

вая соответствует решению линейно-упругой задачи (ЛЗ), а сплошная – решению нелинейной задачи (НЗ).

Из полученных результатов следует, что наибольшие напряжения в оболочке имеют место в угловой точке В на внешней поверхности. С уменьшением длины перемычки наибольшие напряжения увеличиваются в 2,8 раза как для ЛЗ, так и НЗ. Учет физической нелинейности приводит к уменьшению максимальных напряжений по сравнению с результатами линейно-упругого решения, соответственно, на 19,2 % для $\tilde{d} = 0,5$, на 5,5 % для $\tilde{d} = 2,0$ и на 2,8 % для $\tilde{d} = 4,0$.

Анализ представленных результатов также позволяет сделать вывод о том, что при исследовании напряженно-деформированного состояния композитных цилиндрических оболочек, ослабленных двумя квадратными отверстиями, с учетом нелинейных свойств материала для длины перемычки, превышающей четыре длины стороны отверстия, взаимным влиянием контуров отверстий можно пренебречь.

УДК 656.11

К ВОПРОСУ О МАКРОСКОПИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В МЕГАПОЛИСАХ

*И. Э. СУЛЕЙМЕНОВ, Ш. Б. КАБДУШЕВ, К. Н. КАДЫРЖАН, В. Н. ЕВСТИФЕЕВ, Е. С. ВИТУЛЁВА
НАО «Алматинский университет энергетики и связи», Казахстан*

С изменением экономической модели в крупных городах постсоветского пространства возникла вполне определенная проблема, связанная с возникновением многочисленных заторов на дорогах. В таком городе, как Алматы резкая интенсификация автомобильного движения приводит к многочисленным негативным последствиям, к числу которых относится резкое увеличение аварийности, а также загрязнение воздушного бассейна. Для регулирования автомобильного движения в Алматы предпринимаются самые различные меры: строятся новые развязки, расширяются существующие магистрали, в последние годы часть улиц в центре города были сделаны односторонними.

Однако все эти меры не приводят к кардинальному изменению ситуации. В связи с этим проблема регулирования, в том числе и макроскопического, транспортных потоков остается более чем актуальной.

Одно из предложений, которое было высказано уже давно, связано с индивидуальными действиями водителей, нацеленными на выбор ими оптимального маршрута. Действительно, современные навигационные системы в сочетании с картами, отражающими реальную обстановку на дорогах, позволяют выбрать маршрут, оптимальный не только с точки зрения географии, но и с точки зрения реальной загруженности трассы. При условии, что оптимизация осуществляется в массовом порядке, существует возможность оптимизировать транспортный поток в целом. Однако существующие системы, обеспечивающие сбор информации на дорогах, обладают целым рядом недостатков. Во-первых, сбор информации происходит с использованием не вполне надежных источников, а во-вторых, эти системы не обеспечивают прогнозирование загруженности улично-дорожной сети с горизонтом хотя бы в одни сутки.

В настоящей работе показано, что существует возможность для системного решения этой проблемы на основе той информации, которая может быть собрана при помощи сведений, которые уже находятся в распоряжении операторов сотовой связи. Действительно, операторы сотовой связи фактически отслеживают перемещение любого из абонентов, как минимум в части перемещения абонента из одной соты в другую; в противном случае невозможно было бы определить соту, в которой абонент находится в данный момент, и обеспечить связь с ним.

Поскольку размеры сот в настоящее время являются достаточно малыми, то фиксация перехода абонента из одной соты в другую фактически означает, что отслеживается его перемещение в пределах города. Учитывая, что данная информация может быть получена в течение достаточно длительного времени, то есть характер перемещения каждого абонента по городу де-факто известен,

существует возможность прогнозировать макроскопическое распределение автотранспорта в пределах улично-дорожной сети с достаточно большим горизонтом прогноза.

Именно это и составляет принципиальное отличие той информации, которая может быть получена на основании данных, имеющихся в распоряжении оператора сотовой связи, от всех других, собираемых иными средствами, например с помощью видеонаблюдения.

В свою очередь, возможность обеспечения долгосрочного прогноза позволяет водителям автотранспорта существенно пересмотреть характер использования навигационных систем (при условии их комплектации программными продуктами, обеспечивающими прогноз). А именно, каждый из водителей приобретает возможность осуществить планирование своих поездок не только ситуативно (то есть в тот момент, когда он уже выехал на дорогу), но и оптимизировать их заранее (то есть выбрать оптимальное для себя время, выбрать оптимальный маршрут и вносить в него минимальные коррективы непосредственно в процессе поездки).

Далее, та информация, которая находится в распоряжении операторов сотовой связи, в сочетании с теми рекомендациями, которые получает каждый пользователь, позволяет оценить, насколько эффективным является информационное воздействие, оказываемое в форме выдачи рекомендаций. Эта информация в свою очередь может служить основой для того, чтобы выдавать прогнозы с учетом характера поведения водителей. Иными словами, прогноз может быть выдан с предварительным внесением корректировок на реакцию сообщества водителей на рекомендации. Это означает, что в этом случае возникает возможность для прямой оптимизации движения на дорогах в целом.

Этот подход будет работать тем эффективнее, чем выше уровень доверия водителей к системам прогнозирования. В силу этого представляется целесообразным, в том числе, разработать и дополнительные средства, обеспечивающие привлекательность такого рода систем для водителей автотранспорта, по крайней мере в таком городе, как Алматы.

В данной работе предложен ряд мер, которые будут способствовать популяризации прогностических автотранспортных систем среди пользователей. Один из вариантов непосредственно связан с обеспечением прогностическими средствами транспортных и логистических компаний. Их заинтересованность в такого рода средствах является очевидной в силу того, что обеспечивается экономия рабочего времени доставщиков той или иной продукции, а также экономия горюче-смазочных материалов. Менее очевидной областью применения является разработка прогностических систем, которая предназначена для индивидуальных пользователей. Следует подчеркнуть, что именно популяризация прогностических систем среди индивидуальных пользователей в большей степени отвечает решению поставленной задачи в силу того, что именно они и создают основную нагрузку на улично-дорожную сеть.

В данной работе предложен нетривиальный подход к решению данной проблемы, основанный на том, что представление о резко негативном воздействии факторов окружающей среды на здоровье человека в городе Алматы являются весьма широко распространенными среди населения. Иначе говоря, подавляющее большинство жителей города твердо отдает себе отчет в том, что экологическая обстановка является крайне неблагоприятной, и им необходимо принимать индивидуальные меры, поскольку решение её на уровне муниципальных властей в обозримом будущем не ожидается. В первую очередь это связано с проблемами сугубо экономического характера. Попытки ограничить интенсивность транспортного движения в Алматы неизбежно вызовут резко негативные экономические последствия. Иначе говоря, решение данной проблемы должно идти снизу непосредственно от горожан, которые, будучи вооруженными соответствующими программными средствами, вполне смогут внести существенный вклад.

Конкретно речь идёт о том, чтобы дать в распоряжение горожан программные средства, обеспечивающие оптимизацию их маршрута движения по городу с точки зрения снижения негативного влияния положения на дорогах на их личное здоровье. Целый ряд объективных данных показывает, что уровень загрязненности в городе Алматы существенным образом варьируется как в пределах суток, так и по географическим зонам. Упрощая, загрязнённость в отдельных районах центра города значительно выше нежели на окраинах. Кроме того, даже визуальное наблюдение с гор, окружающих город Алматы, отчётливо показывает, что в утренние часы воздух является практически чистым, тогда как к 11 часам утра город практически полностью покрыт облаком смога, и строения становятся уже неразличимыми даже для наблюдателя, находящегося на предгорьях, примыкаю-

щих к городу. Следовательно, наличие резко неоднородного распределения загрязнения в пространстве и по времени позволяет поставить задачу следующим образом. Каков должен быть оптимальный маршрут с точки зрения максимального снижения вредного влияния на здоровье водителя? По крайней мере можно указать вполне определенную категорию граждан, для которых такой вопрос станет более чем актуальным, в том числе это молодые родители.

В данной работе соответствующий программный продукт был реализован. Основой для него является геолокация, проводимая на основе типовых приемов, связанных с функционированием базовых станций сотовой связи, а также экологическая карта города, встроенная непосредственно в программный продукт. С использованием данного программного продукта пользователь может определить относительную величину воздействия негативных факторов окружающей среды на его собственный организм. Следующим шагом могут стать программные продукты, которые позволяют спланировать поездки по городу с точки зрения максимального снижения экологического риска. Подчеркнем, что данный фактор для жителей города Алматы является отнюдь не абстракцией. Резкое увеличение степени загрязнённости вблизи наиболее оживленных автотрасс в часы пик ощущается органолептически. Следовательно, даже сама постановка вопроса о создании такого рода продуктов является определенным шагом на пути снижения экологического риска, во-первых, а во-вторых, отвечает базовой задаче данной работы – популяризации прогностических систем индивидуального пользования.

УДК 678.84/.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ

ТАНГ ЗИН ХЭЙН, ЧЖО ЙЕ КО, Л. Н. РАВИНСКИЙ

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

Рассматриваются полимерные материалы, модифицированные введением сферических включений. Для повышения тепловых характеристик таких материалов в них добавляют частицы с высокими тепловыми свойствами. Исследования показали на существенное изменение тепловых и прочностных свойств материала. Показано, что на физические свойства действуют и характерный размер включения, их форма, а также их распределение по объему матрицы. В рамках данного исследования рассматриваются сферические включения, равномерно распределенные по объему. Для моделирования подобной структуры применяется программное обеспечение Digimat. В качестве матрицы использовалась эпоксидная смола, а в качестве включений – стеклянные сферы, с характерным размером сферы порядка 70 мкм. Для фиксации распределения частиц по объему для образца проводилась рентгеновская томография. Каждый образец испытывался на теплопроводность и последующее испытание на трех точечный изгиб. После механических испытаний для характерного образца делался шлиф и производилась микроскопия образца. Выбрано оптимальное процентное значение с учетом тепловых и механических свойств материала. Приводятся примеры расчетов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-01-00837).

Список литературы

- 1 Nonlinear deforming of laminated composite shells of revolution under finite deflections and normals rotation angles / V. G. Dmitriev [et al.] // Russian aeronautics. – 2017. – Vol. 60. – No. 2. – P. 169–176.
- 2 Плоская задача дифракции акустической волны давления на криволинейном препятствии / А. Г. Горшков [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия Механика твердого тела. – 2003. – № 3. – С. 148–155.
- 3 Нестационарная задача дифракции цилиндрической акустической волны давления на тонкой оболочке в форме эллиптического цилиндра / А. Г. Горшков [и др.] // International journal for computational civil and structural engineering. – 2007. – Vol. 3. – No. 2. – P. 82–93.
- 4 Fabrication of porous silicon nitride ceramics using binder jetting technology / L. Rabinskiy [et al.] // International Seminar on Interdisciplinary Problems in Additive Technologies : IOP conference Series: materials Science and Engineering. – 2016. – P. 12–23.