

УДК 625.084

Предложения к внедрению в дорожно - строительную отрасль комбинированного уплотняющего оборудования

Казаков Олег Юрьевич¹,
соискатель

4informatika@mail.ru
SPIN-код: 6271-4855

Савельев Андрей Геннадьевич²,
профессор, д-р техн. наук

prof.saveliev@yandex.ru
SPIN-код: 7256-5030

¹ Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Значительный объем работ и высокие темпы строительства асфальтобетонных дорог обуславливают необходимость в новой производительной уплотняющей технике. В статье представлено комбинированное уплотняющее устройство, ключевой особенностью которого является рабочий орган в виде вальца многократного воздействия. По результатам модельных испытаний, которые проводились на изготовленном автором стенде, выявлены оптимальные параметры и режимы работы рабочего органа: обязательное наличие упруго-деформируемого ленточного элемента и направление вращения вальца от неуплотненного материала к уплотненному, а количество воздействий по одной точке покрытия предусматривается в количестве от 5 до 15 раз. Сформулированы методы и рекомендации для монтажа оборудования на базовые машины, что позволяет внедрить его в отрасль с использованием существующего парка техники без лишних затрат.

Ключевые слова: уплотнение асфальтобетона, комбинированное оборудование, внедрение, дорожное строительство

Proposals for the introduction of combined compacting equipment in the road construction industry

Kazakov Oleg Yuryevich¹,
Ph. D. candidate

4informatika@mail.ru
SPIN-code: 6271-4855

Saveliev Andrey Gennadievich²,
Professor, Doctor of Technical Sciences

prof.saveliev@yandex.ru
SPIN-code: 7256-5030

¹ Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

² Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Abstract. The significant volume of work and high pace of asphalt concrete road construction necessitate new productive compaction equipment. The article presents a combined compaction device, the key feature of which is a working body in the form of a multiple-

impact roller. Based on the results of model tests conducted on a test bench manufactured by the author, the optimal parameters and operating modes of the working body were identified: the mandatory presence of an elastically deformable belt element and the direction of roller rotation from uncompacted material to compacted material, with the number of impacts per point of the pavement ranging from 5 to 15 times. Methods and recommendations for installing the equipment on base machines have been formulated, which allows it to be introduced into the industry using the existing fleet of equipment without unnecessary costs.

Keywords: asphalt compaction, combined equipment, implementation, road construction

Введение. Актуальность разработки и внедрения в технологию строительства уплотняющего оборудования предлагаемой конструкции для асфальтобетонных смесей обусловлена значительными объемами работ по созданию, замене и ремонту дорожных сетей.

Существующая и широко применяемая технология строительства включает следующие шаги. Перевозка самосвалами асфальтобетонной смеси и ее выгрузка в асфальтоукладчик или перегружатель. Распределение асфальтобетонной смеси по ширине полосы укладки с предварительным уплотнением трамбующим брусом. Дальнейшее уплотнение группой дорожных катков с гладкими или вибрационными вальцами.

Существуют также инновационные подходы, так, например, в «Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ)» разработана и предложена к реализации технология скоростного строительства дорожного полотна [1].

Преимуществами подхода являются непрерывность укладки и высокая скорость движения группы машин. Но существующие катки не могут обеспечить качественное уплотнение без задействования большого количества единиц техники.

Комбинированное уплотняющее оборудование. Рассмотренные предпосылки привели к разработке конструкции комбинированного уплотняющего оборудования (рис. 1) [2].

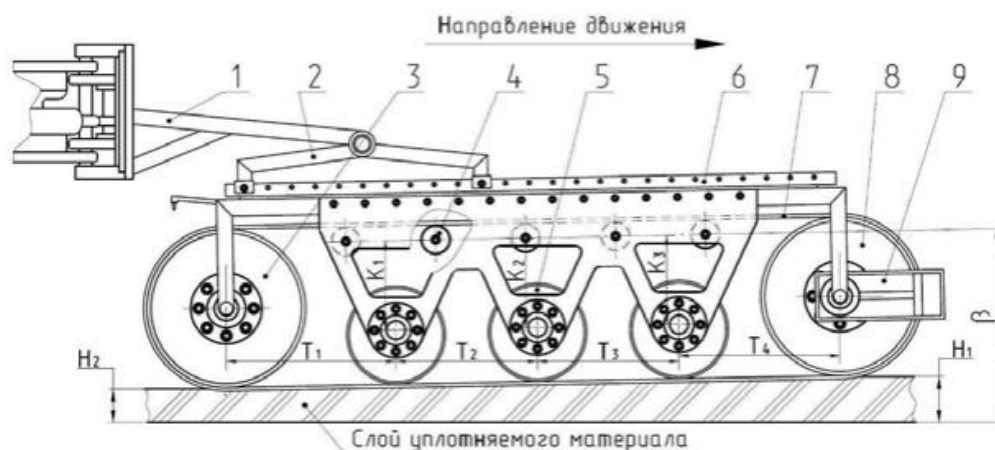


Рис. 1. Конструкция комбинированного уплотняющего оборудования

Рабочие органы в виде валцов многократного воздействия (поз. 5) закреплены на несущей раме (поз. 6) на определенных расстояниях $K_{1...3}$, $T_{1...3}$. Расположение осей вращения влияет на заглубление вальца, величину усилия на материал. Регулируя эти и другие параметры возможно адаптировать уплотняющее оборудование под различные материалы [3].

Группа рабочих органов оказывает уплотняющее воздействие на слой материала посредством упруго-деформируемого ленточного элемента (поз. 7), обернутого вокруг опорных валцов (поз. 3 и 8), а его натяжение регулируется соответствующим механизмом (поз. 9). Вспомогательные ролики также препятствуют его провисанию. Рама соединена с базовой (несущей) машиной посредством тяговых элементов (поз. 1), балансира (поз. 3) и вспомогательной конструкции (поз. 2). Что позволяет поддерживать угол β по отношению к горизонтальной плоскости при осадке слоя с величины H_1 до H_2 .

Главным рабочим органом выступает валец со смещенной осью вращения, совершающий многократные ударно-прокатывающие воздействия по участку покрытия. В результате увеличиваются осадка слоя материала и коэффициент уплотнения. Процесс воздействия на материал осуществляется при установившемся движении вслед за асфальтоукладчиком за один проход.

Методы и материалы. Конструкция оборудования проектировалась с учетом ряда модельных экспериментальных исследований в лабораторных условиях, выполненных на впервые разработанном и сконструированном стенде (рис. 2).

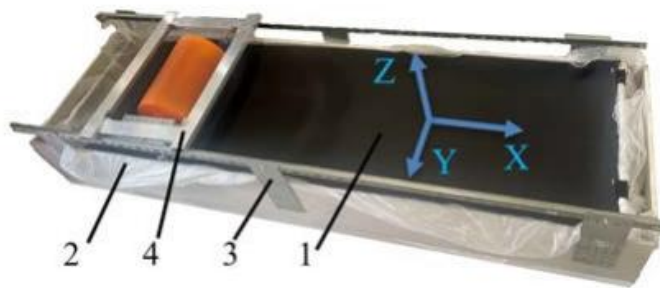


Рис. 2. Стенд для модельных исследований:

1 — емкость для материала; 2 — корпус стенда; 3 — направляющие; 4 — подвижная конструкция с вальцом

Эксперименты проводились с использованием смеси кварцевого песка и масел со свойствами, достаточными для корректного моделирования холодной песчаной смеси типа Гх.

Определение эффективности качества уплотнения осуществлялось по соответствующим разработанным методикам, где определяющими показателями считались: осадка слоя материала; коэффициент уплотнения смеси; величина призмы волнообразования перед рабочим органом в виде вальца со смещенной осью вращения.

Выявленные оптимальные параметры и режимы работы. В результате проведения экспериментов были выявлены следующие оптимальные параметры и режимы работы:

1. Применение упруго-деформируемого ленточного элемента в конструкции комбинированного оборудования позволяет снизить призму волнообразования перед рабочим органом. Что достигается за счет снижения сдвиговых деформаций и равномерного распределения нормальных и касательных напряжений в асфальтобетоне [4].

2. Направление вращения вальца многократного воздействия от уплотненного материала к уплотненному определено как оптимальное с точки зрения эффективности уплотнения. Что объясняется направлением усилий со стороны вальца, которое способствует перемещению частиц материала под рабочий орган, способствуя равномерному и полноценному воздействию. Выброс материала перед вальцом при этом ниже, чем при вращении от уплотненного материала к уплотненному [5].

3. Оптимальным числом воздействий вальца со смещенной осью по одной точке уплотняемого покрытия составляет 5–15 раз. При таком значении повышение коэффициента происходит без переуплотнения и недоуплотнения. Кинематика движения крайней части вальца такова, что излишние воздействия не приводят к увеличению осадки.

Внедрение комбинированного уплотняющего оборудования в дорожное строительство с учетом оптимальных параметров и режимов работы может быть осуществлено за счет прицепного исполнения, где его перемещение происходит усилиями несущей машины. Несущей может выступать машина с шарнирно-сочлененной рамой, способной к повороту одной части по отношению к другой за счет шарнира и гидравлического оборудования. Такое тягово-сцепное устройство позволит оперативно осуществлять монтаж и демонтаж комбинированного уплотняющего оборудования, что повышает гибкость использования техники.

На рис. 3 представлено исполнение с несущей машиной в виде гладковальцового катка. Однако для монтажа пригодны и иные машины, обладающие подходящей энергонасыщенностью (например, универсальные дорожные тягачи).

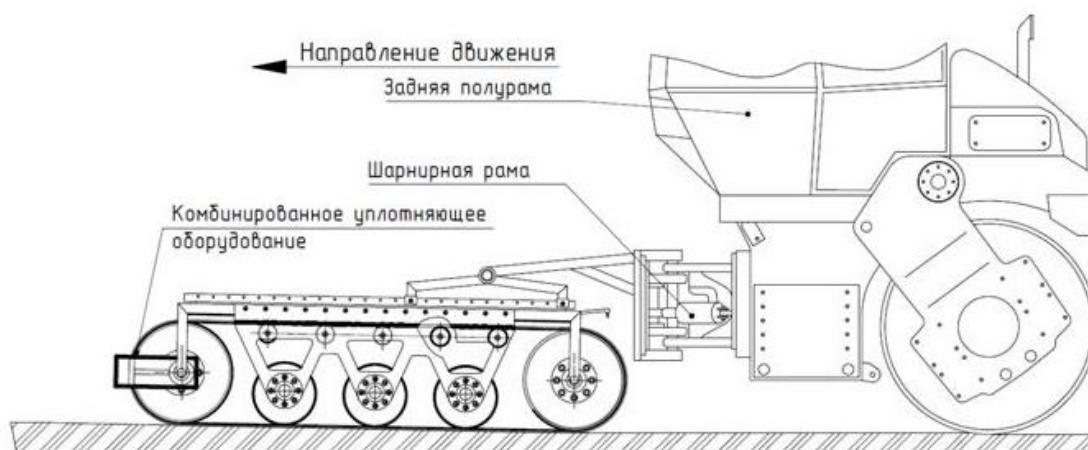


Рис. 3. Комбинированное уплотняющее оборудование с несущей машиной в виде катка

Изменение направления движения осуществляется за счет поворотной рамы несущей машины штатными средствами управления и гидравлическим рулем.

Вальцы многократного воздействия приводится в движение за счет вращения приводных валов собственных высокомоментных электрических моторов с независимым частотным регулированием. Что обеспечивает возможность задания различных частот вращения для каждого вальца многократного воздействия и, соответственно, повышает адаптируемость оборудования к конкретным условиям работы и определенным уплотняемым материалам.

Электрическое питание может быть обеспечено несколькими путями: отбор мощности штатного генератора от бортовой системы несущей машины посредством генератора повышенной мощности при отсутствии нарушения энергетического баланса и перегрузки силовой установки; монтаж на несущую машину отдельного генератора мощности.

Количество рабочих органов в виде вальцов многократного воздействия определяется требуемым эффектом от уплотнения. Так, 2–3 единицы могут обеспечить предварительное или окончательное (финишное) уплотнение при работе в группе с другим уплотняющим оборудованием. 3–5 единиц могут быть способны обеспечить полный цикл уплотнения за один проход с достижением нормативных значений коэффициента уплотнения 0,97–1,00 для асфальтобетона.

Возможно также использование нескольких комплектов комбинированного уплотняющего оборудования для осуществления укладки широких дорожных полотен при использовании соответствующего количества асфальтоукладчиков.

Заключение и выводы. В результате проведенных научных и конструкторских работ разработано эффективное средство для уплотнения асфальтобетона в процессе строительства дорожного полотна, одной из важнейших особенностей которого является принцип работы, позволяющий достигнуть требуемого коэффициента уплотнения за один проход без необходимости реверсивного движения.

Практическая ценность работы заключается в разработанной конструкции и научно-исследовательских изысканиях. Ряд экспериментально выявленных оптимальных параметров и режимов работы комбинированного оборудования повышают его эффективность. Приведенные схемы и принципы устройства позволяют вести конструкторскую деятельность по созданию конкретных моделей новой техники.

В качестве дальнейших рекомендаций по внедрению комбинированного уплотняющего оборудования в технологию строительства дорожного асфальтобетонного полотна можно выделить:

- создание механизма, преобразующего энергию при движении вальцов многократного воздействия вверх в полезную работу по аналогии с существующими решениями [6];

– разработка самодвижущихся исполнений комбинированного уплотняющего оборудования, способных автоматически выдерживать траекторию и скорость движения.

Список источников

- [1] Кустарев Г.В., Павлов С.А., Ушков А. В. *Высокоэффективные комплексы для скоростного строительства асфальтобетонных покрытий*. Москва, МАДИ, 2019, 140 с.
- [2] Казаков О.Ю., Кустарев Г.В. *Устройство для уплотнения горячих асфальтобетонных смесей и грунтов*. Патент № 194303 РФ, 2019, бюл. № 34.
- [3] Лябаев А.К., Савельев С.В. К вопросу о проблемах повышения эффективности работы дорожных катков. *Образование. Транспорт. Инновации. Строительство. IV Нац. науч.-практ. конф.: сб. матер.* Омск, СибАДИ, 2021, с. 35–38.
- [4] Казаков О.Ю., Савельев А.Г. Обоснование использования упругодеформируемой ленты в комбинированном уплотняющем оборудовании для асфальтобетонных смесей. *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*, 2025, т. 22, № 3 (103), с. 346–355.
- [5] Казаков О.Ю., Савельев А.Г. Обоснование направления вращения рабочего органа комбинированного уплотняющего оборудования для асфальтобетонных смесей. *Научно-технический вестник Брянского государственного университета*, 2025, № 3, с. 265–277. <https://doi.org/10.22281/2413-9920-2025-11-03-265-277>
- [6] Савельев, С.В., Михеев В.В., Потеряев И.К. Компенсирующий комбинированный рабочий орган дорожного катка. *Известия МГТУ МАМИ*, 2025, т. 19, № 1, с. 391–400.