



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 7–8 декабря 2021 г.

Материалы докладов

В трех томах

Том 3

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА**

Казань, 7–8 декабря 2021 г.

Материалы конференции

В трех томах

ТОМ 3

Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова

Казань 2022

УДК 004+005+33+81+65+378+316

ББК 32+65+60+80

Д22

Рецензенты:

заведующий кафедрой ИЭ ФГБОУ ВО «КНИТУ-КХТИ»,

доктор технических наук, профессор И. Г. Шайхиев;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,

доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),

Е. С. Дремичева

Д22 XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика : материалы конференции : [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2022. – Т. 3. – 603 с.

ISBN 978-5-89873-588-3 (т. 3)

ISBN 978-5-89873-589-0

В сборнике представлены материалы XXV Всероссийского аспирантско-магистерского научного семинара, посвященного дню энергетика, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов.

УДК 004+005+33+81+65+378+316

ББК 32+65+60+80

ISBN 978-5-89873-588-3 (т. 3)

© КГЭУ, 2022

ISBN 978-5-89873-589-0

Источники

1. Бабокин Г.И., Подколзин А.А., Колесников Е.Б. Основы функционирования систем сервиса. В 2 ч. Ч. 1: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2020. 423 с.

2. Самосейко В. Ф. Адаптивный алгоритм векторного управления электроприводами с асинхронными электродвигателями // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2019. №1.

3. Воронцов А.Г., Глушаков В.В., Пронин М.В., Сычев Ю.А. Особенности управления каскадными преобразователями частоты // Записки Горного института [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-upravleniya-kaskadnymi-preobrazovatelayami-chastoty> (дата обращения: 21.10.2021).

4. Щербаков В.С. Теория автоматического управления. Линейные непрерывные системы: учеб. пособие. Омск: СибАДИ, 2013. 142 с.

5. Roshandel N. Tavana and Dinavahi V. A General Framework for FPGA-Based Real-Time Emulation of Electrical Machines for HIL Applications // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2015. April. Vol. 62. No. 4. Pp. 2041-2053.

УДК 625.8

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОЛОТНА

Арслан Айнурович Шакиров

Науч. рук. канд. техн. наук, зав. каф. О.В. Козелков
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
shakirov.aa@bk.ru

Аннотация. В работе описаны существующие методы и приборы разрушающего и неразрушающего контроля степени уплотнения дорожного полотна. Приведены их описание и основные достоинства и недостатки.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, разрушающий метод, контрольно-измерительные приборы, уплотненность асфальтобетонного покрытия.

MODERN DIGITAL ELECTRICITY METERING DEVICES

Arslan A. Shakirov
KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
shakirov.aa@bk.ru

Abstract. The paper describes the existing methods and devices of destructive and non-destructive testing of the degree of compaction of the roadway. Their description and the main advantages and disadvantages are given.

Keywords: non-destructive testing, destructive method, control and measuring devices, compaction of asphalt concrete pavement.

Проблема контроля качества дорожного покрытия в нашей стране стоит крайне остро. Поэтому очень важно эффективно и правильно проводить испытания асфальтобетонного покрытия при приемке строительных работ [1]. И по результатам этих проектов уже должно быть принято решение о вводе в эксплуатацию дорожно-транспортных объектов.

Прочность и долговечность асфальтобетона, укладываемого на фундаменты и дорожные покрытия, зависит от точности соблюдения технологии укладки и уплотнения смеси. Уплотнение, заключительный этап формирования покрытия, определяет качество асфальтобетонной конструкции, ее способность воспринимать нагрузки, заложенные в конструкции, и функционировать в течение нормативного периода [1].

При уплотнении минеральные гранулы перегруппируются, ранее образовавшиеся пустоты заполняются мелкими гранулами на большой площади [2]. Параллельно идет процесс выдавливания вязущего вещества и свободного битума, вытеснения воздуха и уменьшения пористости слоя. После завершения работ по уплотнению, слой дорожной одежды приобретает требуемые физико-механические параметры – плотность, прочность, устойчивость к проникновению и влаге.

Контроль качества уплотнения асфальтобетонного полотна осуществляется неразрушающими и разрушающими методами. В первом случае используются ультразвуковые и радиометрические устройства, во втором – механический метод отбора проб с последующим фрезерованием на гидравлическом прессе [3].

Механический метод (метод отбора сжатого материала) связан с необходимостью разрушения асфальтобетона и дальнейшего его изучения в лаборатории. Из-за ограниченного количества взятых образцов полученные данные недостаточно надежны и не могут повлиять на качество уплотнения готовых к использованию покрытий. В то же время в некоторых случаях, например на покрытиях автомобильных мостов и эстакад. Такой метод также может привести к нарушению прочности несущих конструкций.

Ультразвуковой метод работы с дорожно-строительными материалами также не очень эффективен. Объясняется это тем, что в вязких средах происходит потеря энергии при распространении ультразвуковых волн. В то же время величина поглощения их в грунте и асфальтобетоне довольно велика. В то же время к недостаткам можно отнести возможность эксплуатации устройств при температуре окружающей среды в определенном диапазоне (от -5 до $+35^{\circ}\text{C}$) [4].

Радиометрические контрольно-измерительные приборы также используются для неразрушающего функционального контроля грунтовых оснований, бетонных и асфальтобетонных покрытий. Их работа основана на использовании источников γ -излучения, быстрых нейтронов или их комбинированного действия [4]. В устройствах используются свойства высокой проникающей способности γ -лучей и снижения интенсивности их излучения при прохождении через исследуемый материал. Следовательно, зная интенсивность излучения, исследуемый материал и заданную толщину сжатого слоя, можно определить степень плотности нанесенного материала.

Эти устройства используются как для поверхностного (метод вторичного рассеивания), так и для измерения глубины (метод просвечивания) параметров сжатого материала.

В настоящее время для выполнения поставленных задач в дорожном строительстве используются переносные устройства для поверхностного измерения плотности битумно-бетонных покрытий, влажности почвы и материалов покрытия, а также для определения содержания связующих элементов в асфальтобетонных смесях [5]. Эти автономные устройства состоят из встроенного микропроцессора, цифрового жидкокристаллического дисплея, переключателя положения зонда с фиксацией через каждые 5 см и кнопки управления для настройки требуемых параметров [5].

В заключении, стоит отметить необходимость совершенствования существующих методов и приборов контроля уплотненности дорожного полотна в связи с необходимостью его детальной оцифровки для улучшения составления модели и математической оценки показателей.

Источники

1. Шулбаева А., Климов А.С. Автоматическое управление процессом формирования асфальтобетонного дорожного полотна // Знание. 2016. № 4-1 (33). С. 76-80.

2. Валиуллина Д.М., Енюшин В.Н. Применение тепловизионной съемки для выявления дефектов строительных ограждающих конструкций и энергетического оборудования // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2015. № 9-10. С. 29-33.

3. Юсифов Р.Ю. О Применении метода неразрушающего контроля качества уплотнения асфальтобетонных слоев дорожной одежды // Дороги и мосты. 2015. № 1 (33). С. 91-97.

4. Южаков К.Н., Федосеев И.В. Совершенствование оперативного контроля качества асфальтобетонных покрытий // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2019. Т. 2. С. 352-355.

5. Доценко А.И. Система комплексного контроля и управления качеством асфальтобетонной смеси при строительстве автомобильных дорог // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 10. С. 5-9.

Таначев Г.П., Корнилов В.Ю. Синхронные электродвигатели с постоянными магнитами.	575
Федоров Ю.П. Роботизированное антропоморфное захватное устройство.	578
Хабибуллина А.Д, Козелков О.В. Контроль качества электроэнергии.	580
Шабаева Р.Р. Создание программного обеспечения амперметра на основе микроконтроллера до 15 ампер.	582
Шайхлисламов И.Р. Цифровое управление электроприводом.	584
Шакиров А.А. Методы и приборы уплотнения асфальтобетонного полотна.	587

Научное издание

XXV ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ
НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,
ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА

(Казань, 7–8 декабря 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 3

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова

Авторская редакция

Корректор *Е. С. Дремичева*
Компьютерная верстка *Е. С. Дремичевой*
Дизайн обложки *Ю. Ф. Мухаметшиной*

Подписано в печать 28.02.2022

Формат 60x84/16. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ

Усл. печ. л. 35,11 Уч.-изд. л. 30,78 Тираж 200 экз. Заказ №5243

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, Казань, Красносельская, д. 51



ISBN 978-5-89873-588-3



9 785898 735883