

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА СТРУКТУРЫ И УКЛАДОЧНО-УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКТА МАШИН ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

А.М. ЛАРИОНОВ, С.Б. ПАРТНОВ

В статье приведен алгоритм выбора комплекта машин для поточного строительства асфальтобетонных покрытий

На эффективность функционирования комплекта машин для укладки и уплотнения дорожных покрытий оказывает влияние большое число факторов, определяющих климатические, технологические и режимные условия эксплуатации машин, а также условия определяемые состоянием и физико-механическими свойствами уплотняемых материалов.

Основным условием оптимального проектирования рабочего процесса укладочно-уплотнительного комплекта является ограничение суммарного времени выполнения технологических операций.

Формирование оптимального состава и обеспечение рациональных режимов работы машин, входящих в комплект для сооружения оснований и покрытий дорог, является одним из основных путей снижения затрат и повышения эффективности капитальных вложений в строительство автомобильных дорог.

Процесс уплотнения дорожно-строительных материалов является завершающим этапом строительства автомобильных дорог, во многом определяющий качество и надежность всего сооружения в целом. В связи с тем, что современные асфальтоукладчики не только укладывают, но и позволяют получить высокую степень предварительного уплотнения дорожного покрытия после укладки, эффективность использования комплектов уплотняющих машин (дорожных катков) и режимов их эксплуатации являются весьма актуальной задачей.

На современном этапе развития техники, когда одна и та же производственная задача может быть решена с помощью большого числа различных вариантов конструкций машин, многие расчеты и обоснования вариантов уже не могут быть выполнены традиционными методами и средствами и требуют применения соответствующих математических моделей и методов решения задачи и анализа вариантов с применением современной вычислительной техники [1]. Для этого разработана математическая модель функционирования технологического комплекса машин для строительства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей, структурные и функциональные взаимосвязи факторов, определяющих эффективность и качество процесса уплотнения применительно к поточному производству.

Многочисленными наблюдениями, проведенными как в Республике Беларусь, так и в ряде других стран, установлено, снижение со временем температуры асфальтобетонной смеси, уложенной в виде слоя на предварительно подготовленное основание, зависит от толщины этого слоя и температуры, как основания, так и воздуха.

Как показали исследования [2] характер этого снижения позволяет заключить, что оно может быть определено уравнением:

$$T = T_B + (T_H - T_B) \cdot e^{-\mu t}, \quad (1)$$

где T – текущая температура смеси, соответствующая времени t , от времени ее укладки; T_H – начальная температура смеси; T_B – температура воздуха; μ – постоянная, зависящая от температуры основания, толщины слоя и погодных условий.

Так как на эффективность функционирования комплекса оказывает влияние большое число факторов, определяющих климатические, технологические и режимные условия эксплуатации машин, а также условия определяемые состоянием и физико-механическими свойствами уплотняемых материалов, основным условием оптимального протекания рабочего процесса комплекса «асфальтоукладчик – дорожные катки» является ограничение суммарного времени выполнения технологических операций, не позволяющей остывать уплотняемой асфальтобетонной смеси до критически низкий температур.

$$t_k < t_o, \quad (2)$$

где t_k – общее время укладки и уплотнения смесей по длине захватки; t_o – допустимое время процесса уплотнения.

Модель функционирования системы и проведенные теоретические исследования были положены в основу синтеза алгоритма оптимизации режимов работы, и структуры машинного комплекса при укладке и уплотнении покрытий (рис. 1).

Алгоритм предусматривает последовательное сравнение эффективности применения возможных вариантов комплектов самоходных катков, и выбор оптимальных вариантов комплектов самоходных катков и выбор оптимального варианта для заданных условий дорожного строительства.

Допустимое время уплотнения горячих асфальтобетонных смесей вычисляется в блоке 4. В блоках 4-9 для каждого варианта комплектов катков реализуются исходные данные для выбора рациональных режимов работы, обеспечивающих допустимую продолжительность и качество уплотнения при непрерывном потоке процесса выполнения технологических операций. В блоках 10-14 корректируются по длине захватки скоростные режимы машин, входящих в комплект, по фазам уплотнения. В блоке 15 определяется эксплуатационная производительность комплексов машин, используемая в последующих расчетах удельных приведенных затрат при выборе оптимального варианта комплекта машин. На основании факторного анализа результатов машинных расчетов, используя метод множественной корреляции [3], было получено уравнение регрессии допустимого времени уплотнения:

$$t_D = e^Y, \quad (3)$$

где t_D – допустимое время уплотнения, мин.

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5 + a_6 \cdot \ln x_6 + a_7 \cdot x_7 \cdot \ln x_6, \quad (4)$$

где x_1 – начальная температура смеси, °С; x_2 – плотность асфальтобетона, т/м³; x_3 – теплопроводность материала поддерживающего слоя, $\frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с} \cdot ^\circ\text{C}}$; x_4 – скорость ветра, м/с; x_5 – температура воздуха, °С; x_6 – толщина слоя, м.

Значения коэффициентов уравнения регрессии равны:

$$a_0 = 1,194; a_1 = 0,033; a_2 = 0,620; a_3 = -0,178; a_4 a_4 = -0,027; a_5 = 0,021; a_6 = 0,753; a_7 = 0,004.$$

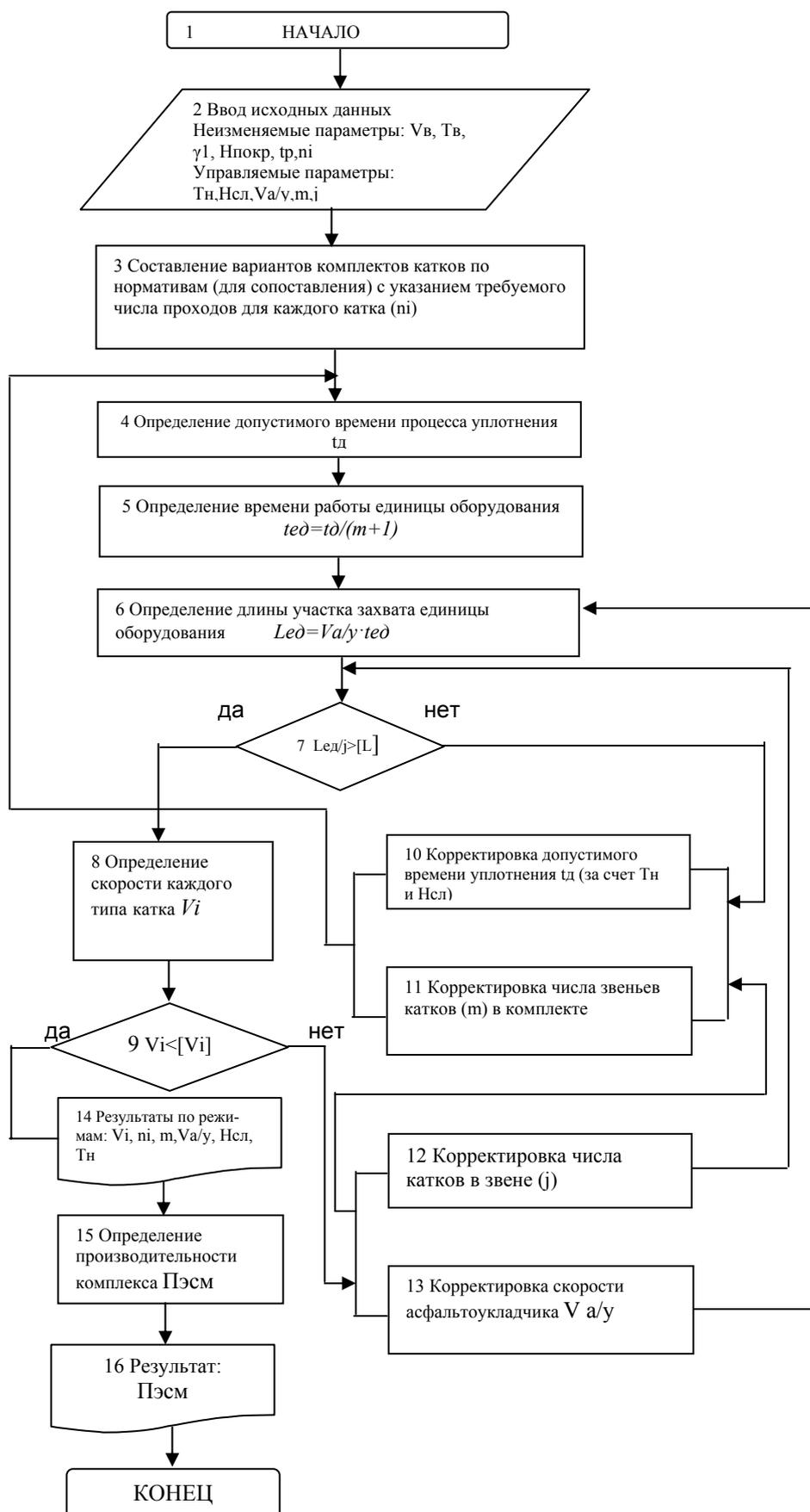


Рис. 1. Алгоритм выбора оптимальной структуры и режимов работы машин комплекса «асфальтоукладчик-каток»

Кривая 1 построена по уравнению (3) с учетом уравнения (4) по длине захватки, равной минимально допустимому значению $[L]$, и отражает взаимосвязь скорости асфальтоу-кладчика и допустимого времени уплотнения. Зона А является нерабочей, так как охватывает область значений, не удовлетворяющих условию (3). Зона Б выделяет область допустимого использования комплектов самоходных катков:

- кривая 2 построена для комплекта катков вибрационного действия (ДУ-95-2, ДУ-47Б, БУ-94);
- кривая 3 для катков статического действия (ДУ-54М, ДУ-72, ДУ-93).

Как видно из графика рис. 2 при скоростях укладки смеси до 8 м/мин использование комплектов самоходных катков возможно при значениях допустимого времени уплотнения более 12 мин. Для обеспечения непрерывности потока, качества и эффективности строительства покрытий, при значениях допустимого времени уплотнения, ограниченном 16-20 мин, скорость асфальтоукладчика должна быть более 4 м/мин.

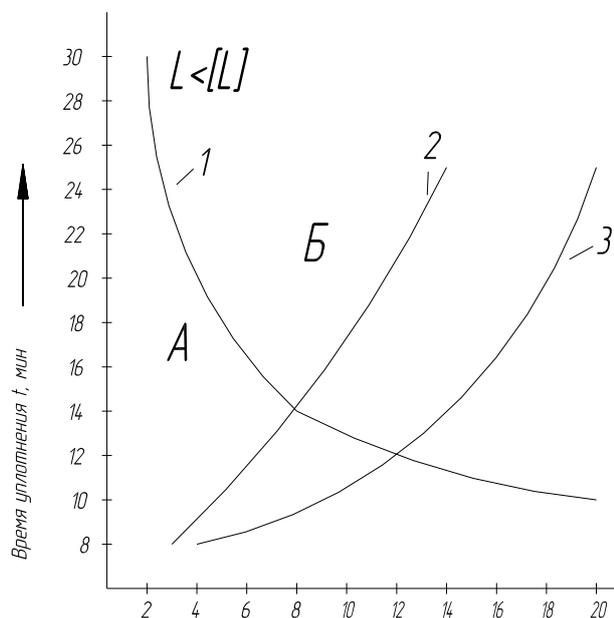


Рис. 2. График для определения интервалов допустимой скорости укладки смесей V в зависимости от значений допустимого времени уплотнения t .

Литература

1. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. – М.: Наука, 1969. – 372 с.
2. Партнов С.Б. Закономерности изменения физико-механических свойств асфальтобетонных смесей при уплотнении / Партнов С.Б., Семчен В.И. – Сб. науч. работ «Перспективные технологии, материалы и системы». 2003, с.260-265.
3. Локишин Е.С. Разработка основ выбора рациональной структуры отрядов самоходных катков при возведении асфальтобетонных покрытий. – Сб. науч. работ /МАДИ/ Повышение эффективности и качества эксплуатации дорожных машин. М.,1980, с. 109-113.

Ларионов Андрей Михайлович

Выпускник 2008 года автомеханического факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Партнов Станислав Борисович

К. т. н., доцент, декан автомеханического факультета Белорусско-Российского университета
Белорусско-Российский университет, г. Могилев