

УДК 625.7.084

М.В. Дудкин, С.В. Речицкий

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО КАТКА,
ОБОРУДОВАННОГО ГИБКИМ ВАЛЬЦОМ С ИЗМЕНЯЕМЫМ РАДИУСОМ ОБЕЧАЙКИ**

При разработке катка нового типа, имеющего гибкий валец с изменяемым диаметром обечайки вальца (рис. 1) и обеспечивающего этим регулируемое контактное давление на уплотняемый материал, предполагается, что все вальцы катка, сколько бы их ни было, первоначально, до изменения радиуса обечайки гибкого вальца, имеют одинаково распределенную весовую нагрузку на каждый валец. В случае 2-вальцовых тандемных катков это условие легко выполнимо, поэтому конструктивный и экономический интерес представляет равномерное распределение массы катка для трехвальцового 2-осного катка.

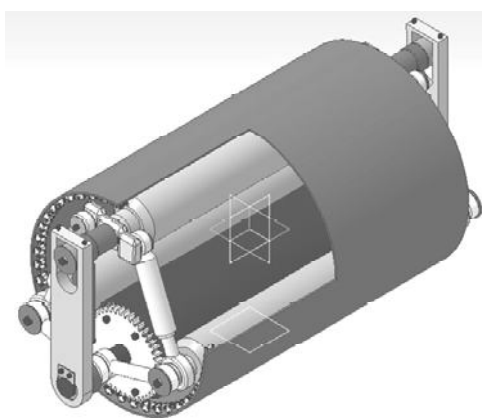


Рисунок 1 – Гибкий валец катка с принудительно изменяемым радиусом обечайки

Задние вальцы имеют диаметр гораздо больше переднего, на них приходится примерно $2/3$ веса катка, поэтому в процессе уплотнения именно они оказывают основное уплотняющее воздействие на укатываемый материал, а передний валец оказывает незначительное воздействие на уплотняемый материал и служит, в основном, для поворота катка и сохранения его равновесия [1].

Анализ технических характеристик катков, выпускаемых в мире, позволил найти каток японской фирмы «Sakai», создавшей 3-вальцовый каток «R-2», который сохранил достоинства обычных 3-вальцовых катков, но избавился от их недостатков (рис. 2) [2]. Все вальцы этого катка имеют одинаковый диаметр, а вес катка распределен таким образом, что и линейное удельное давление у всех вальцов одинаковое. Поэтому уплотнение производят не только задние, но и передний валец, в результате чего производительность такого катка гораздо выше, чем у обычного трехвальцового. Вместе с тем следует отметить, что в результате более равномерного распределения веса линейное удельное давление задних вальцов, при прочих равных условиях, у такого катка меньше, следовательно, он может уплотнять слои меньшей толщины.



Рисунок 2 – Трехвальцовый 2-осный каток R-2 фирмы «Sakai» с одинаковым диаметром и распределенной массой всех валцов

Для определения эффективности 3-вальцовых катков нового типа, конструкция которых удовлетворяет условиям установки гибкого вальца, целесообразно сравнить их технико-экономические показатели с показателями традиционных 3-вальцовых катков, выполняющих ту же работу. При сравнении использовались статистические данные о 3-вальцовых катках Японии, США, Германии, Швеции, Франции, Китая и других стран.

Рассматриваемый каток модели R-2 имеет следующие основные технические параметры:

1. Вес	11 т.
2. Диаметр задних валцов	1,7 м.
3. Диаметр переднего вальца	1,7 м.
4. Ширина заднего вальца	0,6 м.
5. Ширина переднего вальца	1,2.
6. Мощность двигателя	66,5 л.с.
7. Линейное удельное давление	45,8 кг/см = 4,58 т/м.
8. Ширина уплотняемой полосы	2,3 м.

Для сравнения необходимо определить основные технические параметры обычных 3-вальцовых катков, способных уплотнять слои материала на ту же глубину, что и каток R-2.

Глубина уплотнения гладковальцовыми катками определяется по формуле [3]

$$h_0 = 4 \sqrt{\frac{q \cdot R}{E_0}}, \quad (1)$$

где h_0 – глубина уплотнения,

q – линейное удельное давление,

R – радиус вальца,

E_0 – модуль деформации уплотняемого материала.

Из формулы (1) видно, что катки будут уплотнять одинаковый материал на одну и ту же глубину, если выполняется равенство

$$R_1 q_1 = R_2 q_2, \quad (2)$$

где индекс 1 относится к каткам старого типа,
индекс 2 относится к каткам нового типа.

Для трехвалцовых катков:

$$R_3 = \frac{d_3}{2}, \quad (3)$$

$$q_3 = \frac{\frac{2}{3}G}{2B_3} = \frac{G}{3B_3}, \quad (4)$$

где R_3 – радиус задних вальцов,
 d_3 – диаметр задних вальцов,
 q_3 – линейное удельное давление задних вальцов,
 G – вес катка,
 B_3 – ширина задних вальцов.

Обработка статистической информации о зарубежных трехвалцовых катках позволила получить следующие корреляционные зависимости:

$$d_3 = 1,108 + 0,06G, \quad (5)$$

$$B_3 = 0,404 + 0,013G, \quad (6)$$

где все величины выражены в тоннах и метрах.

Подставим в формулу (2) зависимости (3) и (4), а также технические параметры катка R-2, выраженные в тоннах и метрах:

$$\frac{1,108 + 0,06 \cdot G}{2} \cdot \frac{G}{3(0,404 + 0,013 \cdot G)} = 1,7 \cdot 4,58, \quad (7)$$

$$\frac{1,108G + 0,06G^2}{6 \cdot (0,404 + 0,013G)} = 7,786.$$

После преобразований получаем:

$$0,06G^2 + 0,47G - 18,87 = 0, \quad (8)$$

$$G_{1/2} = \frac{-0,47 \pm \sqrt{0,47^2 + 4 \cdot 0,06 \cdot 18,87}}{2 \cdot 0,06} = \frac{-0,47 \pm 2,179174}{0,12}.$$

Квадратное уравнение (8) имеет один положительный корень $G = 14,25$.

Таким образом, можно сделать вывод, что для выполнения работы, производимой одиннадцатитонным катком нового типа, необходим каток старого типа весом 14,5 тонн. Сравним их технико-экономические показатели.

Между весом и ценой 3-валцовых катков имеется следующая корреляционная зависимость:

$$S = 5,56 + 0,895G \quad (9)$$

Тогда
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{5,56 + 0,895 \cdot 11}{5,56 + 0,895 \cdot 14,5} = 0,831.$$

Производительность обычных 3-валцовых катков при заданной толщине уплотняемого слоя можно определить по формуле

$$\Pi_1 = \frac{1000 \cdot (2 \cdot B_3 - 2a) \cdot V_{cp}}{n}, \quad (10)$$

где a – ширина перекрытия при смежных проходах;

v_{cp} – средняя скорость;

n – необходимое число проходов.

Производительность новых катков определяется по формуле

$$П_2 = \frac{1000 \cdot (B - a) \cdot V_{cp}}{n}, \quad (11)$$

где B – ширина уплотняемой полосы.

При одинаковых условиях работы и одинаковом материале скоростной режим и необходимое число проходов также одинаковы.

Тогда

$$\frac{П_2}{П_1} = \frac{B - a}{2B_3 - 2a}. \quad (12)$$

B_3 для катка весом 14,5 тонны можно определить по формуле (6)

$$B_3 = 0,404 + 0,013 \cdot 14,5 = 0,5925.$$

Величина перекрытия a берется обычно равной 0,1 м.

Тогда:

$$\frac{П_2}{П_1} = \frac{2,3 - 0,1}{2 \cdot 0,5925 - 2 \cdot 0,1} = 2,235.$$

Таким образом, определено, что каток нового типа, имеющий вес в 0,76 раза, а цену – в 0,83 раза меньше, чем каток старого типа, предназначенный для той же работы, имеет при этом в 2,24 раза большую производительность, а следовательно, является перспективным и экономически выгодным для установки на нем гибкого вальца с изменяемой геометрией (радиусом) обечайки.

Список литературы

1. Исследование методами физического моделирования тягово-сцепных свойств колесных движителей специальных машин, работающих на слабых грунтах: Отчет о НИР/МАДИ / Рук. темы В.В. Тарасов. – Тема № 1174. – М., 1975. – 189 с.
2. Техника Sakai для дорожного строительства [Электронный ресурс] // Каталог выпускаемой продукции фирмы Sakai. – Электрон. дан. (1 файл). – <http://sakai.t-s-c.ru/>
3. Хархута Н.Я. Машины для уплотнения грунтов. – Л.: Машиностроение, 1973. – 176 с.

Получено 29.04.10

УДК 681.142.352

Ж.С. Исмагулова, У.Б. Байзылдаева
КазАТК им. М. Тынышпаева, г. Алматы