

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Шилкин С.В.,

Научный руководитель — д-р техн. наук Емельянов Р.Т.

Сибирский федеральный университет

Однородность структуры и плотность дорожного покрытия являются параметрами, которые в наибольшей степени обеспечивают долговечность дорожного покрытия. Для высококачественного устройства асфальтобетонного покрытия необходимо, чтобы температура укладываемой смеси во всем объеме была одинаковой. В результате неоднородности температурного поля в объеме смеси ее плотность будет значительно различаться. После укладки такой смеси в покрытие формируется множество неоднородных по свойствам участков. Переохлажденная смесь уплотняется хуже, поэтому на таких участках образуются различные дефекты покрытия.

Задача по исследованию и минимизации температурной сегрегации решалась на основе математического моделирования с использованием современных средств неразрушающего контроля и обработки информации. На основе экспериментально полученных данных проведено моделирование, позволяющее определить антисегрегационные мероприятия при транспортировании и укладке смеси в покрытие.

Математическая модель, описывающая процессы распределения температуры в бункере асфальтоукладчика, получена исходя из неоднородности температурного поля в объеме смеси. В зависимости от температуры окружающего воздуха количество тепла от асфальтобетонной смеси определяется по формуле

$$Q_{cm} = k_{cm} \sum F_i \Delta t,$$

где k_{cp} – коэффициент теплопередачи от асфальтобетонной смеси через элементы бункера к окружающему воздуху; F_i – площадь внешней поверхности элементов бункера.

Среднее значение коэффициента теплопередачи можно определить аналитически по формуле.

$$K_{cm} = \frac{Q_n dt (c_i J_i) \Delta T}{\sum F_i dt},$$

где c_i – средняя удельная теплоемкость бункера; J_i – масса элементов бункера; ΔT – приращение температуры асфальтобетонной смеси.

Тепловое состояние асфальтобетонной смеси в любой момент времени определяется по уравнению теплового баланса:

$$(Q_{zn}) d\tau = c_{zn} m_{zn} dT + k_{zn} F_{zn} (T - T_0) d\tau,$$

где $(Q_{zn}) d\tau$ – количество теплоты, выделяемое асфальтобетонной смесью за время $d\tau$; $c_{zn} m_{zn} dT$ – количество теплоты, затрачиваемое на нагрев элементов бункера на

температуру dT ; $k_{zn} F_{zn} (T - T_0) dt$ – количество теплоты, рассеиваемое в окружающую среду за время dt .

Динамические процессы рассматриваются при малых отклонениях параметров от их установившихся значений.

Температура асфальтобетонной смеси в бункере определится уравнением

$$T_{abc} = \frac{Q_{abc}}{k_{abc} \cdot F_{abc}} \left[1 - \exp \frac{-t \cdot k_{abc} \cdot F_{abc}}{m_{abcn} \cdot c_{abc}} \right] + T_0$$

где Q_{abc} – количество теплоты, выделяемое асфальтобетонной смесью за время dt ; c_i – средняя удельная теплоемкость бункера; $K_{гн}$ – коэффициент теплопередачи; F_i – площадь внешней поверхности элементов бункера; $m_{гн}$ – масса элементов бункера; T_0 – текущая температура асфальтобетонной смеси.

Для моделирования поведения динамических систем, к которым относятся, и система распределения температуры вдоль шнека, используются ЭВМ. Существует большое количество алгоритмических языков, на которых может быть выполнено решение задачи. Выбор того или иного языка программирования зависит от многих условий. Часто решающую роль оказывает удобство программирования, наличие проверенных математических методов, легкость представления результатов моделирования. Такими особенностями обладает пакет MATLAB, содержащий в своем составе инструмент визуального моделирования SIMULINK.

Модель, описывающая зависимость температуры асфальтобетонной смеси в среде «Matlab+ Simulink» приведена на рисунке.

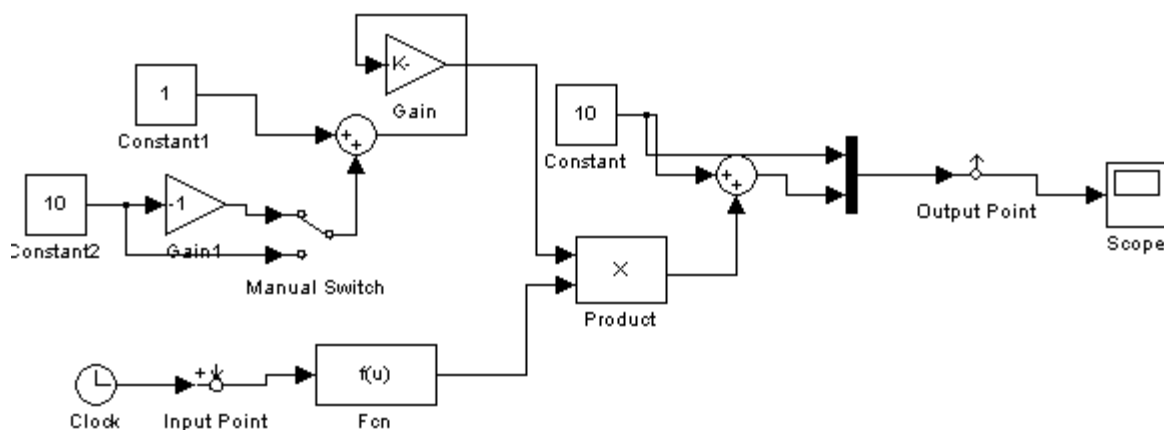


Рисунок - Модель температуры асфальтобетонной смеси набранная, в среде «Matlab+ Simulink»