамических напряжений: мест установки датчиков № 22 и 15 (рис. 2, б). Общий уровень нагруженности рамы технологического оборудования в 1,20—1,65 раза выше, чем для гравийной дороги. Установка системы подрессоривания вызывает снижение динамической нагруженности в зоне установки датчика № 15 на 4...45, № 18 — на 4...40 %. Однако при этом в зоне установки датчика № 22 максимум стандартов динамических напряжений возрос на 6...9 %.

Таким образом, многофакторный анализ данных исследований показал, что рациональные значения жесткости и коэффициента сопротивления упруго-демпфирующих элементов системы подрессоривания соответственно равны 300 кН/м и 35 кН·с/м. При этом в случае движения по гравийной дороге общая вибронгруженность тягача снижается на 9...18, по грунтовой — на 6...14 %. С учетом полученных результатов, а также данных работы [2] установлен рекомендуемый скоростной режим движения автопоездов с системой подрессоривания устройства перевозки при негрузовом пробеге: 40...50 км/ч для гравийной и 35...40 км/ч для грунтовой дорог.

В ряде элементов конструкции зафиксированы незначительные напряжения. Замена геометрических характеристик сечений этих элементов более рациональными позволяет снизить металлоемкость рамы технологического оборудования на 3,0...4,5 %.

По данным теоретических исследований, на напряженно-деформированное состояние несущей системы существенно влияет консольный вынос роспуска по отношению к заднему мосту тягача. Уменьшение расстояния от центра балансиров роспуска до заднего моста тягача от

1,1 до 0,2 м позволяет снизить уровень напряжений в лонжеронах рам тягача и технологического оборудования на 17... 25 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель / А. А. Хачатуров, В. Л. Афанасьев, В. С. Васильчиков и др. — М.: Машиностроение, 1976. — 535 с.
- [2]. Жуков А. В., Леонович И. И. Колебания лесотранспортных систем. — Минск: БГУ, 1973. — 240 с.
- [3]. Жуков А. В., Янушко В. В. Оценка эффективности применения системы поддресоривания прицепа-ропуска при перевозке его на шасси тягача // Лесн. журн. — 1986. — № 4. — С. 30—34. — (Изв. высш. учеб. заведений).
- [4]. Жуков А. В., Янушко В. В., Гороновский А. Р. Оценка нагруженности несущей системы лесовозного тягача, оборудованного устройством поддресоривания перевозимого ропуска // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. — Минск, 1990. — С. 3—7.
- [5]. Немцов В. П. Теоретические и экспериментальные основы совершенствования лесовозных автопоездов: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1989. — 36 с.
- [6]. Янушко В. В. Снижение вибронгруженности лесовозных автопоездов при негрузовых пробегах на основе совершенствования устройств перевозки ропусков: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Мн., 1991. — 21 с.

Поступила 21 января 1993 г.