

Рис. 1. Связь между безразмерными значениями коэффициентов демпфирования и отношения радиусов инерции к клиренсу моделей машин: 1 — модель сплочной машины ЛР-124; 2 — модель сплочной машины БТИ-2В; штриховые линии — для χ_k/d ; сплошные — для χ_m/d .

Значение $2\mu_\theta$ для машины БТИ-2В изменяется в пределах от 0,038 до 0,042. Расчетное значение $2\mu_\theta$ принимаем для всех раздвижек понтонов равным 0,04. Значение $2\mu_\theta$ для машины ЛР-124 изменяется в пределах от 0,096 до 0,100. Принимаем $2\mu_\theta = 0,10$.

Таким образом, с учетом полученных данных о безразмерных коэффициентах демпфирования можно определить значения дисперсии углов качки, решая уравнение с помощью ЭВМ "Минск-22", и статистические характеристики — среднее значение абсолютного

угла крена, среднюю амплитуду, дисперсию амплитуды и коэффициент изменчивости амплитуды, бортовой качки сплочных машин типа БТИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б а с и н А.М., А н ф и м о в В.Н. Гидродинамика судна. — Л.: Речной транспорт, 1961. — 684 с.
2. П а в л е н к о Г.Е. Качка судов. — Л.: Гострансиздат, 1935. — 312 с.
3. Б а с и н А.М. Качка судов. — М.: Транспорт, 1969. — 272 с.

УДК 539.434+625.7

А.П.ЛАЩЕНКО, канд. техн. наук (БТИ)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СЛОИСТОЙ УПРУГОВЯЗКОЙ СИСТЕМЫ

Исследования в области расчета нежестких дорожных одежд, проводимые в нашей стране в последние годы, развиваются в направлении дальнейшего углубления теоретической базы. При этом все большее значение приобретает принятие научно обоснованных, оптимальных решений по различным конст-

руктивным элементам дороги. Основная задача, которую ставят перед собой специалисты в этой области, — наиболее полно изучить закономерности работы дорожных одежд в реальных условиях и на основе этих закономерностей разработать методику расчета, позволяющую существенно повысить надежность проектируемых одежд в сочетании с их экономичностью.

В настоящее время измерение прогиба используется уже сравнительно давно для изучения поведения конструкций дорожных одежд, различные методы и виды оборудования нашли свое применение в различных странах. Относительная легкость проведения измерений обуславливает их общепризнанный успех. Однако неверное или неточное использование соотношений, полученных эмпирическим путем, может оказаться опасным, создав тем самым ряд факторов, способных вызвать разрушение дорожного покрытия.

В данной статье предлагаются некоторые рекомендации в теоретическом и экспериментальном плане относительно определения прогиба и нормальных напряжений слоистой дорожной системы при статическом и повторно-переменном нагружении.

При интерпретации результатов измерений прогиба обычно предлагается упругая схема дорожного покрытия, которая лишь приблизительно соответствует действительной работе конструкции дорожной одежды. В действительности ряд экспериментов показывает, что они отходят от эластического поведения. Так, например, на основании проведенных теоретических исследований и полученных экспериментальных данных можно отметить:

Остаточные действия. Общий прогиб может превышать упругий прогиб. Остаточный прогиб выражает отставание реакции материала вследствие его вязкоэластичных свойств.

Изменения со скоростью. Гипотеза линейной упругости отходит от действительной картины в отношении отдельных материалов, в основном это касается материалов, содержащих органические вяжущие. Определяющие их параметры деформации находятся в более или менее сложной зависимости от скорости нагружения, а скорость прохождения нагрузки значительным образом влияет на прогиб, причем последняя имеет тенденцию уменьшаться с увеличением скорости. Следовательно, необходимо искать более сложную зависимость между напряжениями и деформациями, учитывающую также влияние фактора времени. На основании проведенных опытов и теоретических исследований [1] обоснован закон деформирования для дорожно-строительных материалов и решена задача в упруговязкой постановке [2].

За последние годы в литературе все чаще высказываются мнения, что при расчете дорожных одежд целесообразно пользоваться результатами, полученными на ЭВМ. Этот взгляд нашел отражение и в заключении XVII международного Дорожного Конгресса в Сиднее, где прямо указано, что теоретические методы расчета дорожной одежды весьма существенны, а результаты применения ЭВМ для определения напряжений и деформаций открывают новые пути дальнейшего прогресса.

В настоящее время проектные организации дорожной отрасли могут использовать выведенные нами аналитические зависимости для определения напряжений и перемещений в любой точке слоистого упруговязкого полупространства в зависимости от значения и характера временных внешних нагрузок.

С этой целью были разработаны алгоритмы и составлен комплекс программ, которые приняты Госфондом СССР, для практического пользования проектными организациями [3].

Реализация данных программ на ЭВМ ЕС-1020 позволила определить картину изолиний вертикальных и горизонтальных перемещений, нормальных и касательных напряжений, возникающих в слоистом упруговязком полупространстве для различного времени действия расчетных транспортных нагрузок (рис. 1). Эти данные получены впервые и позволят уточнять значения показателей, используемых при расчете дорожных одежд нежесткого

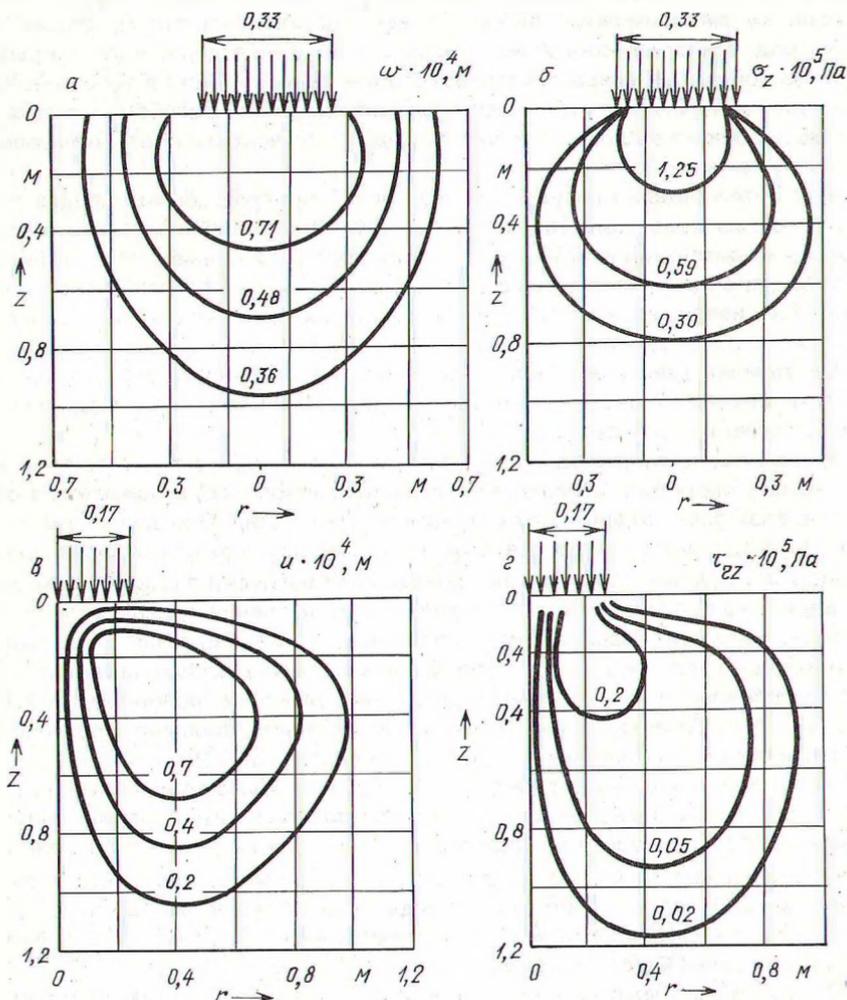


Рис. 1. Карты изолиний вертикальных (w) а и горизонтальных (u) в перемещений; нормальных (σ_z) б и касательных (τ_{rz}) г напряжений в однородном полупространстве от нагрузки Н-Р гр. А при $t = 0,5$ ч.

типа с учетом длительности действия автомобильных нагрузок, предлагаемых инструкцией ВСН 46-83.

Полученные результаты по изменению просадок верхнего слоя дорожных одежд при воздействии на него автомобильной нагрузки свидетельствуют о разных радиусах кривизны линий прогиба в зависимости от времени ее действия, а следовательно, и различных значениях растягивающих напряжений. А незначительное возрастание напряжений в монолитном слое дорожной одежды от автомобильной нагрузки при многократном повторении может вызвать ощутимое снижение срока службы конструкции вследствие усталости материала этого слоя. Так, повышение растягивающих напряжений в покрытии лишь на 6 % (это приблизительно пропорционально увеличению прогиба при времени действия нагрузки Н-Р гр. А, равной 0,03 с, по сравнению с прогибом в упругой постановке) вызывает, согласно проведенным исследованиям, раннее уменьшение сопротивляемости асфальтобетона повторным нагрузкам в 1,42 раза. Следовательно, растягивающие напряжения, возникающие в покрытии дорожной одежды, могут превысить пределы прочности, что в свою очередь вызывает преждевременное разрушение дорожной одежды. Как показывают результаты, полученные на ЭВМ, аналогичные заключения можно сделать и для других расчетных нагрузок и конструкций дорожных одежд.

В настоящее время, согласно существующей инструкции по расчету дорожных одежд нежесткого типа, при вычислении приведенной интенсивности движения трехосные автомобили принимают за два автомобиля с соответствующими нагрузками на ось: автопоезда за столько автомобилей, сколько осей у поезда. Как показали экспериментальные исследования, при проезде многоосных автомобилей по асфальтобетонному покрытию с эксплуатационными скоростями до 16,7 м/с нужно учитывать последовательное воздействие колес за единый процесс нагружения. Это особенно явно заметно при прохождении автопоезда панелевоза КрАЗ-255В+НАМИ-790. Осциллограммы свидетельствуют о появлении запаздывающих деформаций в испытываемых конструкциях дорожных одежд. Поэтому для уменьшения разрушающего воздействия сдвоенных осей на дорожные одежды необходимо, чтобы нагрузка на заднюю из них была меньше, чем на переднюю, что может быть достигнуто изменением конструкций автомобильных подвесок.

При сопоставлении результатов экспериментальных исследований по учету накопления остаточных деформаций конструкций дорожных одежд с учетом времени действия повторно-переменной нагрузки (КрАЗ-255В+НАМИ-790) были использованы результаты экспериментов о запаздывании восстановления полных деформаций дорожного покрытия при прохождении транспортной нагрузки. Эти данные были использованы при построении кривых разгрузок [2]. Расхождение максимальных значений просадок во времени по теоретическим и экспериментальным исследованиям составляет не более 9 %, что подтверждает правильность теоретических предпосылок в постановке сложного напряженного состояния, работающих в упруговязкой стадии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонovich И.И., Пашенко А.П. Исследование напряженно-деформированного состояния слоистых систем с учетом реологических свойств материалов. — В кн.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. — Минск: Выш. шк., 1983, вып. 13, с. 44—

48. 2. П 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. — 24 с. 3. Л е о н о в и ч И.И., Л а щ е н к о А.П., К а з а н н и к о в а Е.А. Пакет прикладных программ для определения напряженно-деформированного состояния слоистых систем (дорожных одежд и земляного полотна) с учетом реологических свойств материалов. — В кн.: Информационный бюллетень Госфонда алгоритмов и программ СССР. М.: 1982, вып. 1 (45), с. 44.

УДК 625.731

Н.П.ВЫРКО, А.П.ЛАЩЕНКО, канд-ты. техн. наук,
Е.Г.РОМАНОВСКАЯ (БТИ)

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА С МАЛОПРОЧНЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ

В настоящее время важное значение приобретает применение в конструкциях дорожных одежд прослоек из теплоизоляционных материалов, позволяющих уменьшить глубину промерзания грунтов земляного полотна, снизить морозное пучение покрытия путем уменьшения толщины верхних слоев дорожных одежд и более широкого использования местных материалов. Материалы таких прослоек могут быть различными, обладающими высокими теплофизическими свойствами.

Анализ зарубежного и отечественного опыта строительства и эксплуатации дорожных одежд нежесткого типа доказывает эффективность применения в качестве теплоизолирующих слоев отходов лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности благодаря их высоким теплофизическим свойствам: коэффициент теплопроводности таких материалов $\lambda = 0,211...0,306$ Вт/(м·К). В то же время эти материалы характеризуются низкими прочностными характеристиками: модуль упругости, например, изменяется в пределах 5,5...22,5 МПа. Поэтому большое практическое значение при конструировании дорожных одежд и расчете их на прочность имеет определение напряженно деформированного состояния конструкций дорожных одежд с малопрочными теплоизоляционными прослойками в зависимости от их толщины и места расположения.

В настоящее время расчет слоистых дорожных одежд нежесткого типа на прочность производится согласно методике, предлагаемой инструкцией ВСН 46-83. Одним из критериев расчета дорожных одежд, согласно данной инструкции, является упругий прогиб или предельная упругая деформация, которая возникает под действием вертикальных повторных нагрузок от расчетных автомобилей. Материал дорожной одежды характеризуется модулем упругости. Требуемый модуль упругости дорожной одежды определяется из выражения

$$E_{тр} = \frac{pD}{\lambda_{доп}}$$

где p — нагрузка колеса на поверхность дороги; D — диаметр круга, равно по площади отпечатку колеса; $\lambda_{доп}$ — допустимая упругая деформация.