

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Кудрявцев Сергей Евгеньевич,
обучающийся 2 курса магистратуры
инженерного института
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
г. Мичуринск, Россия

Алехин Алексей Викторович
доцент кафедры «Транспортно-технологические
машины и основы конструирования»,
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
г. Мичуринск, Россия
Alekhinal@bk.ru

Аннотация. В статье представлены теоретические предпосылки для обоснования конструктивных параметров рабочего органа для уплотнения материалов дорожного полотна.

Ключевые слова: материал; уплотняющее оборудование; напряжения; параметры рабочего органа.

Для правильного выбора уплотняющего оборудования применительно к конкретным условиям, необходимо определить контактные давления, развивающиеся на поверхности с уплотняемым материалом, а так же установить оптимальную толщину уплотняемого слоя. Кроме этого для достижения качественного процесса уплотнения материалов, основную роль имеет соответствие параметров конструкции и воздействия уплотняющих рабочих органов изменяющимся показателям прочности уплотняемой среды.

Основными факторами, оказывающими влияние на процесс уплотнения, являются: режимы работы уплотняющего оборудования,

параметры конструкций рабочих органов и физико-механические свойства материалов, к которым относятся: модуль деформации, предел прочности, вязкость, предел текучести и параметр дисперсности. Сочетание этих свойств определяет более сложные характеристики процесса уплотнения, соответствующие величины напряжения и деформации.

Основными параметрами рабочих органов машин и режимов уплотнения являются: длина, ширина, диаметр, масса рабочего оборудования, скорость его перемещения, количество проходов, частота и амплитуда приложения нагрузки.

Рассматривая проведенные исследования, следует выделить две основные теории расчета напряжений. Одна из них основана на гипотезе о прямой зависимости между давлением и сжатием в отдельных точках области контактного взаимодействия.

Более простое решение задачи взаимодействия двух тел на основе данной теории дано М.В. Гололобовым [2].

Для нахождения максимального напряжения уплотняемого грунта в зоне контакта цилиндрического тела и плоскости получено выражение:

$$\sigma_{max} = \sqrt[3]{9q^2 32^{-1} R_1^{-1} \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)^{-1}} \quad (1)$$

где σ_{max} – напряжение в зоне контакта, Па;

q – удельное линейное давление, Н/м;

R_1 – радиус цилиндра, м;

C_1 и C_2 – коэффициенты пропорциональности, выражающие степень податливости материалов из которых состоит укатывающий цилиндр и уплотняемая поверхность.

В общем виде коэффициенты податливости C_i входят в уравнение:

$$\sigma = C\lambda, \quad (2)$$

где σ – напряжение на поверхности в зоне контакта, Па;

λ – величина деформации материала в конкретной точке, м.

Если принять жесткость цилиндрического тела равной бесконечности, то выражение (1) примет вид:

$$\sigma_{max} = \sqrt[3]{9 \cdot q^2 \cdot C_2 \cdot 32^{-1} \cdot R_1^{-1}} \quad (3)$$

Максимальная глубина погружения цилиндра в уплотняемый слой определяется из уравнения равновесного положения. Если длину образующей цилиндрического тела приравнять к единице, то можно записать

$$q = \sigma_{cp} a, \quad (4)$$

где σ_{cp} – среднее напряжение под цилиндрическим штампом, Па;

a – хорда, стягивающая, погруженную в уплотняемый материал часть цилиндра, м.

При небольшом погружении цилиндра, принимают допущение $\sigma_{max} = \sigma_{cp}$, считая, что

$$q = Q/B, \quad (5)$$

где Q – усилие от воздействия цилиндрического тела, Н;

B – ширина цилиндрического тела, м;

и принимая, что величина хорды приблизительно равна:

$$a = 2\sqrt{2R_1 h} \quad (6)$$

получаем выражение:

$$h = K \sqrt[3]{q^2 C^{-2} R_1^{-1}} \quad (7)$$

где h – максимальная глубина погружения цилиндра, м;

q – удельное линейное давление, Н/м;

K – постоянный коэффициент;

C – общий коэффициент пропорциональности, определяющий степень податливости материалов, из которых состоит укатывающий цилиндр и уплотняемая поверхность;

R_1 – радиус цилиндра, м.

По мнению Н.Н. Иванова [1], давление уплотняющего рабочего органа не может превышать сопротивления, оказываемого укатываемым слоем при определенной длительности нагружения, следовательно, для жесткого вальца, особенно на первых проходах, линейное давление на уплотняемую поверхность q равно:

$$q = \frac{Q}{\sqrt{DZ}}, \quad (8)$$

где Q – вес рабочего органа, Н;

D – диаметр рабочего органа, м;

Z – глубина погружения катка, м.

В результате поставленных опытов по вдавливанию сферических штампов в уплотняемый материал им было определено соотношение:

$$h = \Psi Q, \quad (9)$$

где h – максимальная глубина погружения, м;

Ψ – коэффициент пропорциональности; Q – вес катка, Н.

Среднее напряжение под сферическим штампом определится как

$$\sigma_{cp} = 4Q\pi^{-1}d^{-2} \approx Q\pi^{-1}D^{-1}h^{-1} \quad (10)$$

где Q – вес катка, Н;

d – диаметр отпечатка в материале, м;

D – диаметр штампа рабочего органа, м;

h – максимальная глубина погружения штампа в материал, м.

С учетом формулы (9), запишем:

$$\sigma_{cp} = \frac{1}{\pi D \Psi}$$

где σ_{cp} – величина среднего напряжения под цилиндрическим штампом,
Па;

D – диаметр штампа, м;

Ψ – коэффициент пропорциональности.

Таким образом, величина среднего напряжения в процессе вдавливания цилиндра в уплотняемый материал оказывается зависящей от диаметра вальца.

Список использованных источников

1. Беляев, К.В. Укладка и уплотнение асфальтобетонных смесей. Теория и расчёт : учебное пособие / К.В. Беляев, В.С. Серебренников ; СибАДИ. – Омск, 2015.– 207 с.

2. Беляев, К.В. Разработка энергоэффективных режимов работы машин для уплотнения асфальтобетонных смесей : дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Беляев Константин Владимирович. – Омск, 2004. – 174 с.

THE RESULTS OF A STUDY OF THE WORKING BODY FOR SEALING MATERIALS OF THE ROADBED.

Kudryavtsev Sergey Evgenievich,

Master's 2nd year student

engineering institute

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Alekhin Alexey Viktorovich

Associate Professor of the Department "Transport and technological

machines and basic engineering ",

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the theoretical background for the justification of the design parameters of the working body for compaction of roadway materials.

Keywords: material; sealing equipment; voltage; parameters of the working body.