

3. Кокорев Д. С., Юрин А. А. Цифровые двойники: понятия, типы и преимущества для бизнеса // Colloquium-journal – Голопристанский районный центр занятости. – 2019. – № 10-2 (34). – С. 101–104.

4. Исаков С. Н. Разработка методов диагностики конструктивных элементов массо-подводящих систем бумагоделательных машин: дис. ... канд. техн. наук 05.21.03. – Екатеринбург, 2010. – 145 с.

5. Исаков С. Н., Соколов В. А. Колебания вертикальных роторов сортировок бумажной массы // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI в.: сб. тр. II Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. – Ижевск : Ижевский гос. техн. ун-т им. М. Т. Калашникова, 2013 – С. 220–224.

УДК 625.852:630.383

И. А. Карабутова, С. И. Булдаков
(I. A. Karabutova, S. I. Buldakov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ
ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ**
(DETERMINATION OF MAIN EFFICIENCY PARAMETERS
OF LOGGING ROADS ASPHALT CONCRETE PAVEMENT)

Статья посвящена вопросам повышения эффективности технологии устройства асфальтобетонного покрытия лесовозных дорог. Определены основные параметры качества асфальтобетонной смеси и технологические параметры производства асфальтобетонных работ. Для решения поставленной задачи предложено дальнейшее использование методов нечеткой логики.

The article is devoted to the measures of improving the efficiency of asphalt concrete paving technology on logging roads. The main quality parameters of asphaltic concrete mix and technological parameters of asphalt concrete production works are defined. Further usage of fuzzy logic methods are proposed to complete the task.

Леса России, являясь одним из самых ценных природных ресурсов, занимают около 20 % общей площади мирового лесного покрова и удовлетворяют многочисленные экономические потребности общества. Лесная промышленность оказывает существенное влияние на развитие региональной экономики субъектов Российской Федерации, играет важнейшую роль

в создании условий для повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Освоение лесных ресурсов неразрывно связано с созданием множества новых линейных объектов, в том числе автомобильных дорог. Быстрота и эффективность процессов перевозок и доставки лесной продукции напрямую зависят от качества автомобильных лесовозных дорог и дорожных покрытий [1].

Оценка эффективности технологии устройства асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог выражается двумя показателями: качеством асфальтобетонной смеси, которое регламентируется требованиями действующих стандартов, и технологией производства дорожно-строительных работ.

С 1 июня 2019 г. в Российской Федерации вступили в действие более 20 национальных стандартов новых серий ГОСТ Р 58401 [2] и ГОСТ Р 58402 [3]. В основе данных комплексов стандартов лежит метод объемного проектирования асфальтобетонных смесей «Superpave» (Superior Performance Pavements). Объемная система проектирования асфальтобетона и щебеночно-мастичного асфальтобетона «Superpave» учитывает условия движения, транспортные нагрузки и климатические условия, используя методы испытаний, повторяющие реальные воздействия на дорожное покрытие.

На качество производства асфальтобетонной смеси влияет большое количество факторов [4], среди которых можно определить четыре группы:

- качество исходных материалов смеси и основные требования к ним;
- точность соблюдения технологических параметров производства смеси на асфальтобетонном заводе;
- точность проектирования рецептуры;
- условия и сроки хранения готовой смеси на асфальтобетонном заводе.

ГОСТ [2, 3] фиксирует нормативы физических параметров используемых исходных материалов, соблюдение которых влияет на качество полученной асфальтобетонной смеси. Исходными материалами для производства асфальтобетонной смеси являются минеральные компоненты (щебень, природные и дробленые пески, минеральный порошок) и битумное вяжущее, взятые в необходимых соотношениях и перемешанные при определенной температуре.

Определяющее значение имеет гранулометрический состав каменного заполнителя. В зависимости от номинального максимального размера применяемого минерального заполнителя асфальтобетонные смеси подразделяют на шесть типов: SP-4, SP-8, SP-11, SP-16, SP-22, SP-32, а щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси на 4 типа: SMA-8, SMA-11, SMA-16, SMA-22. Таким образом, диапазон изменения максимального размера применяемого минерального заполнителя составляет 4,0–31,5 мм и 8,0–22,4 мм соответственно.

Повышенное содержание в исходных материалах (щебнях, песках, минеральных порошках и т.д.), пылеватых и особенно глинистых частиц и зерен лещадной формы приводит к снижению качества асфальтобетонной смеси. Содержание слабых зерен в каменном заполнителе определяется соотношением 5:1.

Допустимые марки битумного вяжущего определяются по ГОСТ Р 58400.1 [5] с учетом максимальной и минимальной расчетных температур слоя, ограничивающих температурный диапазон, в котором битумное вяжущее сохраняет необходимые физико-химические свойства (температуру вспышки, динамическую вязкость, сдвиговую устойчивость и т.п.).

Асфальтобетонные смеси производятся на асфальтобетонных заводах (АБЗ) непрерывного и циклического действия, которые различаются технологическими процессами «сухого» и «мокрого» перемешивания, дозировкой компонентов, количеством получаемого материала, производительностью и степенью мобильности.

К наиболее значимым технологическим параметрам приготовления асфальтобетонной смеси, оказывающим влияние на основные свойства асфальтобетона в покрытии, относятся:

- точность дозирования исходных компонентов асфальтобетонной смеси (песка, щебня, минерального порошка, битума);
- температура нагрева и режим сушки минерального заполнителя;
- температура и режим нагрева битумного вяжущего;
- продолжительность перемешивания;
- исключение процесса сегрегации материалов по крупности при осуществлении выгрузки готовой асфальтобетонной смеси из накопительного бункера;
- время и условия хранения готовой смеси в накопительном бункере с учетом равномерности теплоизоляции.

Перечисленные выше параметры материалов и технологические параметры влияют на итоговое качество покрытия и определяют физико-механические (водостойкость, прочность, текучесть), эксплуатационные (стойкость к колееобразованию, усталостные свойства) и объемные (содержание воздушных пустот) свойства асфальтобетона.

Вопросы технологии производства дорожно-строительных работ связаны с точностью соблюдения укладки, степенью уплотнения асфальтобетонной смеси и соблюдением технологического перерыва по окончании работ.

В процессе укладки свойства асфальтобетонной смеси значительно изменяются, т. к. смесь остывает. При этом минимальное допустимое значение температуры асфальтобетонных смесей при укладке определяется в зависимости от температуры окружающего воздуха, толщины слоя и вязкости битума. От диапазона изменения температуры смеси зависит начало и возможная продолжительность технологических операций.

Физико-механические свойства готового асфальтобетонного покрытия зависят прежде всего от степени его уплотнения. *Уплотнение* – важнейшая технологическая операция. Недостаточное уплотнение смеси зачастую является одной из основных причин разрушения асфальтобетонного покрытия. Уплотняемость асфальтобетонных смесей зависит от типа, состава и температуры смеси, марки вяжущего, характеристик дорожно-строительных машин и соблюдения технологического режима готового асфальтобетонного покрытия.

Анализ основных факторов, влияющих на состояние покрытий, позволит совершенствовать технологии дорожного строительства, учитывать основные зависимости при принятии наиболее успешных управленческих решений. Таким образом, важнейшей задачей становится выявление закономерностей влияния определенных параметров эффективности технологии устройства асфальтобетонных покрытий на качество автомобильных лесовозных дорог. Классические методы управления хорошо работают при точно определенных и заданных параметрах, но в данном вопросе большую сложность вызывает количество параметров, определение их значимости и неопределенность границ. В таком случае оптимальными являются методы нечеткой логики, основанные на применении искусственных нейронных сетей. В настоящее время методы нечеткого моделирования применяются для оценки технологических решений устройства лесных дорог [6], поэтому при решении задач совершенствования технологии устройства асфальтобетонных покрытий также необходимо использовать методы нечеткой логики.

Библиографический список

1. Булдаков С. И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2017. – 176 с.
2. ГОСТ Р 58401. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования.
3. ГОСТ Р 58402. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Система объемно-функционального проектирования.
4. Булдаков С. И. Проектирование основных элементов автомобильной дороги: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2011. – 295 с.
5. ГОСТ Р 58400.1-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические условия с учетом температурного диапазона эксплуатации

6. Нейронечеткая сеть для оценки технологических решений устройства лесных дорог / В. В. Побединский, С. И. Булдаков, А. В. Берстенов, Е. С. Анастас // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 3 (39). – С. 95–103.

УДК 62-91

Б. Н. Карев, А. А. Волков
(B. N. Karev, A. A. Volkov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕНИ НАРАСТАНИЯ
ЗАМЕДЛЕНИЯ И ВЕЛИЧИНЫ ЗАМЕДЛЕНИЯ
В УСЛОВИЯХ ДТП ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ, ОСНАЩЕННЫХ ABS**
(ON DETERMINING THE MAGNITUDE OF THE DECELERATION
RISE TIME AND DECELERATION VALUE IN AN ROAD
TRAFFIC ACCIDENT FOR VEHICLES EQUIPPED WITH ABS)

Рассмотрена проблема определения реальных параметров торможения автомобиля, оснащенного ABS, при расследовании обстоятельств дорожно-транспортного происшествия.

The problem of determining the actual braking parameters of a car equipped with ABS, when investigating the circumstances of a road accident, is considered.

В работе [1] предложен метод определения времени нарастания замедления $t_{нз}$ и величины замедления j в условиях дорожно-транспортного происшествия (ДТП) с учетом загрузки автомобиля по длине следа юза автомобиля, т.е. в случае, когда автомобиль не оснащен ABS. Для автомобилей оснащенных ABS, данный метод может быть не применим, так как при экстренном торможении автомобиля, оснащенного ABS, следов юза на дорожном покрытии может не быть.

В случае если автомобиль оборудован ABS, можно воспользоваться следующим методом.

Будем предполагать, что после ДТП полученные повреждения позволяют совершить автомобилю два торможения с различными скоростями V_1^0 и V_2^0 (для определенности $V_2^0 > V_1^0$). Величины скоростей V_1^0 и V_2^0 могут быть определены с помощью системы ЭРА-ГЛОНАСС. Используя простое оборудование, можем определить время движения автомобиля при экстренном торможении до полной остановки $t_{1осм}$ при первом торможении и $t_{2осм}$ при втором торможении. Величину времени реакции водителя берем