

УДК 624.04 (075)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИБРОАКТИВАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Ю. С. Саленко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, м. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: knto@mail.ru

Описаны конструкция и принцип действия вибрационной установки, используемой для виброактивации асфальтобетонных смесей. На основании исследования динамической системы «вибрационный лоток–обрабатываемая среда–пригруз», в которой обрабатываемая среда, представлена в виде системы с распределенными параметрами. Установлены законы движения вибрационного лотка и уплотняемой среды, определено напряженно-деформированное состояние обрабатываемой среды, позволяющие подобрать необходимую интенсивность вибрационного воздействия на обрабатываемую среду в зависимости от физико-механических характеристик асфальтобетонной смеси, основных параметров вибрационной установки, наличия пригруза и толщины обрабатываемого слоя.

Ключевые слова: вибрационный лоток, обрабатываемая среда, закон движения, напряжения.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВІБРОАКТИВАЦІЇ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Ю. С. Саленко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: knto@mail.ru

Описано конструкція і принцип дії вібраційної установки, що використовується для віброактивації асфальтобетонних сумішей. На підставі дослідження динамічної системи «вібраційний лоток–оброблювана середо-привантажувач», в якій оброблювану середу представлено у вигляді системи з розподіленими параметрами, встановлені закони руху вібраційного лотка і середовища що ущільнюється, визначено напружено-деформований стан оброблюваного середовища, що дозволяє підібрати необхідну інтенсивність вібраційного впливу на оброблювану середу в залежності від фізико-механічних характеристик асфальтобетонної суміші, основних параметрів вібраційної установки, наявності привантажувача і товщини оброблюваного шару.

Ключові слова: вібраційний лоток, оброблювана середо, закон руху, напруги.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В современном дорожно-строительном производстве для приготовления асфальтобетонных смесей в основном используются асфальтосмесительные установки периодического действия, которые имеют высокую производительность и обеспечивают приготовление качественных асфальтобетонных смесей [1]. К основным недостаткам этих установок относятся сложность конструкции, высокая металлоемкость, повышенная энергоемкость и высокая стоимость.

В последние годы находят применение асфальтосмесительные установки непрерывного действия свободного перемешивания [2]. Они содержат агрегат питания, снабженный дозаторами минеральных материалов (щебня и песка) непрерывного действия, агрегат минерального порошка в виде силосной банки с дозатором непрерывного действия и общий транспортер, при помощи которого отдозированные фракции щебня и песка, а также минеральный порошок, подаются в сушильно-смесительный агрегат барабанного типа. В сушильном отделении этого агрегата происходит высушивание и нагрев минеральных составляющих, а в смесительном отделении их перемешивание с битумом. Выгружается готовая смесь в приемный бункер, а затем скиповым подъемником подается в накопительный бункер. Производительность установок такого типа от 50 до 500 т/ч. Эти установки имеют высокую производительность и отличаются сравнительной простотой конструкции, меньшей металлоемкостью, пониженной энергоемкостью и меньшей стоимостью в сравнении с асфальтосмесительными установками

периодического действия. Основной их недостаток – низкое качество приготовленной асфальтобетонной смеси, в которой содержатся дефектные агрегаты. При этом одни агрегаты состоят из слипшихся мельчайших минеральных частиц, покрытых битумной пленкой только по поверхности этих агрегатов, а другие состоят из капелек битума, которые капиллярными силами удерживают на своей поверхности минеральные частицы [3]. Это приводит к перерасходу битума и снижению прочности асфальтобетона [4]. Одним из путей разрушения дефектных агрегатов является использование вибрационного устройства в виде вибрлотка [5], обеспечивающего поличастотное вибрационное воздействие на асфальтобетонную смесь при выходе её из смесительного агрегата. Однако эта вибрационная установка обеспечивает вибрационную обработку асфальтобетонных смесей только при производительности до 50 т/ч. Для повышения производительности этих вибрационных установок требуется их усовершенствование с обоснованием рациональных параметров вибрационного воздействия на обрабатываемые асфальтобетонные смеси.

Цель работы – исследование рациональных параметров усовершенствованной вибрационной установки для вибрационной обработки (виброактивации) асфальтобетонных смесей.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. На рис. 1 представлена расчетная схема усовершенствованной установки для обработки асфальтобетонных смесей. Предложенная вибрационная установка отличается от существующей [5] тем, что она

снабжена инерционным пригрузом 6, который свободно устанавливается на поверхность обрабатываемой асфальтобетонной смеси 5 в центральной части вибrolотка и передним концом при помощи эластичной прокладки 7 прикрепляется к разгрузочной коробке сушильно-смесительного агрегата. Инерционный пригруз обеспечивает лучшую вибра-

ционную проработку асфальтобетонной смеси по всей толщине обрабатываемого слоя и устраняет подсос воздуха в асфальтобетонную смесь и разгрузочную коробку. В процессе вибрационной обработки асфальтобетонная смесь, сплошным потоком движется к разгрузочной кромке вибrolотка в режиме без подбрасывания.

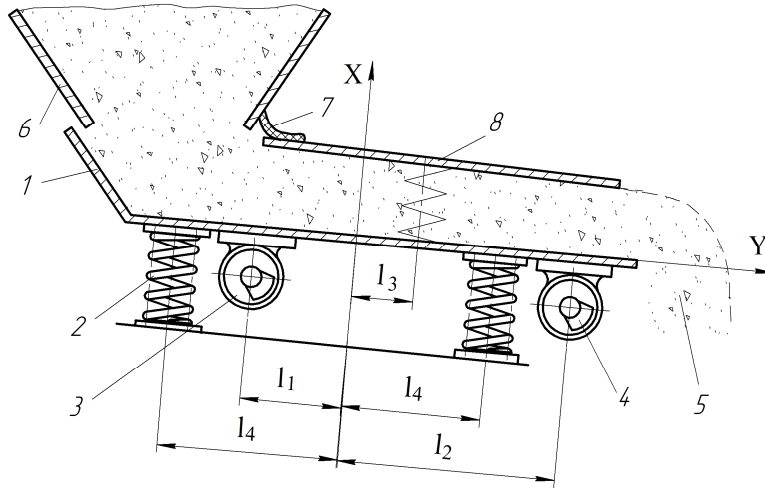


Рисунок 1 – Расчетная схема вибрационной установки для обработки асфальтобетонных смесей:

- 1 – вибровальный лоток; 2 – упругие амортизаторы; 3 – низкочастотный вибровозбудитель колебаний; 4 – высокочастотный вибровозбудитель колебаний; 5 – асфальтобетонная смесь; 6 – разгрузочная коробка; 7 – упругая прокладка; 8 – пригруз

При этом под действием низкочастотного 3 и высокочастотного 4 источников вибрации вибrolоток, совершая сложные полигармонические колебания, подвергает перемещаемую асфальтобетонную смесь переменному амплитудно-частотному вибрационному воздействию. В результате асфальтобетонная смесь вначале интенсивно перемешивается, а затем уплотняется. При этом разрушаются дефектные агрегаты смеси, битум равномерно обволакивает каждую частицу, из трещин и раковин крупных минеральных частиц удаляется воздух и они заполняются асфальтовым вяжущим, уменьшается толщина битумных пленок, среда становится однороднее, увеличивается сцепление вяжущего с минеральным материалом. Этот процесс носит необратимый характер. В конце обработки уплотненный слой асфальтобетонной смеси разрыхляется разгрузочной кромкой вибrolотка, совершающей высокочастотные колебания с большой амплитудой. Таким образом, в процессе вибрационной обработки асфальтобетонная смесь, представляющая собой упруговязкопластическую среду, уплотняется от начального ρ_0 до конечного ρ_k значений плотности и затем при выходе с лотка разрыхляется до удобообрабатываемого состояния и выдается в приемный бункер. В рабочем режиме вибrolотка движение уплотняемой среды в направлении координаты x за время t может быть описано следующим волновым уравнением [5]:

$$E_1 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} + \eta_1 \frac{\partial^3 u_1}{\partial x^2 \partial t} + f_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} - \rho_1 \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где E_1 , η_1 , f_1 – среднее значение динамического модуля упругой деформации, динамической вязкости и коэффициента сопротивления асфальтобетонной смеси; ρ_1 – плотность смеси, эквивалентная значениям E_1 , η_1 , f_1 ; u_1 и x – эйлерова и лагранжева координаты,

$$u_1 = u + \varphi l_3, \quad (2)$$

u – смещение смеси по центру тяжести вибrolотка, φ – угловое смещение вибrolотка, l_3 – расстояние от центра тяжести вибrolотка до равнодействующей сил сопротивления асфальтобетонной смеси.

Волновое уравнение колебаний (1) будем решать при следующих граничных условиях:

$$\begin{aligned} & -m_1 \frac{\partial^2 u(0,t)}{\partial t^2} - c_3 u(0,t) + E_1 F \left[\frac{\partial u(0,t)}{\partial x} + l_3 \frac{\partial \varphi(0,t)}{\partial x} \right] + \\ & + \eta_1 F \left[\frac{\partial^2 u(0,t)}{\partial x \partial t} + l_3 \frac{\partial^2 \varphi(0,t)}{\partial x \partial t} \right] + f_1 F [u(0,t) + l_3 \varphi(0,t)] = \\ & = -\sum_{j=1}^2 Q_j \sin \omega_j t, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & -J \frac{\partial^2 \varphi(0,t)}{\partial t^2} - c_3 l_4^2 \varphi(0,t) + E_1 F l_3^2 \frac{\partial \varphi(0,t)}{\partial x} + \\ & + \eta_1 F l_3^2 \frac{\partial^2 \varphi(0,t)}{\partial x \partial t} + f_1 F l_3^2 \varphi(0,t) = \\ & = -\sum_{j=1}^2 Q_j (-1)^j l_j \sin \omega_j t, \end{aligned} \quad (4)$$

$$m_3 \left[\frac{\partial^2 u(H,t)}{\partial t^2} + l_3 \frac{\partial^2 \varphi(H,t)}{\partial t^2} \right] + E_1 \left[\frac{\partial u(H,t)}{\partial x} + l_3 \frac{\partial \varphi(H,t)}{\partial x} \right] F + \eta_1 \left[\frac{\partial^2 u(H,t)}{\partial x \partial t} + l_3 \frac{\partial^2 \varphi(H,t)}{\partial x \partial t} \right] F + f_1 [u(H,t) + l_3 \varphi(H,t)] F = 0; \quad (5)$$

$$J_2 \frac{\partial^2 \varphi(H,t)}{\partial t^2} + E_1 F l_3^2 \frac{\partial \varphi(H,t)}{\partial x} + \eta_1 F l_3^2 \frac{\partial^2 \varphi(H,t)}{\partial x \partial t} + f_1 F l_3^2 \varphi(H,t) = 0. \quad (6)$$

Здесь m_1 , J – масса и момент инерции вибротка; c_3 и l_4 – жесткость упругих амортизаторов и их координата относительно центра тяжести вибротка; F – площадь днища вибротка; H – толщина обрабатываемого слоя; Q_1 и Q_2 – амплитуды возмущающих сил низко- и высокочастотного возбудителей колебаний; l_1 и l_2 – координаты приложения возмущающих сил относительно центра тяжести вибротка; ω_1 и ω_2 – угловые частоты возмущения; m_3 и J_2 – масса и момент инерции пригруза.

Представляя функцию $u_1(x,t) = u(x,t) + l_3 \varphi(x,t)$ в виде мнимой части комплексной функции

$$u_1(x,t) = u(x,t) + l_3 \varphi(x,t) = \sum_{j=1}^2 u_j(x) e^{i\omega_j t} + l_3 \sum_{j=1}^2 \varphi_j(x) e^{i\omega_j t} \quad (7)$$

и, используя метод решения [5], определим функции $u(x,t)$ и $\varphi(x,t)$ с учетом граничных условий (5) и (6) в следующем виде:

$$u(x,t) = \sum_{j=1}^2 D_{2j} e^{-\delta_{1j} x} \times \frac{A_{1j} \sin[k_{1j}(H-x) - \lambda_{1j}] + A_{2j} \sin[k_{1j}(H-x) - \lambda_{2j}]}{A_{1j} \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}) + iA_{2j} \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j})} \times e^{i\omega_j(t + v_{1j}x)}; \quad (8)$$

$$\varphi(x,t) = \sum_{j=1}^2 B_{2j} e^{-\delta_{1j} x} \times \frac{A_{1j} \sin[k_{1j}(H-x) - \lambda_{1j}] + A_{2j} \sin[k_{1j}(H-x) - \lambda_{2j}]}{A_{1j} \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}) + iA_{2j} \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j})} \times e^{i\omega_j(t + v_{1j}x)}; \quad (9)$$

где D_{2j} и B_{2j} – постоянные интегрирования (комплексные амплитуды), определяемые граничными условиями (3) и (4);

$$A_{2j} = \omega_j F \sqrt{(v_{1j} E_1 - \eta_1 \delta_{1j})^2 + (\eta_1 k_{1j})^2}; \quad (10)$$

$$\lambda_{2j} = \arctg \frac{\eta_1 k_{1j}}{\eta_1 \delta_{1j} - v_{1j} E_1}; \quad (11)$$

$$A_{1j} = \left[(m_3 \omega_j^2 + \delta_{1j} E_1 F + v_{1j} \eta_1 \omega_j^2 F - f_1 F)^2 + (k_{1j} E_1 F)^2 \right]^{0,5}; \quad (12)$$

$$\lambda_{1j} = \arctg \frac{k_{1j} E_1 F}{m_3 \omega_j^2 + \delta_{1j} E_1 F + v_{1j} \eta_1 \omega_j^2 F - f_1 F}. \quad (13)$$

Подставляя выражения (8) и (9) в граничные условия (3) и (4), определим комплексные амплитуды B_{2j} и D_{2j} :

$$B_{2j} = Q(-1)^j \frac{l_j}{l_3^2} \cdot \frac{1}{(c_4 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2) + i b_{1j} \omega_j}; \quad (14)$$

$$D_{2j} = \frac{Q_j}{(c_3 + c_{1j} - m_1 \omega_j^2) + i b_{1j} \omega_j} - Q_j (-1)^j \frac{l_j}{l_3} \times (c_{1j} + i b_{1j} \omega_j) / \left[(c_3 + c_{1j} - m_1 \omega_j^2) + i b_{1j} \omega_j \right] \times \left[(c_4 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2) + i b_{1j} \omega_j \right]; \quad (15)$$

где

$$c_{1j} = (\delta_{1j} E_1 + k_{1j} E_1 d_{1j} + v_{1j} \eta_1 \omega_j^2 - \eta_1 \omega_j k_{1j} d_{2j} - f) F; \quad (16)$$

$$b_{1j} = \left(\frac{d_{2j} k_{1j} E_1}{\omega_j} - v_{1j} E_1 + \eta_1 k_{1j} d_{1j} + \eta_1 \delta_{1j} \right) F; \quad (17)$$

$$d_{1j} = \frac{1}{2} \cdot \left[A_{1j}^2 \sin 2(k_{1j} H - \lambda_{1j}) + A_{2j}^2 \sin 2(k_{1j} H - \lambda_{2j}) \right] / \left[A_{1j}^2 \sin^2(k_{1j} H - \lambda_{1j}) + A_{2j}^2 \sin^2(k_{1j} H - \lambda_{2j}) \right]; \quad (18)$$

$$d_{2j} = A_{1j} A_{2j} \sin(\lambda_{2j} - \lambda_{1j}) / \left[A_{1j}^2 \sin^2(k_{1j} H - \lambda_{1j}) + A_{2j}^2 \sin^2(k_{1j} H - \lambda_{2j}) \right]. \quad (19)$$

Умножив числители и знаменатели выражений (14) и (15) на комплексные числа, сопряженные знаменателями, подставим эти выражения в зависимости (8), (9) и, выделяя из полученного выражения мнимую часть, найдем искомое решение уравнения (1), удовлетворяющего граничным условиям (3)–(6):

$$\varphi(x,t) = \sum_{j=1}^2 B_j e^{-\delta_{1j} x} \{ A_{1j} \sin[k_{1j}(H-x) - \lambda_{1j}] \times$$

$$\begin{aligned} & \times \sin[\omega_j(t + v_{1j}x) - \beta_{1j}] + A_{2j} \sin[k_{1j}(H - x) - \lambda_{2j}] \times \\ & \times \cos[\omega_j(t + v_{1j}x) - \beta_{1j}]; \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} u(x, t) = & \sum_{j=1}^2 C_j e^{-\delta_{1j}x} \{ A_{1j} \sin[k_{1j}(H - x) - \lambda_{1j}] \times \\ & \times \sin[\omega_j(t + v_{1j}x) - \psi_{1j}] + A_{2j} \sin[k_{1j}(H - x) - \lambda_{2j}] \times \\ & \times \cos[\omega_j(t + v_{1j}x) - \psi_{1j}]; \end{aligned} \quad (21)$$

$$C_j = \sqrt{D_j^2 + R_j^2 - 2D_j R_j \cos(\beta_{2j} + \beta_{4j} - \beta_{3j})}; \quad (22)$$

$$D_j = \frac{Q_j}{\sqrt{M_{2j}^2 + N_{2j}^2}}; \quad B_j = \frac{Q(-1)^j}{\sqrt{M_{1j}^2 + N_{1j}^2}} \cdot \frac{l_j}{l_3^2}; \quad (23)$$

$$R_j = Q(-1)^j \frac{l_j}{l_3} \sqrt{\frac{c_{1j}^2 + b_{1j}^2 \omega_j^2}{M_{3j}^2 + N_{3j}^2}}; \quad (24)$$

$$\begin{aligned} M_{1j} = & A_{1j} (c_4 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2) \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}) - \\ & - A_{2j} b_{1j} \omega_j \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j}); \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} N_{1j} = & A_{2j} (c_4 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2) \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j}) + \\ & + A_{1j} b_{1j} \omega_j \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}); \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} M_{2j} = & A_{1j} (c_3 + c_{1j} - m_1 \omega_j^2) \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}) - \\ & - A_{2j} b_{1j} \omega_j \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j}); \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} N_{2j} = & A_{2j} (c_3 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2) \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j}) + \\ & + A_{1j} b_{1j} \omega_j \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}); \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} M_{3j} = & A_{1j} [(c_4 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2)(c_3 + c_{1j} - m_1 \omega_j^2) - \\ & - b_{1j}^2 \omega_j^2] \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}) - A_{2j} b_{1j} \omega_j [c_3 + c_4 + 2c_{1j} - \\ & - (m_1 + m_2) \omega_j^2] \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j}); \end{aligned} \quad (29)$$

$$\begin{aligned} N_{3j} = & A_{2j} [(c_4 + c_{1j} - m_2 \omega_j^2)(c_3 + c_{1j} - m_1 \omega_j^2) - \\ & - b_{1j}^2 \omega_j^2] \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j}) + A_{1j} b_{1j} \omega_j [c_3 + c_4 + 2c_{1j} - \\ & - (m_1 + m_2) \omega_j^2] \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j}); \end{aligned} \quad (30)$$

$$m_2 = \frac{J}{l_3^2}; \quad \beta_{1j} = \arctg\left(\frac{N_{1j}}{M_{1j}}\right); \quad (31)$$

$$\beta_{2j} = \arctg\left(\frac{N_{2j}}{M_{2j}}\right); \quad \beta_{3j} = \arctg\left(\frac{N_{3j}}{M_{3j}}\right); \quad (32)$$

$$\psi_{1j} = \arctg \frac{D_{1j} \sin \beta_{2j} - R_j \sin(\beta_{3j} - \beta_{4j})}{D_{1j} \cos \beta_{2j} - R_j \cos(\beta_{3j} - \beta_{4j})}. \quad (33)$$

Используя выражения (20) и (21), определим в первом приближении закон перемещения уплотняемой среды в зависимости от координат x , y и времени t в следующем виде:

$$u_y(x, t) = u(x, t) + y\varphi(x, t). \quad (34)$$

При $x = 0$ выражение (34) описывает движение основания обрабатываемого слоя асфальтобетона и днища виброплиты, т.е.

$$\begin{aligned} u_y(0, t) = & \sum_{j=1}^2 A_{3j} [C_j \sin(\omega_j t - \psi_{1j} + \psi_{3j}) + \\ & + yB_j \sin(\omega_j t - \beta_{1j} + \psi_{3j})], \end{aligned} \quad (35)$$

где

$$A_{3j} = \sqrt{A_{1j}^2 \sin^2(k_{1j}H - \lambda_{1j}) + A_{2j}^2 \sin^2(k_{1j}H - \lambda_{2j})}; \quad (36)$$

$$\psi_{3j} = \arctg \frac{A_{2j} \sin(k_{1j}H - \lambda_{2j})}{A_{1j} \sin(k_{1j}H - \lambda_{1j})}. \quad (37)$$

Полученное выражение (35) представим в следующем виде:

$$U_y(0, t) = \sum_{j=1}^2 A_j(y) \sin(\omega_j t - \psi_j), \quad (38)$$

где

$$A_j(y) = A_{3j} \sqrt{C_j^2 + y^2 B_j^2 + 2C_j B_j y \cos(\psi_{1j} - \beta_{1j})}; \quad (39)$$

$$\psi_j = \psi_{3j} + \arctg \frac{C_j \sin \psi_{1j} + yB_j \sin \beta_{1j}}{C_j \cos \psi_{1j} + yB_j \cos \beta_{1j}}. \quad (40)$$

Возникающие в обрабатываемом слое асфальтобетонной смеси нормальные напряжения в зависимости от координат x , y и времени t могут быть определены путем подстановки выражения (34) в следующее уравнение:

$$\sigma(x, t) = E \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} + \eta \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x \partial t} + f u(x, t), \quad (41)$$

т.е.

$$\begin{aligned} \sigma(x, t) = & \sum_{j=1}^2 \left[\frac{A_j(y) e^{-\delta_j x}}{\sqrt{r_{1j}^2 \sin^2(k_j H - \lambda_{3j}) + r_{2j}^2 \sin^2(k_j H - \lambda_{4j})}} \right] \times \\ & \times \left[(r_{2j}^2 - r_{1j}^2) \sin k_j (H - x) \sin[\omega_j(t + v_j x) - \gamma_j] - \right. \\ & \left. - 2r_{1j} r_{2j} \sin k_j (H - x) \cos(\lambda_{3j} - \lambda_{4j}) \times \right. \\ & \left. \times \cos[\omega_j(t + v_j x) - \gamma_j] \right], \end{aligned} \quad (42)$$

где

$$r_{1j} = \sqrt{(Ek_j)^2 + (E\delta_j + v_j\eta\omega_j^2 - f)^2}; \quad (43)$$

$$r_{2j} = \sqrt{(\eta k_j)^2 + (\eta\delta_j - v_j E)^2}; \quad (44)$$

$$\lambda_{3j} = \operatorname{arctg} \frac{Ek_j}{E\delta_j + v_j\eta\omega_j^2 - f}; \quad (45)$$

$$\lambda_{4j} = \operatorname{arctg} \frac{\eta k_j}{\eta\delta_j - v_j E}; \quad (46)$$

$$\gamma_j = \psi_j + \operatorname{arctg} \frac{r_{2j} \sin(k_j H - \lambda_{4j})}{r_{1j} \sin(k_j H - \lambda_{3j})}. \quad (47)$$

Таким образом, приведенными теоретическими исследованиями установлены законы движения вибрационного лотка и уплотняемой среды и определены напряжения, возникающие в асфальтобетонной среде в процессе вибрационной обработки при поличастотном возбуждении колебаний и наличии пригрузки. Установлено, что высокое качество обработки асфальтобетонных смесей достигается при амплитуде напряжений в основании обрабатываемого слоя не менее 80 кПа при его толщине $H = 0,1$ м и 120 кПа при $H = 0,2$ м.

ВЫВОДЫ. Проведенные исследования позволяют на основании полученного решения волнового уравнения колебаний уплотняемой среды, представленной в виде системы с распределенными параметрами, установить закон движения вибрационного лотка и уплотняемой среды, определить напряжен-

но-деформированное состояние обрабатываемой среды, а также подобрать необходимую интенсивность вибрационного воздействия на обрабатываемую среду в зависимости от физико-механических характеристик асфальтобетонной смеси, основных параметров вибрационной установки, наличия пригрузки и толщины обрабатываемого слоя. Экспериментальные исследования показали, что вибрационная обработка улучшает качество асфальтобетонных смесей, позволяя повысить прочность асфальтобетона на 30...60 % при температуре 20 °С и в 1,7...2 раза при 50 °С, снизить водонасыщаемость асфальтобетона и уменьшить интенсивность уплотняющих нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марышев Б.С. Асфальтосмесители // Автомобильные дороги. – 2008. – № 6 (919). – С. 112–115.
2. Асфальтосмесительные установки различных типов. Анализ преимуществ и недостатков / Г.В. Кустарев, А.Д. Горшков // Автомобильные дороги. – 2009. – № 8 (933). – С. 145.
3. Маслов А.Г. Исследование процесса вибрационной обработки асфальтобетонных смесей // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1983. – № 3. – С. 135–139.
4. Вибрационные машины и процессы в дорожном строительстве / А.Г. Маслов, В.М. Пономарь. – К.: Будівельник, 1985. – 128 с.
5. Вибрационные машины и процессы в дорожно-строительном строительстве / А.Г. Маслов, Ю.С. Саленко. – Кременчуг: ЧП Щербатых, 2014. – 264 с.

STUDY OF VIBRATION MACHINE PARAMETERS FOR ASPHALT MIXES VIBROACTIVATION

Yu. Salenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: kmto@mail.ru

The design and principle of operation of a vibration machine, used for vibration activation of asphalt mixes are described. On the basis of the study of dynamic system "Vibrating tray – processed medium – weights", in which the processing environment is presented in the form of a system with distributed parameters, it is established the laws of motion of the vibrating tray and sealing medium, it is defined the stress-strain state of the processing environment, allowing you to choose the intensity of vibration exposure on the treated environment depending on the physical-mechanical characteristics of asphalt mixtures, the main parameters of a vibration machine, weights and thickness of the layer.

Key words: vibrating tray, treated medium, the law of motion, tension.

REFERENCES

1. Maryshev, B.S. (2008), "Asphalt", *Highways*, no. 6 (919), pp. 112–115.
2. Kustarev, G.V. (2009), "Asphalt mixing plants of various types. The analysis of the advantages and disadvantages", *Highways*, no. 8 (933), pp. 145.
3. Maslov, A.G. (1983), "Investigation of the process of vibrating processing of asphalt mixes", *Math. Universities. Construction and Architecture*, no. 3. pp. 135–139.
4. Maslov, A.G., Ponomar, V.M. (1985), *Vybratsyonnye mashyny i protsessy v dorozhnom stroitelstve* [Vibrating machines and processes in road construction], Budivelnik, Kyiv, USSR.
5. Maslov, A.G., Salenko, Y.S. (2014), *Vybratsyonnye mashyny i protsessy v dorozhno-stroitelnom stroitelstve* [Vibrating machines and processes in road-building construction], PP Cherbatykh, Kremenchuk, Ukraine.

Стаття надійшла 12.03.2015.