

Программное обеспечение ЭВМ для теоретического исследования влияния конструктивных и эксплуатационных параметров двухвальцового виброкатка на качество уплотнения

Бежик А.А.

Белорусский национальный технический университет

Решив автоматизированным способом систему уравнений колебательной системы «остов катка» – «валцы» – «уплотняемый материал» [1] и уравнения описывающие гармонические колебания валцов исследуемого катка и реологические свойства асфальтобетонной смеси [2], составленные на основании динамической модели и расчетной схемы движения катка [3], позволяет автоматизировать процесс теоретического исследования влияния конструктивных и эксплуатационных параметров двухвальцового виброкатка на качество уплотнения с использованием ЭВМ.

Интерфейс разработанного программного продукт для ЭВМ для целей теоретического исследования представлен на рис. 1. Рассмотрим возможности данного программного продукта.

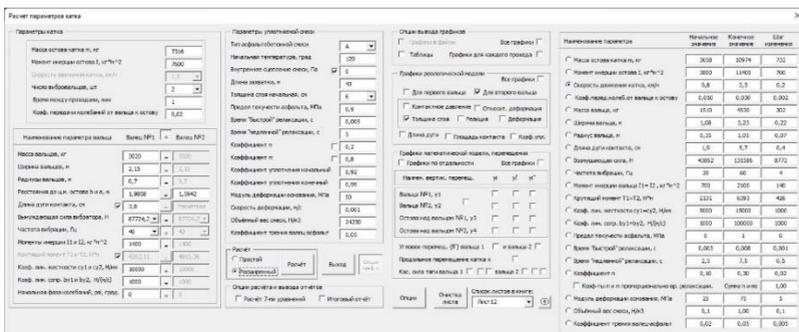


Рис. 1. Интерфейс программного продукта

Данный интерфейс программы имеет два вида: компактный (см. рис. 1) и расширенный (см. рис. 1). Переключение между этими

двумя видами осуществляется путём выбора метода расчёта «Простой / Расширенный» (см. рис. 2, поз. 5).

«Простой расчёт» позволяет выполнять однократный расчёт для заданных параметров в интерфейсе программы.

The screenshot shows a software interface with several panels:

- Panel 1 (Parameters of the roller):**
 - Mass of the roller frame m , kg: 7316
 - Moment of inertia of the frame I , $kg \cdot m^2$: 7600
 - Roller speed v , km/h : 1,5
 - Number of vibrators: 2
 - Time between passes, min: 1
 - Transfer coefficient of vibrations from the frame to the roller: 0,02
- Panel 2 (Roller parameters):**
 - Roller name: Валец №1 = Валец №2
 - Mass of rollers, kg: 3020
 - Width of rollers, m: 2,15
 - Radius of rollers, m: 0,7
 - Distance to the center of the frame b and a , m: 1,9858 = 1,5942
 - Contact arc length, cm: 3,8 (marked as calculated)
 - Compulsory force of the vibrator, N: 87724,2
 - Vibration frequency, Hz: 40
 - Moments of inertia I_1 and I_2 , $kg \cdot m^2$: 1400
 - Rotational moment T_1 and T_2 , $N \cdot m$: 4262,11 = 4815,36
 - Linear stiffness su_1 and su_2 , N/m : 10000
 - Linear damping bu_1 and bu_2 , $N/(m \cdot s)$: 1000
 - Initial phase of vibrations, psi , grad.: 0
- Panel 3 (Parameters of compacted concrete):**
 - Type of concrete: А
 - Initial temperature, grad: 120
 - Internal temperature of concrete, Pa: 0
 - Grasp length, m: 40
 - Initial layer thickness, cm: 6
 - Limit of asphalt plasticity, MPa: 0,9
 - Time of "fast" relaxation, s: 0,005
 - Time of "slow" relaxation, s: 5
 - Coefficient m : 0,2
 - Coefficient n : 0,8
 - Initial compaction coefficient: 0,92
 - Final compaction coefficient: 0,99
 - Foundation deformation modulus, MPa: 50
 - Deformation rate, m/s : 0,001
 - Concrete volume, N/m^3 : 24230
 - Friction coefficient roller-concrete: 0,05
- Panel 4 (Calculation options):**
 - Calculation method: Простой (selected) / Расширенный
 - Buttons: Расчёт, Выход, Опции граф. >
 - Options for calculation and report output:
 - Calculation of 7 equations:
 - Summary report:

Рис. 2. Интерфейс программного продукта (продолжение)

«Расширенный расчёт» позволяет получать множество вариантов расчёта путём автоматического изменения выбранного параметра с определенным шагом его изменения (см. рис. 3, поз. 10), что необходимо для быстрого теоретического исследования заданного параметра.

Кнопка «Расчёт» (см. рис. 2, поз. 5) непосредственно запускает процесс расчёта определенными, заданные в интерфейсе программы, методами и получение расчётных графиков (в виде отдельных графических файлов или на листе файла MS Excel) и таблиц (на листе файла MS Excel).

В части интерфейса программы, представленной на рис. 2, поз. 1, имеется возможность задать основные эксплуатационные и конструктивные параметры катка в целом (см. рис. 2, поз. 2) так и параметры вальцов (см. рис. 2, поз. 3) исследуемого катка. Причём, в

последнем случае, можно автоматически приравнять параметры двух вальцов, приняв параметры первого (переднего) вальца, в случае если они выполнены одинаковыми. Таким образом, можно теоретически исследовать катки различных эксплуатационных и конструктивных параметров с одинаковыми и разными вальцами. Отметки рис. 2, поз. 3а и поз. 3б позволяют задать параметры или позволить их рассчитать программе в зависимости от заданных параметров катка.

7 Опции вывода графиков

Графики в файлах Все графики

Таблицы Графики для каждого прохода

8 Графики реологической модели Все графики

Для первого вальца Для второго вальца

Контактное давление Относит. деформация

Толщина слоя Реакция Деформация

Длина дуги Площадь контакта Коэф. упл.

Графики математической модели, перенесения

Графики по отдельности Все графики

Наимен. вертик. перенещ.	y1	y1'	y1''
Вальца №1, y1 8а	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Вальца №2, y2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Остова над вальцом №1, y3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Остова над вальцом №2, y4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Угловое перенещ. (β) вальца 1 и вальца 2

Продольное перенесение катка x

Кас. сила тяги вальца 1 вальца 2

11 Опции

Очистка листа

Список листов в книге:

9

10

Наименование параметра	Начальное значение	Конечное значение	Шаг изменения
<input type="radio"/> Масса остова катка m, кг	3658	10974	732
<input type="radio"/> Момент инерции остова I, кг*м ²	3800	11400	760
<input checked="" type="radio"/> Скорость движения катка, км/ч	0,8	2,3	0,2
<input type="radio"/> Коэф. перед. колеб. от вальца к остову	0,010	0,030	0,002
<input type="radio"/> Масса вальца, кг	1510	4530	302
<input type="radio"/> Ширина вальца, м	1,08	3,23	0,22
<input type="radio"/> Радиус вальца, м	0,35	1,05	0,07
<input type="radio"/> Длина дуги контакта, см	1,9	5,7	0,4
<input type="radio"/> Возмущающая сила, Н	43862	131586	8772
<input type="radio"/> Частота вибрации, Гц	20	60	4
<input type="radio"/> Момент инерции вальца I1= I2, кг*м ²	700	2100	140
<input type="radio"/> Крутящий момент T1=T2, Н*м	2131	6393	426
<input type="radio"/> Коэф. лин. жесткости cу1=cу2, Н/мм	5000	15000	1000
<input type="radio"/> Коэф. лин. сопр. бу1=бу2, Н/(м/с)	1000	100000	1000
<input type="radio"/> Предел текучести асфальта, МПа	0	1	0
<input type="radio"/> Вреня "быстрой" релаксации, с	0,003	0,008	0,001
<input type="radio"/> Вреня "медленной" релаксации, с	2,5	7,5	0,5
<input type="radio"/> Коэффициент n 10а	0,10	0,30	0,02
<input type="checkbox"/> Коэф.-ты n и m пропорционально вр. релаксации. Сумма n и m:		1,00	
<input type="radio"/> Модуль деформации основания, МПа	25	75	5
<input type="radio"/> Объёмный вес смеси, Н/м ³	0,1	1,00	0,1
<input type="radio"/> Коэффициент трения валец-асфальт	0,02	0,05	0,005

Рис. 3. Интерфейс программного продукта (продолжение)

Задать реологические свойства и параметры уплотняемой асфальтобетонной смеси, а также некоторые начальные и конечные значения расчёта можно указать в части интерфейса программы, представленной на рис. 2, поз. 4. Отметка рис. 2, поз. 4а позволяет переключает расчёт через объёмный вес или через динамическую вязкость, скорость деформации и обобщённый линейный размер. Отметки рис. 2, поз. 4б позволяют изменять способ задания и получения коэффициентов расчёта.

В части интерфейса программы, представленной на рис. 3, поз. 7 задаётся как выводить аналитические графики – в отдельные файлы или на рабочий лист MS Excel, в «расширенном расчёте» все графики выводятся в графические файлы, надо ли выводить на рабочий лист MS Excel результаты расчётов в виде таблиц, по которым и строятся графики, а также выводить графики для каждого прохода катком или только для первого прохода.

В части интерфейса программы, представленной на рис. 3, поз. 8 указывается, как и какие графики реологической модели рассчитывать и выводить и для какого вальца. Отметка рис. 3, поз. 8а указывает каким методом рассчитывать перемещения u_1 и u_2 – из реологической моделью или путём решения уравнений колебательной системы «остов катка» – «вальцы» – «уплотняемый материал».

В части интерфейса программы, представленной на рис. 3, поз. 9 имеются некоторые возможности по работе с рабочими листами MS Excel.

В части интерфейса программы, представленной на рис. 3, поз. 10 задаются начальные и конечные значения исследуемого параметра катка или математических моделей, которые будут автоматически изменяться с заданным шагом. При этом в левой части интерфейса будет заблокирована задачи этого же параметра. Например, на рис. 1 заблокирована возможность задачи значения «Скорость движения катка», т.к. в правой части интерфейса уже указано, что этот параметр будет исследоваться и изменяться с определённым шагом. Отметка на рис. 3, поз. 10а позволяет изменить способ задания и получения коэффициентов расчёта.

Кнопка «Опции» (см. рис. 3, поз. 11) предоставляет доступ к дополнительным параметрам (см. рис. 4) оформления результатов автоматизированного расчёта.

Закладка «Имя файла» (см. рис. 4) позволяет указать какие короткие обозначения параметров и из значения будут записаны в имени файла с выводимым графиком. Это позволяет оперативно определить какие исходные данные использовались для построения графика в данном файле. Множество таких файлов с изменяемым одним параметром позволяет сформировать поверхность значений.

Закладки «Графики» и «Графики и расчёт» (см. рис. 4) позволяют настроить внешний вид выводимых графиков для их лучшего восприятия.

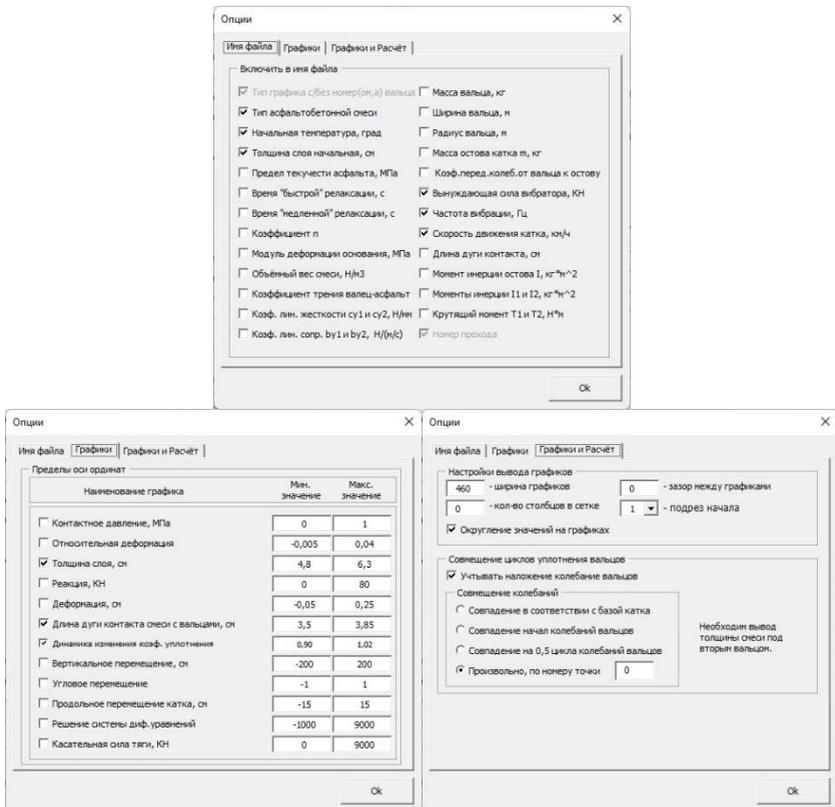


Рис. 4. Интерфейс программного продукта (окончание)

Данный программный продукт позволяет автоматизировать получения результатов расчётов при изменении множества параметров, что позволит повысить точность теоретического исследования влияния конструктивных и эксплуатационных параметров двух-вальцового виброкатка на качество уплотнения асфальтобетонной смеси.

Литература

1. Шавель, А. А. Математическое описание динамики вибрационного катка / А. А. Шавель, А. А. Бежик // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 17-й международной научно-технической конференции (72-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ) [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Факультет транспортных коммуникаций ; редкол.: С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 73-74.

2. Шавель, А. А. Математическое описание взаимодействия вибрационного катка с уплотняемой материалом / А. А. Шавель, А. А. Бежик // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 17-й международной научно-технической конференции (72-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ) [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Факультет транспортных коммуникаций ; редкол.: С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 75.

3. Шавель, А. А. Исследование влияния конструктивных и эксплуатационных параметров двухвальцового виброкатка на качество уплотнения / А. А. Шавель, А. А. Бежик // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 18-й Международной научно-технической конференции (73-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ) [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Факультет транспортных коммуникаций ; редкол.: С. Н. Соболевская (гл. ред.), С. Е. Кравченко. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 174-177.