

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

*Восточно-Казахстанский Государственный Технический Университет
им. Д. Серикбаева*

На правах рукописи

**ПАШИЛОВ
Иван Викторович**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ
ВЕДУЩИХ ВАЛЬЦОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ КАТКОВ**

6N0713 “Транспорт, транспортная техника и технологии”

Автореферат по диссертации на соискание академической степени
магистра наук

Научный руководитель:
Профессор кафедры «ТМ и О»
Дудкин М.В

Усть-Каменогорск, 2010

Развитие промышленности и сельского хозяйства тесно связано с расширением сети автомобильных дорог, увеличением объема работ по содержанию, ремонту и реконструкции действующих магистралей. Выполнение этих мероприятий на базе высокоэффективной дорожно-строительной техники и оборудования обеспечивает существенную экономию материальных, энергетических и трудовых ресурсов производственных процессов в строительстве и дорожном хозяйстве. Это потребует применения новой эффективной дорожной техники, к которой относятся самоходные гладко-вальцовые катки.

В настоящее время дорожное строительство развивается в направлении увеличения прочности и долговечности дорог, что обуславливает применение для устройства дорожных одежд дорогостоящих материалов и усложняет технологию. Однако вложенные средства и затраченные усилия оказываются напрасными, если земляное полотно недостаточно устойчиво. Уплотнение также представляет собой важную составную часть технологии строительства зданий и сооружений. От того, как запроектированы и реализованы работы по уплотнению, зависят надежность, качество и долговечность законченного объекта.

Поэтому устройству прочного и устойчивого земляного полотна, являющегося фундаментом сооружения, уделяется особенно большое внимание. Для получения наиболее плотной упаковки частиц материала, увеличения сцепления между ними, дорожно-строительные материалы уплотняют. Уплотнение грунтов и других дорожно-строительных материалов – наиболее дешевый и вместе с тем действенный метод повышения прочности и устойчивости земляного полотна. Процесс уплотнения, выполняемый путем статического или динамического воздействия, существенно влияет на эксплуатационную прочность отдельных строительных элементов и сооружения в целом. Уплотнение битуминозных смесей ведет к уменьшению воздушных включений, а также к увеличению сцепления между частицами, составляющими смесь. При уплотнении

насыпных материалов и грунтов естественного залегания, а также щебня уменьшаются поры, а при уплотнении влажного материала также сокращается содержание воды.

Грунты по своей природе весьма разнообразны и поэтому их физико-механические свойства различны. В процессе строительства их уплотняют в разных условиях – на больших площадях, в насыпях, на откосах, в траншеях, котлованах и т.п. Все это обуславливает различные требования к машинам для уплотнения грунтов. Часто эти требования противоречивы и поэтому уплотнение грунтов в дорожном строительстве не может быть выполнено какой-либо одной или даже двумя типами существующих в настоящее время машин. Высокая плотность материала достигается правильным выбором методов уплотнения, параметров применяемых машин и режимов уплотнения.

Давления на поверхности контакта рабочих органов машин с уплотняемой средой не должны быть выше пределов прочности среды. Они должны постепенно повышаться от прохода к проходу или от удара к удару. При высоких давлениях на поверхности контакта рабочих органов с материалом возникает пластическое течение (выдавливание) материала из-под рабочих органов. При укатке это влечет за собой волнообразование. При недостаточных давлениях не будет достигнута требуемая плотность слоя, что отрицательно скажется на прочности, несущей способности и долговечности дорожного покрытия.

Разнообразие типов уплотняющих машин, а также их относительно невысокая производительность усложняют технологический процесс по возведению дорожного полотна, требуют привлечения значительных людских ресурсов, что, в конечном итоге, повышает стоимость единицы продукции при производстве работ. Это удорожает дорожное строительство и зачастую не позволяет использовать с полной эффективностью все типы дорожных катков.

Актуальность работы. Одной из актуальных задач, стоящих перед страной, является развитие сети автомобильных дорог с твердым покрытием. Выполнение возрастающего объема работ по строительству автомобильных дорог и их модернизации требует применения не только качественно новых технологий строительства, но и новых высокопроизводительных машин и комплексов. Темпы развития автомобильного транспорта и грузооборота требуют интенсификации процесса строительства автомобильных дорог, увеличения срока их службы. Важным элементом технологического процесса строительства автомобильных дорог является уплотнение асфальтобетонной смеси.

Как известно, технология уплотнения дорожного покрытия вальцевыми катками предусматривает использование, как правило, нескольких типоразмеров катков. Это обусловлено спецификой уплотнения дорожных покрытий и выбором необходимой «дозировки» уплотняющего воздействия. Так, в начале процесса уплотнения для предотвращения сдвига материала покрытие следует уплотнять малыми нагрузками. По мере увеличения степени уплотнения покрытия применяют более тяжелые катки, которые создают повышенное давление вальца на опорную поверхность, т.е. для производства уплотнительных работ иногда требуется использовать три и более различных катков. Применение вальцов традиционной конструкции не позволяет спроектировать универсальный каток, обеспечивающий оптимальные параметры уплотнения дорожно-строительных материалов даже за несколько проходов по одному следу. Поэтому актуальной является разработка конструкции катка с вальцом переменной кривизны. Один такой каток способен заменить несколько катков с обычными вальцами, что, несомненно, актуально при нынешней дороговизне техники. Предварительные исследования показали, что аналогичных решений в зарубежной и отечественной практике нет.

На территории Республики Казахстан промышленного производства дорожных катков или уплотняющих вальцов к ним – нет, поэтому данная

работа актуальна и конкурентоспособна на технологическом рынке Республики Казахстан. Основные поставщики дорожных катков в Казахстан – Россия, Германия и Китай. В России исследованием уплотнения дорожно-строительных материалов дорожными катками с изменяющимся контактным давлением, в основном пневмошинными, занимались в МАДИ (ТУ), г. Москва, СибАДИ, г. Омск, ТГТУ, г. Тверь. В настоящее время разработка нового, эффективного оборудования для уплотнения дорожно-строительных материалов в этих ВУЗах, за исключением СибАДИ, не ведётся.

Цель работы. Разработка дорожного катка, повышающего эффективность уплотнения дорожно-строительных материалов за счет бесступенчатого изменения контактного давления уплотняющего вальца катка в зоне контакта с уплотняемой поверхностью, снижение затрат на производство за счет сокращения номенклатуры катков, применяемых в дорожном строительстве, повышение качества дорожного покрытия.

Объект исследования. Для исследования принято уплотняющее оборудование гладковальцового дорожного катка.

Положения защищаемые в работе:

результаты моделирования кинематических и силовых параметров уплотняющего оборудования гладковальцового дорожного катка;

результаты экспериментальных исследований по определению влияния режимов работы дорожного катка с изменяемой геометрией вальца на эффективность процесса уплотнения асфальтобетонной смеси и на нагруженность уплотняющего оборудования;

Практическое значение работы. Доказана целесообразность оснащения дорожного катка вальцем с изменяемой геометрией и оценена его эффективность.

Разработаны рекомендации по совершенствованию уплотняющих рабочих органов дорожных катков и методика расчета и оптимизации параметров уплотняющего оборудования с изменяемой геометрией.

Публикации. По результатам выполненных исследования опубликовано 2 печатные работы.

Работа имеет экспериментальный и теоретический характер. Лабораторный эксперимент, анализ результатов которого представлен в третьем разделе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность проблемы, определяются цель, задачи, предмет, объект исследования. Формулируются гипотезы и положения, выносимые на защиту, раскрывается научная новизна, практическая значимость работы.

В первом разделе представлены результаты обзора научно-технической информации, анализ которой позволил сделать вывод о целесообразности применения дорожного самоходного катка с изменяемой геометрией вальца, обеспечивающего бесступенчатое изменение контактного давления уплотняющего вальца катка в зоне контакта с уплотняемой поверхностью.

Во втором разделе произведён выбор и обоснование технологической схемы вальца с изменяемой геометрией кривизны обечайки. Предлагаемый каток позволяет бесступенчато менять контактные давления вальца на материал, а при установке вибровозбудителя – динамически воздействовать на уплотняемый материал, тем самым, создавая максимальную эффективность уплотнения, снижая структурное сопротивление материала деформированию и оптимально дозируя величину контактного давления, что позволит уплотнять дорожные материалы, достигая коэффициента уплотнения $K_y=1$ и более, при меньшем числе проходов по одному следу. В целом использование таких катков способно существенно повлиять на темпы строительства дорожных сооружений и расширение сети автомобильных дорог в нашей стране и за рубежом. Применение катка с изменяемой

геометрией уплотняющих валцов позволит интенсифицировать процесс уплотнения дорожно-строительных материалов и улучшить условия работы машиниста.

В третьем разделе представлено лабораторное исследование. Целью экспериментальных исследований является проверка и уточнение основных теоретических положений, выбор рациональных параметров и режимов работы различных рабочих органов дорожных катков, адаптирующихся к уплотняемой среде. При проведении экспериментальных исследований последовательно рассматривались несколько задач:

1) Экспериментальное определение зависимости коэффициента уплотнения материала от радиуса кривизны вальца в зоне их контакта. Эти экспериментальные исследования проводились поочередно на модели вальца с изменяемой кривизной обечайки в зоне контакта с уплотняемой средой и экспериментальном стенде для исследования дорожных катков;

2) Экспериментальное определение влияния конструктивных параметров катков с рабочими органами, адаптирующимися к уплотняемой среде, на уплотнение грунтов, асфальтобетонных смесей и других дорожно-строительных материалов. В данном разделе диссертационной работы представлены методики экспериментальных исследований эффективности влияния различных конструктивных параметров рабочих органов катка на уплотняемую среду.

В четвёртом разделе изложено теоретическое исследование рабочего процесса дорожного катка с рабочими органами, адаптирующимися к уплотняемой среде. Анализ напряженного и деформированного состояния колец в трех случаях нагружения показывает, что для конструктивной реализации пригодны два случая. Первый случай соответствует кольцу растянутому двумя силами. Этот случай деформации может быть реализован как в варианте с кулачковым вальцем, так и в варианте с принудительной деформацией двумя

роликами с двумя поддерживающими роликами в перпендикулярном направлении.

Второй вариант соответствует кольцу с местной деформацией позволяющей менять, при сравнительно небольших усилиях, в широких диапазонах радиус кривизны вальца в зоне укатки

В пятом разделе произведён расчёт экономической эффективности катка с изменяемой геометрией ведущего вальца, который показал что при установке вальца с изменяемой геометрией на дорожный каток класса 8,5 т возможно получение годового экономического эффекта до 1342495 тенге на одну машину типа ДУ-47Б при сохранении эффективности уплотнения материалов, увеличения толщины уплотняемого слоя материала, а также уменьшения количества проходов катка до достижения заданного коэффициента уплотнения материала.

Анализ графических зависимостей (рисунок 1) показывает, что с увеличением толщины уплотняемого слоя дорожно-строительных материалов эксплуатационная годовая производительность катка линейно возрастает, а приведенные удельные затраты, соответственно, гиперболически уменьшаются.

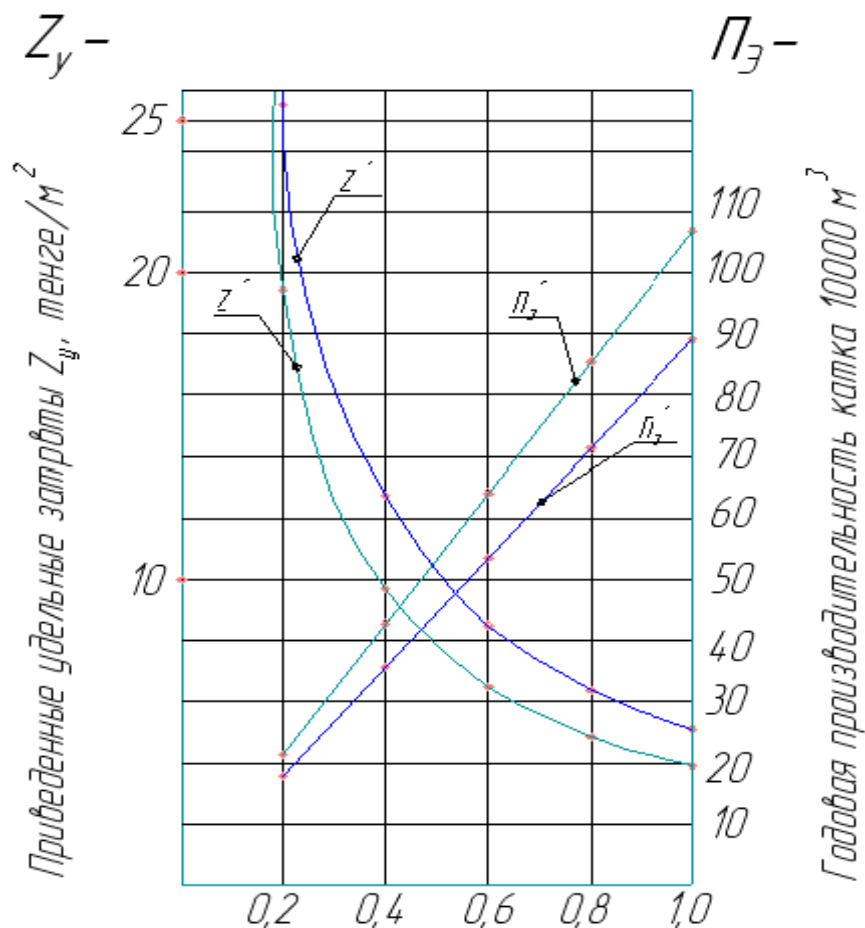


Рисунок 1 - График зависимости производительности Π_z и приведенных удельных затрат Z_y от толщины уплотняемого слоя h_0

Экспериментальные исследования выполненные на натурном образце дорожного катка, а также технико-экономический анализ доказали возможность повышения эффективности дорожных катков за счет применения вальца с изменяемой геометрией. Исследование уплотняющей способности вальца с изменяемой геометрией позволило установить, что он способен качественно уплотнять асфальтобетонную смесь.

Разработана математическая модель рабочего процесса гладковальцовых катков статического действия, устанавливающая взаимосвязь кинематических параметров, крутящего момента на валу привода, усилий на рычагах механизма деформации обечайки с конструктивными параметрами, режимами работы и физико-механическими свойствами асфальтобетонной смеси. Установлено, что математическая модель адекватна реальным процессам взаимодействия рабочего органа с

асфальтобетонной смесью при уплотнении по результатам анализа расчетных и экспериментальных данных исследования уплотняющего оборудования дорожного катка, расхождение результатов не превышает 12%.

Определены режимы работы дорожного катка обеспечивающие максимальную степень уплотнения асфальтобетонной смеси.

Экспериментальные исследования позволили установить зависимости нагруженности рабочего органа от режимов работы.

Уточнены зависимости для оценки эффективности дорожных катков по производительности и удельным показателям, которые могут быть использованы для более точной оценки эффективности и технического уровня дорожных катков.

Результаты исследований и их анализ позволили определить направление дальнейших работ по повышению эффективности дорожных катков:

определение влияния режимов уплотнения, амплитуд колебания в горизонтальной и вертикальной плоскостях рабочих органов, методами физического моделирования и в условиях стендовых испытаний, что позволит исследовать большее количество влияющих факторов на производительность дорожного катка; разработка и создание микропроцессорной системы для обеспечения автоматического контроля плотности, настройки и управления режимов уплотнения рабочего органа дорожного катка в зависимости от изменения физико-механических свойств асфальтобетонной смеси, позволяющее повысить качество работ и экономить энергетические и материальные ресурсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов Г.С., Зельцерман И.М., Коняев А.Б., Королев В.А., Макаров-Здрок В.А. Дорожный каток. А.с. СССР № 1096330, МПК E01C 19/29. Опубл. 07.06.1984, бюл. № 21.
2. Создание принципиально новой конструкции ведущих вальцев для самоходных катков [Текст] отчет о НИР: тема № 638 / МАДИ; рук. Маслов Г.С. – М., 1985. – 110 с. – № ГР 01830068558. – Инв. № 02860071873.
3. Обоснование и исследования конструкции ведущего вальца самоходного катка с переменной кривизной в зоне уплотнения: Отчет о НИР (заключит.)/МАДИ: Рук. темы Г.С. Маслов. Тема № К25.01.87 № ГР 01870030834. Инв. № 02880078537. –М., 1988. –89 с. (625.75(04) О-22)
4. Ортенберг И.М., Деникин Э.И., Потапенко С.А. Модернизированный каток ДУ-54 для уплотнения асфальтобетонной смеси: Информ. листок/ЛенЦНТИ. – 1987, № 748 – 87.