



УДК 625.08

**Габдуллин Талгат Ривгатович**

кандидат технических наук, доцент

E-mail: talgat2204@mail.ru

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

**Кашипов Рафиль Фаилевич**

заместитель главного конструктора

**ООО «Грузоподъем»,**

E-mail: rkashipov@gmail.com

Адрес организации: 420107, Россия, г. Казань, ул. Нигматуллина, д. 3

## Совершенствование способа укладки тротуарной плитки

### Аннотация

*Постановка задачи.* Цель исследования – повышение качества мощения тротуарной плитки путем совершенствования способа ее укладки, увеличения сроков эксплуатации плиточных дорожных поверхностей (тротуаров, площадей, дорожек) и снижения финансовых затрат на выполнение укладочных работ и их дальнейшего содержания.

*Результаты.* Основные результаты исследования заключаются в модернизации захватного органа типового укладчика и в дооборудовании его дополнительным навесным механизмом для подачи сухой смеси и распределения ее в щели между плитками. Предлагаемая модернизация повышает производительности работы укладчика и минимизирует участие человека в технологическом процессе укладки тротуарной плитки. В результате применения укладчика с предлагаемым захватным органом обеспечивается более высокий уровень надежности уложенной тротуарной плиткой дорожной поверхности, минимизирующее возникновение трещин и сколов от нагрузок не только при проходе пешеходов, но и, в том числе, при проезде легких транспортных средств на колесном ходу.

*Выводы.* Значимость полученных результатов для дорожно-строительной отрасли состоит в повышении качества поверхностей, вымощенных тротуарной плиткой, за счет применения модернизированного и дооборудованного типового укладчика.

**Ключевые слова:** проект, укладчик, тротуарная плитка, дороги, модернизация, захватный орган, распределитель, качество, способ, экономичность.

### Введение

Тротуарная плитка – изделие, имеющее относительно небольшие размеры, состоящее, главным образом, из естественного природного материала. Формы тротуарной плитки могут быть самыми многообразными: прямоугольные, многоугольные, узорчатые, крупные или относительно небольшого размера (рис. 1).



Рис. 1. Наиболее типовые формы тротуарной плитки [1]

Благодаря своему природному составу, тротуарная плитка длительное время сохраняет свою форму и может достаточно долго прослужить. Тротуарная плитка хорошо подвергается обработке для придания необходимой формы и размеров, что обеспечивает высокое удобство ее укладки [2].

В настоящее время тротуарная плитка стала одним из наиболее популярных и востребованных строительных материалов. Применяется плитка при строительстве тротуаров, второстепенных слабонагруженных дорог в населенных пунктах, площадок вокруг кафе, офисных заведений и магазинов. Можно применять тротуарную плитку также для благоустройства садовых территорий и парковых зон. Для перечисленных целей в большинстве случаев требуется большое количество строительного материала.

Тротуарная плитка обладает следующими достоинствами:

- производится достаточно быстро, ее производство не требует никаких специальных или особо дорогих материалов. Соответственно у нее относительно невысокая себестоимость в сравнении с другими материалами, применяемыми при строительстве дорожек или площадей;

- отличается достаточно высокой износостойкостью, которая достигается применением вибролитья;

- характеризуется морозостойкостью, устойчивостью к выветриванию и разрушению;

- отлично очищается от загрязнений, практически не вбирает в себя влагу [2, 3].

Однако наблюдение за процессом укладки тротуарной плитки в Российской Федерации показывает некоторые технически нерешенные стороны данного процесса.

#### **Технологические особенности укладки тротуарной плитки**

Долговечность и красота будущей площадки зависит от строгого соблюдения технологии укладки тротуарной плитки. При этом одним из основных условий качественной укладки тротуарной плитки является тщательная подготовка основания. Рабочий участок необходимо хорошо выровнять, крупные камни и корни растений необходимо удалять. Затем выровненная поверхность обязательно утрамбовывается.

Широкое применение тротуарной плитки в качестве покрытия дорожных покрытий наблюдается не только в европейских городах, но, в том числе, и в городах России. Особенно в крупных городах, как Москва, Санкт-Петербург, в региональных столицах, в том числе, и в Казани. Последними примерами широкого применения тротуарной плитки в качестве дорожно-укладочного материала являются прилегающие территории к станции метро «Дубравная» по улице Р. Зорге в г. Казани. Суммарный объем площадей, выложенных тротуарной плиткой, здесь составляет более двух гектаров.

В Российской Федерации тротуарную плитку укладывают в основном вручную (рис. 2). Для укладки тротуарной плитки используется смесь сухого типа. Как правило, это смесь песка и цемента в определенном соотношении. Её распределяют только после того, как вся тротуарная плитка будет уложена на рабочий участок. Распределение сухой смеси в настоящее время в основном также выполняется вручную.



Рис. 2. Укладка тротуарной плитки ручным способом (г. Казань) [4]

Но, с недавнего времени, на отечественном рынке дорожно-строительных машин начали появляться специализированные машины и оборудование для укладки тротуарной плитки (рис. 3). Такие машины в 3-4 раза ускоряют укладку и минимизируют ручной труд [2, 5].



Рис. 3. Укладка тротуарной плитки специальной машиной [6]

При укладке тротуарной плитки в Российской Федерации, наиболее часто встречаются машины Optimas T11 (Германия) (рис. 4). Это облегченный вариант самоходной машины с профессиональным захватом Multi 6.



Рис. 4. Машина для укладки тротуарной плитки Optimas T11 [7]

Универсальный гидравлический захват Multi 6 для мощения тротуарной плитки может также использоваться и как навесной механизм для других строительных машин и оборудования (экскаватора, погрузчика и т.п.). Гидравлический захват настраивается бесступенчато на все типовые формы и размеры плитки. Возможно смещение рядов прямоугольной или квадратной плитки.

Принцип работы такого укладчика брусчатки заключается в том, что захватный орган схватывает заранее подготовленный пакет тротуарной плитки (далее – пакет).

Пакет при этом зажимается специальными держателями, регулируемые при помощи гидроцилиндра. Машина, укладывает пакет на заранее подготовленную площадку, опускает захватный орган и разжимает держатели.

Как показывает практика применения таких машин, главными их недостатками являются неизменяемость размеров укладываемого пакета тротуарной плитки и необходимость привлечения дополнительной техники или живой рабочей силы для распределения сухой смеси в щели между отдельными плитками.

Специальных машин для распределения сухой смеси как таковых нет. Для этого используют мини-погрузчики, оборудованные ковшом для загрузки смеси, и вращающиеся щетки, для распределения смеси в щели между плитками брусчатки.

### Предлагаемая модернизация захвата и дооборудование типового укладчика

Долговечность эксплуатации дорожных поверхностей, покрытых тротуарной плиткой, зависит как от самой тротуарной плитки, так и от пунктуального соблюдения технологии ее мощения.

В целях повышения срока эксплуатации мощеных дорожных поверхностей предлагается способ укладки тротуарной плитки на основе применения модернизированного захватного органа, позволяющего регулировать ширину укладываемой полосы, и механизма подачи и распределения сухой смеси в щели между плитками, которым можно оснастить существующие машины для укладки тротуарной плитки. В результате минимизация ручного труда в технологическом процессе укладки тротуарной плитки обеспечивает улучшение качества ее укладки, тем самым, достигается повышение сроков эксплуатации мощеных плиткой дорожек и площадей.

Для выполнения операции распределения смеси нами предлагается модернизация укладчика тротуарной плитки установкой форсунок подачи сухой смеси и вращающихся щеток для ее распределения. Сами форсунки устанавливаются внутри захватного органа, так, чтобы зона подачи смеси была достаточной. Смесь подается из бункера, расположенного на задней части машины, при помощи насоса высокого давления. После того, как смесь будет подана на поверхность уложенных плиток, щетка, расположенная спереди машины, вращаясь на оптимальных оборотах, заполняет смесью щели между плитками.

Для оборудования типа Multi 6 можно использовать не только базовые машины серии Optimas, но и другие типы дорожно-строительных машин, в которых можно установить дополнительное навесное рабочее оборудование. Оснащение бункером для подачи сухой смеси не вызывает особых трудностей и им можно дооборудовать многие марки строительных машин. Объем бункера должен быть оптимальным в зависимости от технических и производственных возможностей применяемых машин.

Распределительная щетка также делается для каждой машины индивидуально. Это обусловлено тем, что нужно учитывать габариты самой машины, а также расстояние от самой щетки до захватного органа. Расстояние должно быть достаточным, так как при работе захватного органа, сам орган поворачивается по оси, для обеспечения нужного угла укладки плитки, и поэтому необходимо учесть угол поворота.

Общий вид предлагаемого модернизированного захвата укладчика тротуарной плитки представлен на рис. 5.

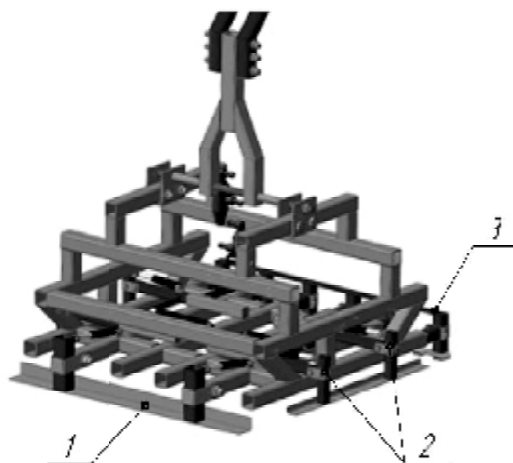


Рис. 5. Общий вид модернизированного захвата укладчика тротуарной плитки:  
1 – передний зажимающий механизм; 2 – регулируемые боковые зажимы;  
3 – задний упорный механизм (иллюстрация автора)

Модернизация захвата заключается:

1. В дооборудовании типового захватного органа комплектом гидроцилиндров и боковыми упорами-держателями, регулируемые в плане по длине выдвижения штоков гидроцилиндров.

2. В установке комплекта форсунок для подачи сухой смеси с приводом и магистралями подачи и щетки для сметания сухой смеси в межплиточные щели. Бункер с насосом для подачи смеси прикрепляется к задней части машины. Рабочий объем бункера 50...75 л. Привод-нагнетатель сухой смеси и щетки работают от бортовой сети штатной машины. Если привод электрический – от электросети, если гидромотор – от гидравлической.

Работа модернизированного захватного органа происходит следующим образом:

- захватывающий орган выполняет операцию захвата. Затем машина своим ходом переносит захваченный пакет тротуарной плитки в зону мощения и укладывает на место укладки. После этого через форсунки на уложенную поверхность подается сухая смесь. В завершении процесса щетка (наиболее эффективно расположенная для конкретной машины) на оптимальных оборотах распределяет эту смесь в щели между плитами.

Захват в целом представляет собой сварную конструкцию из профильной трубы, которая прикрепляется как навесное оборудование. Управление рабочим процессом осуществляется машинистом из кабины машины [3, 7].

Принцип работы захватного органа заключается в следующем:

- задний регулируемый упорный механизм 5 (рис. 5), а также боковые упоры 3, 4 при помощи гидроцилиндров, работающих синхронно, выставляются на нужный размер укладываемого пакета тротуарной плитки. После того, как основание конструкции опустится на пакет, передний зажимающий механизм 2 и боковые зажимы 4 его зафиксируют. Далее машинист производит подъем захваченного пакета, боковые зажимы при этом приводятся в исходное положение. Переместив пакет до нужного места, машинист плавно опускает его на укладываемую поверхность, после чего приводит передний зажимающий механизм в исходное положение.

Как только процесс перемещения брусчатки завершается, через форсунки 1 подается сухая смесь и, при помощи, установленной на задней или передней части машины, щетки смесь, на оптимальных оборотах равномерно распределяется между щелями уложенной плитки. Является целесообразным распределение сухой смеси производить только после того, как вся запланированная площадь будет уложена плиткой.

### **Прочностные расчеты металлоконструкции и подбор дополнительного оборудования**

Исходные данные, необходимые для выполнения расчетов, были взяты применительно к машине для укладки брусчатки Optimas T11.

Вес максимально захватываемого пакета тротуарной плитки  $G = 1800$  Н и вес самой конструкции в сумме составили  $G = 3500$  Н.

При разработке и проектировании захватного органа была просчитана металлоконструкция с использованием метода независимости действия сил, произведен подбор гидроцилиндров для подъема и опускания рабочего оборудования [8, 9], произведен расчеты упорно-зажимных механизмов и устойчивости конструкции в работе [5, 10-12].

Прочностной расчет металлических элементов конструкции проверен в САПР в АПМ «Win Machine» FEM для КОМПАС-3D на эквивалентное напряжение по Мизесу, на суммарное линейное перемещение, на коэффициент запаса по текучести и на коэффициент запаса по прочности [11, 13].

### **Расчеты экономической целесообразности предлагаемой конструкции**

Расчеты экономической целесообразности данного проекта было проведено методом сравнения [14] предлагаемого модифицированного захватного органа с зарубежным сопоставимым оборудованием немецкой фирмы Optimas. Сравнимое оборудование, как и предлагаемое, работает как навесное оборудование. Для разработанного нами оборудования в качестве базовой машины применяется мини погрузчик Bobcat S510, а для сравниваемого – Optimas T11.

Проведенные расчеты показали, что примерно через 4,5 месяца финансовые расходы на модернизацию укладочной машины окупаются полностью. Относительно быстрая окупаемость достигается снижением фонда заработной платы за счет сокращения

количества рабочих в технологическом процессе и снижением затрат на содержание плиточных дорожек и площадок вследствие качества улучшения качества укладки.

Расчёты производительности также подтвердили, что предлагаемая модернизированная и дооборудованная машина для укладки тротуарной плитки является эффективнее, чем базовые аналоги.

### Заключение

Таким образом, практическое применение, предложенной в статье модернизированной и дооборудованной машины для укладки тротуарной плитки обеспечивает повышение качества укладки, минимизирует ручной труд в технологическом процессе укладки в целом. Повышается производительность машины в целом. При этом необходимость в привлечении дополнительной техники исчезает, а сроки безремонтной эксплуатации мощных тротуарной плиткой поверхностей увеличивается.

### Список библиографических ссылок

1. URL: [http://www.know-house.ru/inf\\_build10/types\\_paving\\_slabs.html](http://www.know-house.ru/inf_build10/types_paving_slabs.html) (дата обращения: 14.01.2019).
2. Подольский В. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожные покрытия. М. : Академия, 2012. 304 с.
3. Габдуллин Т. Р. Новые технологии строительства дорог в России : сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений / БГТУ. Белгород, 2013. С. 109–113.
4. URL: <http://remoo.ru/uchastok/ukladka-trotuarnoj-plitki-na-pesok-tekhnologiya> (дата обращения: 14.01.2019).
5. Шарапов Р. Р., Романович А. А., Харламов Е. В. Строительные и дорожные машины и оборудование: лабораторный практикум. Белгород : БГТУ, 2014. 125 с.
6. URL: <https://optimas.de/ru/referencii/parkovochnye-stoyanki.php> (дата обращения: 14.01.2019).
7. URL: <https://i.pinimg.com/736x/52/a2/a0/52a2a0c0811cd30cc40c9ef8bba669eb.jpg> (дата обращения: 14.01.2019).
8. Сахапов Р. Л., Махмутов М. М. Расчет гидропривода транспортно-технологической машины // Проблемы и инновации в области механизации и технологий в строительных и дорожных отраслях. 2016. Т. 1. № 3. С. 6–10.
9. Габдуллин Т. Р. Разработка лесопильного узла к одноковшовому экскаватору // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 6–8.
10. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. М. : Машиностроение, 2009. 528 с.
11. Шелофаст В.В., Чугунов Т.Б. Основы проектирования машин. Примеры решения задач. М. : Изд-во АПМ, 2004. 240 с.
12. Sakharov R. L., Nikolaeva R. V., Gatiyatullin M. H., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines. Journal of Physics: Conference Series. 2016. Т. 738. № 1. С. 012119.
13. Габдуллин Т. Р., Загретдинов Р. В., Сахапов Р. Л. Моделирование систем управления дорожно-строительной техникой // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. т. 16. № 1(2). С. 394–396.
14. Абрамов А. Т. Экономическое обоснование инженерных задач в дипломных проектах: методические рекомендации. Барнаул : АГАУ, 2002. 68 с.
15. David J. I. White, Pavana K. R. Vennapusa, Mark J. Thompson. Validation of Intelligent Technology, Department of Transportation Federal Highway Administration. 2012. P. 12.
16. Hunter R. F. Asphalt in road construction. London : ICE Publishing, 2014. 588 p.

**Gabdullin Talgat Rivgatovich**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [talgat2204@mail.ru](mailto:talgat2204@mail.ru)**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Kashipov Rafil Failevich**

deputy chief designer

E-mail: [rafil\\_mail.ru@mail.ru](mailto:rafil_mail.ru@mail.ru)**LLC «Gruzopjem»**

The organization address: 420107, Russia, Kazan, Nigmatullina st., 3

**Improving the method of laying paving slabs****Abstract**

*Problem statement.* The purpose of the research is to improve the quality of paving sidewalk tile by improving the method of its installation, extending the service life of tiled road surfaces (sidewalks, squares, paths) and reducing the financial costs of the paving works and their further maintenance.

*Results.* The main results of the study consist in the modernization of the gripper body of a typical stacker and its additional equipment with an additional mounted mechanism for feeding the dry mix and distributing it in the gaps between the tiles. The proposed modernization improves the performance of the paver and minimizes human participation in the process of laying paving slabs. As a result of applying the stacker with the proposed gripping body, a higher level of reliability of the laid paving slabs of the road surface is ensured, minimizing the occurrence of cracks and chips from loads, not only when pedestrians pass, but also when driving light vehicles on wheels.

*Conclusions.* The significance of the results obtained for the road construction industry is to improve the quality of paved paving surfaces through the use of a modernized and retrofit standard stacker.

**Keywords:** palletizer, paving slabs, roads, modernization, gripping body, distributor, quality, method, cost-effectiveness.

**References**

1. URL: [http://www.know-house.ru/inf\\_build10/types\\_paving\\_slabs.html](http://www.know-house.ru/inf_build10/types_paving_slabs.html) (reference date: 14.01.2019).
2. Podolsky V. P. Technology and organization of construction of highways. Road coverage. M. : Academy, 2012. 304 p.
3. Gabdullin, T. R. New road construction technologies in Russia: dig. of reports of the Intern. scientific-practical conf. Vol. 1. Innovative materials, technologies and equipment for the construction of modern transport facilities / BSTU. Belgorod, 2013. P. 109–113.
4. URL: <http://remoo.ru/uchastok/ukladka-trotuarnoj-plitki-na-pesok-tekhnologiya> (reference date: 14.01.2019).
5. Sharapov R. R., Romanovich R. A., Kharlamov E. V. Building and road machines and equipment: laboratory practical. Belgorod : Baltic State Technical University, 2014. 125 p.
6. URL: <https://optimas.de/ru/referencii/parkovochnye-stoyanki.php> (reference date: 14.01.2019).
7. URL: <https://i.pinimg.com/736x/52/a2/a0/52a2a0c0811cd30cc40c9ef8bba669eb.jpg> (reference date: 14.01.2019).
8. Sakhapov R. L., Makhmutov M. M. Calculation of the hydraulic drive of the transport-technological machine // Problemy i innovatsii v oblasti mekhanizatsii i tekhnologiy v stroitel'nykh i dorozhnykh otraslyakh. 2016. Vol. 1. № 3. P. 6–10.

9. Gabdullin T. R. Development of a sawmill to a single-bucket excavator // *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. 2015. № 8 (854). P. 6–8.
10. Lakhtin Yu. M., Leontieva V. P. *Material Science*. M. : Mashinostroenie, 2009. 528 p.
11. Shelofast V. V., Chugunov T. B. *Basics of designing machines. Examples of problem solving*. M. : APM, 2004. 240 p.
12. Gatiyatullin M. H., Sakhapov R. L., Nikolaeva R. V., Makhmutov M. M. Modeling the dynamics of the chassis of construction machines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2016. T. 738. № 1. C. 012119.
13. Gabdullin T. R., Zagretidinov R. V., Sakhapov R. L. Modeling of road construction equipment control systems // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2014. t. 16. № 1 (2). P. 394–396.
14. Abramov A. T. *Economic justification of engineering problems in the graduation projects: methodological recommendations*. Barnaul : ASAU, 2002. 68 p.
15. David J. I. White, Pavana K. R. Vennapusa, Mark J. Thompson. *Validation of Intelligent Technology*, Department of Transportation Federal Highway Administration. 2012. P. 12.
16. Hunter R. F. *Asphalt in road construction*. London : ICE Publishing, 2014. 588 p.