

О эффективности конструкций дорожных вибрационных катков

Шавель А.А., Бежик А.А.

Белорусский национальный технический университет

Катки – неперенный атрибут реконструкции старых, так и строительства новых дорог, трасс и автострад. Катки предназначены для уплотнения дорожных покрытий и верхних слоёв оснований из асфальтобетонных смесей различных типов и гравийно-щебеночных материалов. Сегодня уже большинство причастных к сооружению дорожных объектов пришло к осознанию того, что уплотнение является если не основной или главной, то, по крайней мере, ключевой технологической операцией по своей значимости и влиянию на эффективность вкладываемых средств, на качество, надёжность и долговечность всего дорожного сооружения.

Эффективность уплотнения зависит от величины уплотняющих нагрузок, времени их действия и прочего. Вибрационные катки уменьшают количество требуемых проходов и имеют большую производительность по сравнению с катком статического действия.

Известен валец катка [1] относящийся к машинам для уплотнения дорожных оснований и покрытий, в частности к рабочим органам катков. Достоинством вальца является повышенная эффективность уплотнения материала за счет регулирования амплитуды колебаний.

Валец катка работает следующим образом. Вследствие того, что под действием роликов 5 (см. рис. 1) генераторов волн обечайка 1 принимает на торцах форму эллипсов, большая ось которых больше диаметра обечайки 1, обечайка 1 стремится сдвинуться с роликов 5 в направлении к центру вальца. Поскольку два генератора волн стремятся сдвинуть ее к центру с противоположных сторон, то обечайка 1 займет некоторое устойчивое положение, в котором она будет находиться в равновесии, т.е. иметь осевую фиксацию. При вращении вала 2 с генераторами волн происходит волнообразное деформирование обечайки 1, приводящее к тому, что наиболее выступающая точка, обечайки 1 перемещается по ее длине. В связи с

этим нагрузка на уплотняемый материал передается только частью ее длины, которая перемещается вдоль линии контакта.

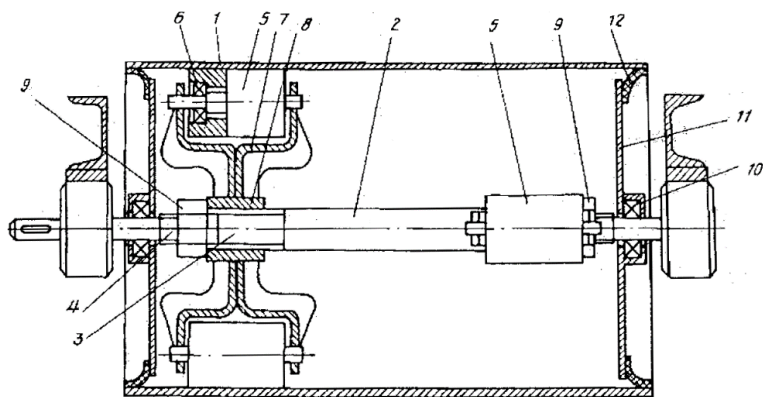


Рис. 1. Валец катка

В данной конструкции для обеспечения функционирования генераторов волн, обечайка вальца не может быть жесткой. Для обеспечения равной деформации уплотняемого материала по ширине катка, необходимо чтобы обечайка по ширине вальца имела одинаковую жёсткость, что невозможно обеспечить в данной конструкции (см. рис. 1) в районе левого генератора волн обечайка через водило жестко связана с рамой вальца, а в районе правого генератора волн такой связи нет.

Дорожный каток [2] содержит раму (см. рис. 2), смонтированные на центральной оси фланцы с равномерно расположенными по окружности осями. На осях установлены валики, приводящиеся в движение посредством цепной передачи таким образом, что прокатывание валиков по участку уплотнения происходит без скольжения. Переменная толщина обечайки каждого из валиков по окружности создает возможность изменения их жесткости в радиальном направлении, что является необходимым для создания требуемого контактного давления при прокатывании по участку уплотнения. Внешняя цилиндрическая поверхность каждого из валиков выполнена концентричной относительно оси вращения для того, чтобы участок уплотнения имел правильную цилиндрическую форму. Это необходимо для равномерного уплотнения материала при прокатке

от рыхлого состояния до состояния окончательной плотности. Эксцентричность внутренней поверхности валиков относительно наружной создает условия равномерного изменения их радиальной жесткости, которая зависит от толщины обечайки.

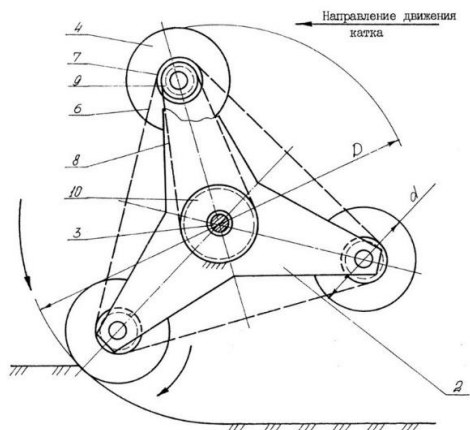


Рис. 2. Кинематическая схема катка, вид сбоку

Резюме. Недостатком рассмотренной конструкции дорожного катка является то, что при пробуксовывании любого валика в зоне контакта с уплотняемым материалом не будет обеспечиваться работоспособность данного устройства по заложенной в конструкции схеме: «...чтобы в момент контакта каждого из валиков с материалом он контактировал с ним той частью своей цилиндрической поверхности, которая имеет модуль упругости, обеспечивающий условие $\sigma_{\text{конт}} \approx \sigma_p \dots$ » [2].

В предлагаемом способе уплотнения дорожно-строительных материалов [3], заключающемся в воздействии на материал вращающегося вибровальца, генерирующего колебания вокруг своей оси, дополнительно производят воздействие на уплотняемый материал, производя круговые колебания вальца вокруг оси его вращения. Обеспечение увеличенного воздействия на уплотняемый материал в горизонтальном направлении за счет генерирования в вальце одновременно круговых и крутильных колебаний позволяет при значительном снижении сил трения между частицами включить в процесс уплотнения вертикальное воздействие вибрирующей массы

вальца. На рис. 3 изображен вибровалец в разрезе, реализующий заявленный способ, а на рис. 4 приведен пример определения траектории колебаний обечайки вальца и находящегося в контакте с вальцом уплотняемого материала.

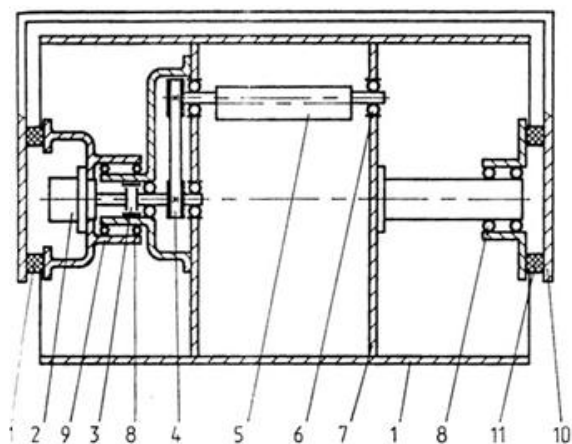


Рис. 3. Вибровалец в разрезе

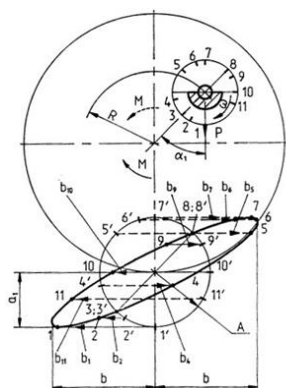


Рис. 4. Траектория колебания обечайки вальца и находящегося в контакте уплотняемого материала

Данная конструкция несложная, может быть принята во внимание при создании вибрационно-осциллирующего вальца, для обоснования параметров которого, потребуется провести полные теоретические исследования. Однако простота конструкции может не

обеспечить высокой эффективности уплотнения и не избежать значительной вибрации рамы катка и рабочего места оператора.

В самоходном вибрационном катке с возбудителем комбинированного действия [10] совместное воздействие на вибровалец двух возмущающих сил, возникающих при одновременном вращении трех валов с дебалансами, оказывает сминающее и сдвигающее воздействие на уплотняемый материал. Возникающие при этом вертикальные и сдвигающие деформации обеспечивают высокую эффективность уплотнения при сравнении небольшой массе катка. В результате крутильных колебаний вибровалец, перемещаясь, не отрывается от уплотняемой поверхности и вовлекает к колебательное движение уплотняемый материал, сохраняя при этом высокую устойчивость и управляемость.

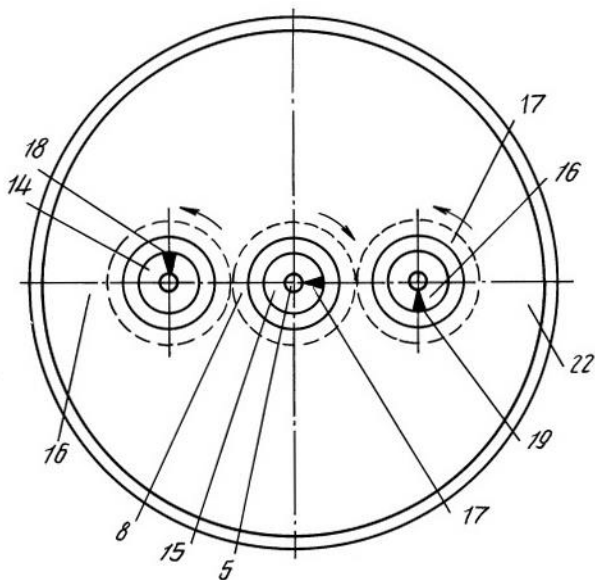


Рис. 5. Поперечный разрез вибровальца

Вибровозбудитель в данной конструкции вибровальца непростой, но функционально обеспечивает создание крутильных и вертикальных колебаний вибровальца, что и создаёт предпосылки по-

лучения высокой эффективности уплотнения при минимуме отрицательных побочных явлений при работе катка.

Рассмотрев существующие конструкции вибрационных катков, можно сделать вывод, что на катках применяются вибровозбудители с постоянным или с изменяемым статическим моментом дебалансов. Вибровозбудители с постоянным статическим моментом просты по конструкции и имеют наибольшее распространение.

Для обеспечения оптимального режима работы катков всё более в практику внедряются «интеллектуальные» катки, оснащенные системой оперативного контроля плотности, системой адаптивного управления вибровозбудителем и др. Однако они в разы дороже катков в традиционное исполнение.

Литература

1. Валец катка : пат. RU 244816 / А.А. Головнин. – Оpubл. 27.09.1995.
2. Дорожный каток : пат. RU 2100516 / В.И. Баловнев, Н.Е. Курбатов, Г.В. Кустарев. – Оpubл. 27.12.1997.
3. Способ уплотнения дорожно-строительных материалов : пат. RU 2081962 / В.И. Окунев, А.В. Данильченко [и др.]. – Оpubл. 20.06.1997.
4. Самоходный вибрационный каток с возбудителем комбинированного действия : пат. RU 2079610 / М.Р. Буренюк, О.М. Карпов [и др.]. – Оpubл. 20.05.1997.
5. Вибрационная техника для уплотнения и устройства дорожных оснований и покрытий : пособие для студентов специальностей 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» и 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса» ; сост.: А. В. Вавилов [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – 66 с.