

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Носова Сергея Владимировича на диссертационную работу Бойцева Андрея Владимировича «Методика обоснования параметров вальцов дорожного катка с изотропным силовым воздействием на асфальтобетонную смесь», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04– «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины

Представленная на отзыв диссертационная работа выполнена на 142 страницах. Основной текст изложен на 133 страницах, включающих 15 таблиц и 62 рисунка. Состоит из оглавления, введения, четырех глав, заключения, библиографического списка литературы из 175 наименований и пяти приложений.

Общая оценка работы

Проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог общеизвестны. Качество и эксплуатационные свойства автомобильных дорог с покрытиями нежесткого типа определяются, в первую очередь, применяемыми технологиями уплотнения дорожно-строительных материалов, которые, в свою очередь, зависят от выбора применяемых средств уплотнения и применяемых типов и марок асфальтобетонных смесей. На сегодняшний день задача выбора существующих средств уплотнения встречает определенные трудности, связанные, в первую очередь, с увязкой в работе комплектов машин на одной захватке. При этом требования по обеспечению долговечности и качества асфальтобетонных дорожных покрытий дорог, включающие снижение степени колееобразования, заставляет ученых ориентироваться на применение уплотняющих рабочих органов, интенсифицирующих процесс уплотнения асфальтобетонной смеси с целью формирования структуры асфальтобетона, обеспечивающей однородность его свойств, повышенную прочность и долговечность дорожных покрытий.

При этом необходимо учитывать появление новых составов асфальтобетонных смесей, позволяющих повысить эксплуатационные качества дорожных покрытий, но не исследованных в достаточной степени с точки зрения их взаимодействия с уплотнителями перспективных машин.

В связи с этим исследования, направленные на разработку методов создания новых рабочих органов дорожных катков с силовым воздействием на уплотняемый материал, обеспечивающим изотропное асфальтобетонное дорожное покрытие при строительстве и реконструкции современных автодорог являются важной и **актуальной** хозяйственной задачей.

Научную новизну и основные положения диссертационной работы составляют:

1. Разработанная математическая модель процесса взаимодействия вальцов дорожных катков с асфальтобетонной смесью, учитывающая путем оценки девиаторного режима нагружения уплотняемого слоя формирование изотропного асфальтобетона.
2. Разработанные методика расчета прочностных и деформационных характеристик слоя асфальтобетонной смеси с оценкой степени его анизотропии и методика выбора параметров уплотняющих рабочих органов катков, основанная на реализации математической модели с применением ЭВМ, позволяющие повысить эффективность использования существующих катков в процессе уплотнения асфальтобетонных смесей и выходить на разработку новых и модернизацию существующих рабочих органов, обеспечивающих формирование изотропного асфальтобетонного дорожного покрытия.
3. Результаты теоретических и лабораторных исследований прочностных и деформационных характеристик щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с полимерно-битумным вяжущим и других плотных асфальтобетонных смесей с оценкой степени анизотропии свойств.
4. Разработанные конструкции принципиально новых рабочих органов катков и рекомендации по определению их основных параметров, а также технологии укатки слоев асфальтобетонных смесей с точки зрения обеспечения

максимальной производительности и гарантированного качества укатки дорожного покрытия при формировании изотропного дорожного покрытия.

Анализ содержания диссертации

Автор обоснованно отмечает, что модификация вяжущих не приводит к устранению анизотропных свойств в структуре асфальтобетона, а лишь повышает прочностные характеристики материала. При этом отмечается также, что если в продольной (по ходу движения катка) плоскости на уплотняемый слой действуют вертикальные и горизонтальные силы от уплотнителя, то в перпендикулярной плоскости относительно движения традиционных гладковальцовых катков действуют только вертикальные силы, что и приводит к образованию анизотропного дорожного покрытия.

Решая задачу по оценке эффективности процесса взаимодействия рабочих органов катка со слоем горячей асфальтобетонной смеси при обеспечении изотропности его свойств, соискатель применил один из традиционных подходов к изучению этого процесса, основанный на применении тензорного анализа деформаций и напряжений деформируемых однородных сред с использованием теории прочности Кулона-Мора. На основании чего была предложена методика расчета параметров и режимов работы гладких и пневматических вальцов катка.

Дело в том, как всем хорошо известно, невозможно определить требуемые параметры и режимы работы машины, взаимодействующей с преобразуемой средой, не изучив должным образом ее физико-механические характеристики.

Как известно, достаточно широко и многообразно распространены методы по оценке прочностных и деформационных свойств дорожно-строительных материалов. Среди них выделяются штамповые испытания, как наименее трудоемкие и позволяющие оценить, по крайней мере, качественно, искомые величины.

Проанализировав основные известные технические решения, применяемые при исследовании уплотнения слоев дорожных одежд, и оценив сте-

пень влияния отдельных силовых воздействий со стороны традиционных уплотнителей, автор работы обосновал необходимость создания методики и применения стандартного лабораторного оборудования для испытаний образцов асфальтобетона на прочность под воздействием вертикальных и сдвиговых нагрузок, как основных, зависящих от массы уплотняющих средств, при различных параметрах состояния асфальтобетона: плотности и температуры.

Дальнейшее физическое моделирование исследуемого процесса ограничено экспериментальной установкой, однако при этом, не проведена оценка критериев физического моделирования.

При этом не обоснован уход от исследований развития деформаций и оценки прочности асфальтобетонной смеси под воздействием сдвиговых нагрузок, возникающих со стороны колес и вальцов катка, работающих с различными режимами их движения (ведущим, свободным, ведомым и тормозным).

Проведенные экспериментальные исследования асфальтобетонов типа А, включая щебеночно-мастичные, дали возможность автору диссертации подметить некоторые особенности и выявить закономерности по влиянию некоторых структурных составляющих силового поля на развитие прочностных свойств асфальтобетонов, представленных в качестве слоев дорожных покрытий.

Автором диссертации представлены математические модели взаимодействия различных вальцов катка с уплотняемым материалом в виде упруго-пластических моделей с включением в нее дополнительных элементов, моделирующих характер приложения нагрузки, что позволило выйти на анализ формы поверхности текучести в девиаторной плоскости относительно степени анизотропии асфальтобетона. В дальнейшем при проведении имитационного моделирования на ЭВМ с применением метода конечных элементов и использованием упругопластической модели проанализировано развитие касательных напряжений в поперечном сечении слоя асфальтобетонного покрытия для изотропного и анизотропного материала при проезде пневма-

тического колеса. Это дало возможность прогнозировать управление силовым полем уплотняющих машин для получения изотропного покрытия. Такой подход при моделировании взаимодействия уплотнителей с уплотняемой средой является **новым**.

Преимущества в развитии известных моделей взаимодействия уплотнителей с уплотняемой средой подтверждают правомерность и **обоснованность разработанных теоретических положений, а также метода** определения параметров и режимов работы вальцов катка для уплотнения асфальтобетонных дорожных покрытий с обеспечением изотропии их свойств.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обоснована применением основных положений механики сплошных сред, теории упругости, математической статистики, численных методов решения систем линейных дифференциальных уравнений, методов математического моделирования и оптимизации параметров с широким использованием ЭВМ, а также сопоставимостью расчетных результатов с опытно-экспериментальными работами других исследователей. Экспериментальные исследования проводились с применением методов физического моделирования, на стандартном экспериментальном оборудовании импортного производства в виде установок и стендов с использованием ЭВМ, с правильным выбором методов измерений и составлением измерительных схем.

Материал диссертации изложен грамотно, иллюстрирован и оформлен хорошо. Автореферат и представленные публикации соответствуют содержанию диссертации. **Научные положения, выводы и рекомендации вполне обоснованы. Их значимость для науки и практики** заключается в следующем:

1. Разработана математическая модель процесса взаимодействия вальцов дорожных катков с асфальтобетонной смесью, учитывающая формирование изотропного асфальтобетона путем оценки девиаторного режима нагружения уплотняемого слоя на основе использования упруго-пластических моделей с включением в нее дополнительных элементов, моделирующих характер приложения нагрузки.

2. Разработана методика расчета параметров вальцов катка с поперечным силовым воздействием на асфальтобетонную смесь, основанная на реализации математической модели с применением ЭВМ, позволяющая повысить эффективность использования катка в процессе уплотнения асфальтобетонных дорожных покрытий, обеспечить максимальную производительность и гарантированное качество укатки дорожного покрытия, включая формирование изотропного дорожного покрытия с минимизацией колесобразования.
3. Материалы диссертационного исследования уже сегодня используются в учебном процессе в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» при подготовке специалистов по направлению «Наемные транспортно-технологические средства» и магистров по программе «Строительные и дорожные машины» направления «Наемные транспортно-технологические комплексы».

Помимо положительных сторон рассматриваемой диссертации необходимо указать и на замечания по работе:

1. В теме диссертации обозначена асфальтобетонная смесь, а в предмете диссертационного исследования – асфальтобетонное дорожное покрытие. Ведь это разные материалы!
2. Параметры вальцов дорожного катка напрямую связаны с параметрами самого катка. В диссертации эта взаимосвязь не прослежена. Не понятно, почему в названии диссертации обозначены только вальцы катка, а не каток в целом?
3. Известны свойства материалов изотропные и анизотропные. А понятие «изотропные силовые воздействия» не специфично. Нет такого понятия! В какой литературе применяется такой термин? Есть понятия «силовое воздействие» и «изотропное тело», «изотропные свойства» и т.д. В любом случае под вальцом действуют нормальные напряжения в виде параболы и касательные напряжения также в виде параболы или в виде синусоиды в зависимости от режима качения вальца – ведущего или ведомого соответственно. В поперечном же направлении у предла-

гаемого вальца – какой закон нагружения слоя асфальтобетонной смеси? Во всяком случае, не такой, как оговоренные выше. Вот и получается, что во всех направлениях под вальцом действуют различные силовые воздействия, а, следовательно, нельзя говорить о «изотропном силовом воздействии», если такой термин приемлем и существует на самом деле!

4. В конце первой главы (30 с.) говорится о намерениях исключения явления анизотропии, что недостижимо. Следует говорить о снижении степени анизотропии асфальтобетона.
5. Разработка и применение новых рабочих органов дорожных катков неизбежно приводит к разработке новой технологии уплотнения асфальтобетонной смеси. В выводе № 3 по первой главе в этом смысле наблюдается противоречие.
6. На 40 с. утверждается, что вязкие деформации в разы меньше, чем упругие и пластические, так как, по мнению соискателя, длительность силового воздействия под вальцом катка невелика (0,35...0,5 с). Это противоречит теории наследственной ползучести, где большая скорость нагружения (при малом времени действия нагрузки со стороны вальца) вызывает развитие значительных величин вязких составляющих деформации, при любых параметрах состояния слоя асфальтобетонной смеси. Поэтому модель упругопластического тела Прандтля не может применяться для описания процесса уплотнения горячих асфальтобетонных смесей. По крайней мере, применение такой модели недостаточно обосновано. Сам автор указывает на ее «приемлемость для практики инженерных расчетов», не подтверждая ее адекватность реальным процессам. Для научных исследований рассматриваемых процессов принятая модель давно устарела.
7. В предельном случае, когда площадка сдвига параллельна горизонтальной плоскости, согласно выражения (32) из условия предельного равновесия следует, что нормальные контактные напряжения в уплот-

няемом слое равны бесконечности (деление на ноль), что не соответствует действительности.

8. В п. 2.4 диссертации не представлен известный и наиболее близкий к предлагаемому в гл. 4 катку каток с прерывистой рабочей поверхностью (см. Захаренко А.В. Определение основных параметров катка с прерывистой рабочей поверхностью для уплотнения асфальтобетона: дис. ...канд. техн. наук.- Омск, 1989.- 138 с.).
9. На 69 с. диссертации автор ошибочно утверждает, что предложенная им методика оценки структурной анизотропии на образцах «позволит снизить величину колееобразования на дороге». А вот оценить деформационные свойства асфальтобетона – да, и то – качественно, но не количественно.
10. Достижение плотности асфальтобетонной смеси на роликовом стенде осуществлялось при режимах уплотнения, изложенных на 77 с. диссертации, не соответствующих режимам уплотнения асфальтобетонной смеси в реальных условиях. Так, температура составляла 155⁰С, а для моделирования работы тяжелых катков давление на образец передавалось меньше, чем при моделировании работы среднего катка (см. табл. 7).
11. Коэффициенты a в уравнениях на рис. 40 и 42 для смеси ЩМА-20 имеют значительные расхождения их величин. Это говорит о том, что данные лабораторных исследований на образцах и стендах имеют только качественный аспект, а не количественный.
12. На 95 с. диссертации отмечается, что «Распределение сил на плоскости контакта не является постоянным и зависит от конструкции шины, нагрузки, давления в шинах и условий окружающей среды». Однако, исследований в этих направлениях не проведено.
13. В п. 4.1.1 предложено устанавливать на пневмокоток вибровозбудитель направленного поперечного воздействия относительно направления движения катка. Однако, глубокого исследования с разработкой математической модели этого процесса не проведено.

14. Предлагаемая технология уплотнения с синусоидальной траекторией движения катков технически сложна и даже невозможна, особенно при работе комплектов катков в бригаде. А утверждение на 110 с.: «это должно привести к получению материала, устойчивого во всех направлениях» - ничем не обосновано.
15. На 111 с. утверждение «Угол направления движения должен быть меньше угла внутреннего трения,... в противном случае будет происходить разрушение материала» - абсурдно. Ведь в каждый момент времени в каждой точке траектории движение катка можно рассматривать как движение «по-прямой». Как пример – можно уплотнять слой асфальтобетонной смеси на площади в любых направлениях движения.
16. Научная новизна и выводы, представленные в заключении диссертации, дублируют поставленные задачи исследования. Выводы д.б. получены на основе анализа полученных в диссертации результатов! В Заключение следовало бы ввести вывод 4 по второй главе вместо вывода 1, а также выводы 1 и 3 по третьей главе. В 4-й вывод Заключения следовало бы добавить выводы 1 и 2 по четвертой главе.

Отмеченные замечания, тем не менее, не влияют на общую положительную оценку рецензируемой диссертационной работы, выполненной Бойцевым Андреем Владимировичем.

Заключение

Представленная диссертационная работа выполнена на относительно высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой. Полученные результаты позволяют квалифицировать работу как решение задачи, имеющей значение для развития знаний в отрасли дорожно-строительного машиностроения.

Выполненная Бойцевым А.В. диссертация, на мой взгляд, соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013г. и

критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Считаю, что представленная диссертационная работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК Российской Федерации, соответствует п. 2 и 3 научной специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины», а ее автор – Бойцев Андрей Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент – Носов Сергей Владимирович

398600, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д. 30, тел. 8-(4742)-32-80-83;

8-(903)-699-31-80, www.stu.lipetsk.ru, e-mail: nosovsergej@mail.ru.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет»,
профессор кафедры строительного материаловедения и дорожных технологий,
доктор технических наук, доцент



Сергей Владимирович
Носов

Подпись Носова Сергея Владимировича за подписью:
Ученый секретарь Ученого совета ЛГТУ,
кандидат технических наук, доцент

С.Е.Кузенков