

АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы **Есеркегеновой Бекзат Жамбылқызы** на тему: «Разработка автоматической системы управления битумощебнераспределением с синхронным распределением компонентов» на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071200 – Машиностроение.

Общая характеристика работы. В диссертационной работе на основе изучения и анализа существующих видов поверхностных обработок дорожных покрытий и условий работы битумощебнераспределителей (БЩР) с синхронным распределением компонентов предложен и разработан ряд систем автоматического управления (САУ) процессом битумощебнераспределения с оригинальными функциональными элементами, в том числе БЩР с плоскоколеблющимся и сферовращающимся распределителями щебня. Использование разработанных САУ процессом битумощебнераспределения позволит в автоматическом режиме обеспечить равномерное дозированное распределение компонентов на дорожное покрытие и повысить качество устройства шероховатых слоёв дорожного полотна.

Актуальность работы. Поверхностная обработка широко применяется для обеспечения требуемых параметров шероховатости и износостойкости покрытий автомобильных дорог. Для обеспечения качества поверхностной обработки разрыв по времени между нанесением на поверхность дорожного полотна слоя вяжущего и далее распределения по нему щебня не должен превышать одной секунды. Для синхронного распределения вяжущего и щебня используют битумощебнераспределители.

Прочность сцепления вяжущего с дорожным полотном и щебня с вяжущим зависят от точности дозирования и равномерности распределения данных компонентов. Вместе с тем работа БЩР осуществляется в экстремальных условиях со значительным воздействием на него дестабилизирующих возмущающих факторов, приводящих к вариации его физических состояний. Технические и эксплуатационные характеристики имеющихся БЩР практически исчерпаны.

В этих условиях представление БЩР со своими входными и выходными характеристиками как объекта, на который распространяются принципы автоматического управления позволяют повысить эффективность его работы. Такой подход к рассмотрению БЩР как объекта управления и построение на его основе систем автоматического управления (САУ) процессом битумощебнераспределения предложен впервые и неизвестен из результатов проведённого патентно-информационного исследования. Для реализации таких систем необходимо дополнить штатные узлы БЩР основными функциональными элементами САУ – измерительными преобразователями и исполнительными механизмами.

Функционирование оснащённых САУ битумощебнераспределителей в автоматическом режиме обеспечивает высокую эффективность устройств поверхностных обработок. Для реализации такого подхода к управлению процессом битумощебнераспределения необходимо создание на базе штатных узлов БЩР новых систем с модернизацией и дооснащением их функциональными составными элементами, обеспечивающими управление процессом.

Для анализа закономерностей, происходящих с оснащёнными системами автоматического управления битумощебнераспределителями необходимо изучение условий их функционирования, анализ и выявление основных функциональных связей и математических зависимостей.

Таким образом, учитывая вышеизложенное, тема диссертационной работы является актуальной.

В результате диссертационного исследования получены результаты:

- Проведена классификация существующих видов и фаз устройств поверхностных обработок и предложен новый вид – устройство шумовых краевых полос («музыкальных автомобильных дорог»), новизна которого защищена Пат.РК №35402.

- На базе агрегатов подготовки и распределения основных компонентов – вяжущего и щебня – разработаны две системы автоматического управления (САУ) процессом битумощебнераспределения, новизна которых защищена Пат.РК №34113 и №34235.

- Для сборного плоскоколеблющегося распределителя щебня получены математические зависимости амплитуды колебаний консольно закреплённого полотна распределителя от варьируемых и неварьируемых параметров узлов БЩР. Приведены условия достижения эффективной работы силового гидроцилиндра сборного распределителя.

- Разработано модернизированное перемешивающе-распределительное устройство битумощебнераспределителя (БЩР) (Заявка №2021/0644.1) и составлен технологический регламент работы БЩР с данным устройством;

- Предложен новый способ перемешивания разнофракционного щебня (заявка №2021/0761.1), основанный на наложении дополнительных высокочастотных управляемых воздействий на плоскоколеблющийся распределитель.

- Для разработанного сферовращающегося распределителя щебня выявлен доминирующий дестабилизирующий фактор в виде погрешности во взаимном положении затвора относительно траектории вращения расположенного внутри него барабана.

- Получены математические зависимости расстояния между центром вращения барабана и центром внутренней криволинейной поверхности затвора при всех возможных вариантах погрешностей в их взаимном положении.

- Разработан модернизированный агрегат со сферовращающимся распределителем щебня (Пат. РК №35539), автоматически обеспечивающий гарантированный зазор между вращающимися деталями распределителя.

- Проведён анализ работы замкнутого контура управления распыления на дорожное полотно вяжущего, сформулированы мероприятия по уменьшению скорости отработки управляющего воздействия в данном контуре управления.

- Разработаны новые технические средства метрологического обеспечения работы САУ процесса битумощебнераспределения: устройство для измерения угла наклона шасси (Пат. РК №35536).

- Для наполнения кузова БЩР разнофракционным щебнем разработана валковая дробилка, обеспечивающая дробление исходного каменного материала до фракций кубовидной формы требуемого размера, новизна которой защищена Пат.РК №35068.

- Для оценки качества образованных при поверхностной обработке шероховатых слоёв на автодорогах методом прямого измерения коэффициента сцепления автомобильного колеса с дорогой разработано оригинальное по конструкции устройство (Пат. РК №35494).

- На экспериментальных стендах подтверждена работоспособность используемых в агрегатах принципов распределения щебня с плоскоколеблющимся и сферовращающимся распределителями. Получены зависимости параметров распределителей от варьируемых управляемых переменных.

Цель работы – изыскание новых подходов к повышению эффективности работы битумощебнераспределителей за счёт создания на их основе систем автоматического управления процессом битумощебнераспределения.

Задачи работы:

- обосновать возможность создания на базе штатных узлов БЩР путём их модернизации и дооснащения измерительными преобразователями и исполнительными механизмами систем автоматического управления (САУ) процессом битумощебнераспределения;

- разработать новые основные элементы и на их основе – системы автоматического управления процессом битумощебнераспределения

- получить математические зависимости вариации основных элементов САУ от изменения дестабилизирующих возмущающих воздействий на процесс битумощебнераспределения;

- проверить работоспособность элементов САУ на экспериментальных стендах и наметить пути их совершенствования.

Объектом исследования является процесс битумощебнераспределения с синхронным распределением компонентов на базе дооснащённого дополнительными элементами САУ штатных битумощебнераспределителей.

Предмет исследования – основные элементы САУ управляемого процесса битумощебнераспределения.

Научной новизной являются:

- представление битумощебнераспределителей как объектов автоматического управления;
- разработка двух систем автоматического управления процессом битумощебнераспределения, защищённых Пат.РК №34113 и №34235;
- новые технические решения: перемешивающе-распределительное устройство (заявка 2021/0644.1), способ перемешивания разнофракционного щебня (заявка 2021/0761.1), модернизированный агрегат со сферовращающимся распределителем щебня (Пат. РК №35539), технические средства метрологического обеспечения работы САУ (Пат. РК №35536), валковая дробилка (Пат. РК №35068), устройство прямого измерения коэффициента сцепления автомобильного колеса с дорогой (Пат. РК №35494), новый вид устройств поверхностной обработки (Пат. РК 35402);
- математические зависимости вариации основных элементов САУ процесса битумощебнераспределения от изменения дестабилизирующих возмущающих воздействий;
- подтверждение работоспособности основных элементов САУ на экспериментальных стендах.

Практическая значимость исследований заключается в:

- возможности повышения эффективности процесса битумощебнераспределения на базе дооснащённого основными элементами САУ штатных битумощебнераспределителей;
- использовании разработанных новых САУ (четыре варианта) и новых технических решений (десять объектов);
- в работоспособности основных функциональных узлов, в том числе плоскоколеблющегося и сферовращающегося распределителей щебня.

На защиту выносятся следующие научные положения:

- вновь созданные две САУ процессом битумощебнераспределения (два патента РК);
- новые технические решения по модернизации функциональных узлов БЩР и основных элементов САУ (семь технических решений, новизна которых подтверждена патентами и заявками на изобретения);
- математические зависимости вариации основных элементов САУ от изменения дестабилизирующих возмущающих воздействий на процесс битумощебнераспределения;
- результаты проверки работоспособности элементов САУ на стендах.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на V Международной научно-практической конференции «Повышение надёжности и безопасности транспортных сооружений и коммуникаций» 27-28 ноября 2019 г. (РФ, г.Саратов).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 16 научных работ, в том числе две статьи в журнале, индексируемом в базе данных Scopus, получено 11 патентов РК на изобретение, подано 4 заявки на

предполагаемые изобретения, одна статья в Сборнике трудов V Международной Научно-практической конференции.

Реализация результатов исследований. Опытные образцы плоскоколеблющегося и сферовращающегося распределителей щебня приняты к использованию на полигоне ТОО «Акмолаприбор» (г. Астана).

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из определений, обозначений и сокращений, введения, 6 разделов и заключения, списка использованных источников и приложений.

Работа изложена на 146 страницах машинописного текста, включает 65 рисунок, 7 таблиц, список использованных источников из 44 наименований и 3 приложений.