

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ ДЛИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКРЫТИЯ ИЗ ФЭМ С ИЗМЕНЕННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ ОСНОВАНИЯ

В статье предлагается в лабораторных условиях исследовать два новых конструктивно-технологических решения покрытий пешеходных дорог и площадок под воздействием длительных нагрузок. Разработанные покрытия из ФЭМ (фигурных элементов мощения) имеют рифленое основание, состоящее в первом варианте из пяти четырехгранных элементов пирамидальной формы, а во втором – из пяти четырехконечных звездчатых элементов пирамидальной формы. Составлен план и методика проведения эксперимента.

Ключевые слова: покрытия из фигурных элементов мощения, длительная нагрузка, рифленое основание, пирамидальная форма, звездчатые элементы.

В.В. ДУМАНСЬКА, В.С. МАРЧЕНКО
Одеська державна академія будівництва та архітектури

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВПЛИВУ ТРИВАЛОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОКРИТТЯ З ФЕМ ЗІ ЗМІНЕНОЮ ГЕОМЕТРИЧНОЮ ФОРМОЮ ОСНОВИ

У статті пропонується в лабораторних умовах дослідити два нових конструктивно-технологічних рішення покриттів пішохідних доріг та майданчиків під впливом тривалих навантажень. Розроблені покриття з ФЕМ (фигурних елементів мощіння) мають рифлену основу, що складається в першому варіанті з п'яти чотиригранних елементів пірамідальної форми, а у другому – з п'яти чотирикінцевих зірчастих елементів пірамідальної форми. Складений план та методика проведення експерименту.

Ключові слова: покриття з фігурних елементів мощіння, тривале навантаження, рифлена основа, пірамідальна форма, зірчасті елементи.

V.V. DUMANSKA, V.S. MARCHENKO
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

THE METHODOLOGY OF THE STUDIES ON THE INFLUENCE OF CONTINUOUS LOAD ON THE COATINGS FROM FEP WITH THE MODIFIED GEOMETRIC SHAPE OF THE BASE

The article proposes to explore two new constructive-technological solutions of coatings of sidewalks and squares under the influence of continuous loads in the laboratory. The developed coatings from FEP (figured elements of paving) have a corrugated base, consisting in a first variant from five of the tetrahedral elements of pyramidal shape, and the second – from five of the four-pointed star-shaped elements of pyramidal shape. A plan and methodology of the experiment is compiled.

Keywords: coatings from figured elements of paving, continuous load, a corrugated base, a pyramidal shape, star-shaped elements.

Постановка проблеми

В последнее время в больших объемах ведется устройство покрытий пешеходных дорожек, тротуаров, площадок различного назначения из бетонных мелкоштучных фигурных элементов мощения (ФЭМ). Однако в процессе эксплуатации наблюдаются различные дефекты, такие, как провалы, расшатывание, разрушение, смещение отдельных элементов и т.п., в результате чего необходимо преждевременное проведение ремонтных работ. Одной из причин, вызывающих такие нарушения, является неверный выбор конструктивно-технологического решения покрытия. Разработка новых эффективных вариантов покрытий и их исследование является важной задачей строительства.

Анализ последних исследований и публикаций

Применяемые при устройстве тротуаров бетонные мелкоштучные элементы имеют различную форму в плане [1]. Высота этих элементов в зависимости от воздействующих нагрузок и назначения покрытия может составлять от 3 до 15 см. Однако все эти элементы имеют плоское основание. Для улучшения эксплуатационных показателей разрабатываются новые конструкции покрытий из ФЭМ с измененной геометрической формой основания. Ранее разработаны и исследованы покрытия из ФЭМ с пирамидальным основанием (Рис. 1). Определено, что у таких покрытий увеличивается несущая способность при уменьшении угла при вершине пирамиды (в 1,3 раза при угле при вершине пирамиды 125° , и в 2 раза при угле при вершине пирамиды 70°). За счет пирамидального основания при устройстве такой

плитки происходит уплотнение нижележащего песчаного конструктивного слоя, поэтому можно исключить операцию по дополнительному уплотнению покрытия вибрационными катками [2].



Рис.1. Модель фигурного элемента мощения с пирамидальным основанием

Чтобы не допустить расходы на бетон за счет измененной формы основания ФЭМ необходимо, чтобы объемы традиционной ФЭМ с плоским основанием и ФЭМ с измененной формой основания были равными. В связи с этим решено сократить высоту призматической части ФЭМ за счет объема бетона для измененной формы основания.

Недостатком конструктивного решения покрытия из ФЭМ с пирамидальным основанием является то, что с уменьшением угла возникают трудности при устройстве плиток. Уменьшение толщины призматической части по контуру ФЭМ приводит к ослаблению покрытия в этих местах. Существует возможность вертикальных смещений элементов при приложении нагрузки с эксцентриситетом.

Во избежание вышеперечисленных недостатков разработаны новые конструктивно-технологические решения покрытий из ФЭМ с рифленой формой основания [3, 4]. В первом варианте рифленое основание состоит из одного, пяти либо девяти зубчатых элементов пирамидальной формы (Рис. 2), а во втором – из звездчатых элементов (Рис. 3). Была выдвинута гипотеза относительно преимуществ таких покрытий в сравнении с традиционными покрытиями. При устройстве плитки с рифленным основанием происходит уплотнение нижележащего конструктивного слоя, что способствует повышению несущей способности покрытия. Увеличение площади основания ФЭМ, контактирующего с нижележащим конструктивным слоем также ведет к увеличению несущей способности. Измененная форма основания за счет жесткой фиксации плитки препятствует ее горизонтальному смещению при воздействии продольных нагрузок. Не возникнет сложностей при устройстве ФЭМ с рифленным основанием на нижележащий конструктивный слой.

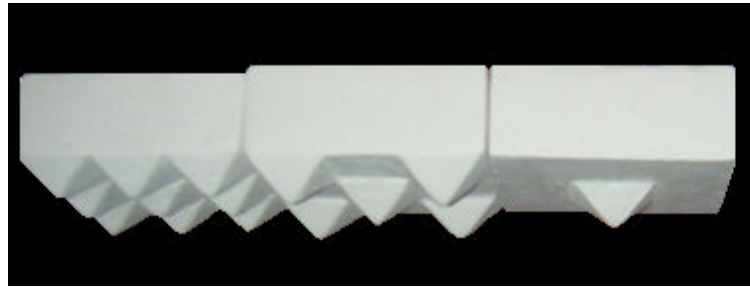


Рис. 2. Три варианта фигурных элементов мощения с рифленным основанием из пирамидальных зубчатых элементов в количестве девяти, пяти и одного



Рис. 3. Макет фигурного элемента мощения с рифленным основанием из пяти четырехконечных звездчатых элементов пирамидальной формы

Если сравнить два варианта ФЭМ равных форм и размеров в плане: первый – с основанием из пяти звездчатых пирамидальных элементов, а второй – из пяти зубчатых пирамидальных элементов, можно отметить, что высота призматической части первого варианта выше за счет уменьшения объема звездчатых элементов относительно зубчатых пирамидальных элементов (Рис. 4). Отметим, что суммарная площадь боковых поверхностей у звездчатых элементов больше, чем у зубчатых пирамидальных элементов. Соответственно, и площадь опирания на нижележащий конструктивный слой у них также больше. Следовательно, можно предположить, что у покрытий из ФЭМ с основанием из звездчатых пирамидальных элементов несущая способность выше. Для подтверждения этой гипотезы требуется проведение исследований.



Рис. 4. Макеты фигурных элементов мощения с плоским основанием, с рифленным основанием с пятью зубчатыми элементами пирамидальной формы и с рифленным основанием с пятью четырехконечными звездчатыми элементами пирамидальной формы

При проведении экспериментальных исследований по влиянию продольной нагрузки на сдвиг покрытий, расположенных на горизонтальной поверхности, состоящих из ФЭМ с рифленной формой основания из одного, пяти и девяти зубчатых элементов пирамидальной формы установлено, что оптимальным вариантом покрытия, является покрытие из ФЭМ с пятью зубчатыми элементами, расположенными в шахматном порядке [5].

На покрытия тротуаров кроме продольных нагрузок воздействуют и другие виды нагрузок, такие, как вертикальные статические и вибрационные, комбинированные. Эксперименты по влиянию этих нагрузок на работу покрытия, состоящего из плиток с рифленным основанием из зубчатых пирамидальных элементов и звездчатых элементов пирамидальной формы, ранее не проводились. Чтобы рекомендовать покрытия из ФЭМ с рифленным основанием из пяти зубчатых и звездчатых элементов пирамидальной формы в строительное производство необходимо проведение дополнительных исследований.

Формулирование цели исследования

Целью работы является разработка методики проведения исследований по определению качественных характеристик покрытий из ФЭМ, имеющих в основании пять зубчатых элементов пирамидальной формы, и ФЭМ, имеющих в основании пять звездчатых пирамидальных элементов, под воздействием длительной статической нагрузки.

Изложение основного материала исследования

Для исследования качественных характеристик разработанных вариантов покрытий под воздействием длительной нагрузки необходимо определить наиболее значимые факторы и уровни их варьирования, выходные параметры, подобрать необходимое оборудование и материалы, составить план эксперимента.

Планируется проведение трех серий эксперимента. Первая серия – с экспериментальным образцом, рифленое основание которого состоит из пяти зубчатых элементов пирамидальной формы, один из которых находится в центре, а четыре – по углам. Для второй серии используется экспериментальный образец с рифленным основанием из пяти четырехконечных звездчатых элементов пирамидальной формы, где один элемент располагается в центре, а четыре остальных – по углам. В третьей серии эксперимента исследуется образец с плоским основанием.

Наиболее значимыми факторами, влияющими на работу покрытия, выбраны такие, как вертикально приложенная статическая нагрузка (X_1), время ее воздействия на покрытие (X_2), толщина нижележащего конструктивного песчаного слоя, контактирующего с основанием плитки (X_3). Величины остальных факторов приняты постоянными для всех серий экспериментов.

Параметры факторов выбраны с учетом максимального приближения к тем, которые влияют на работу покрытий в условиях эксплуатации. Уровни варьирования подобраны следующие: для фактора X_1 (вертикальная нагрузка) – 70 кг, 140 кг, 210 кг (интервал варьирования 70 кг); для фактора X_2 (время воздействия нагрузки) – 24 час., 36 час., 48 час. (интервал варьирования 12 час.); для фактора X_3 (толщина песчаного слоя) – 12 см, 16 см, 20 см (интервал варьирования 4 см).

Выходными параметрами, характеризующими работу покрытия, выбраны: осадка фигурного элемента мощения (Y_1) и плотность песчаного слоя под ним (Y_2), полученные после воздействия нагрузки.

Такой параметр, как осадка поможет охарактеризовать несущую способность ФЭМ при воздействии на него вертикальной нагрузки. Чем меньше значение средней осадки под экспериментальным образцом, тем выше его несущая способность. Параметр – плотность песчаного слоя под плиткой также даст нам возможность определить, у какого покрытия несущая способность выше. Чем выше значение плотности песчаного слоя, тем большую нагрузку может воспринимать плитка.

Во всех трех сериях экспериментальные образцы из бетона имеют в плане одинаковую форму – квадрат со стороной 120 мм. Отличаются они между собой формой основания и высотой призматической части. Высота традиционного образца (с плоским основанием) принята равной 50 мм. Основание пирамиды зубчатых элементов имеет форму квадрата со стороной 40 мм. У зубчатых и звездчатых элементов радиус описанной окружности вокруг основания пирамиды должен быть одинаковым. Угол при вершине пирамиды зубчатого пирамидального элемента примем равным 90° , а звездчатый элемент получим путем углубления на 5 мм в центре каждой из сторон основания пирамидального элемента. При расчете высоты призматической части образцов с измененной формой основания определили, что у образца с зубчатыми пирамидальными элементами она равна 46,3 мм, а у образца со звездчатыми элементами – 47,2 мм.

Для проведения эксперимента подобрано необходимое оборудование. Испытания будут проводиться в лаборатории на опытно-производственном стенде. Нагрузка на центральную часть образцов будет передаваться при помощи специально разработанного рычага [6]. На каждый образец, устроенный в песчаный слой, будет устанавливаться пластина, на четыре угла которой будут опираться стержни индикаторов часового типа. При помощи таких индикаторов определим выходной параметр – осадку под каждым углом образца, чтобы затем посчитать среднее арифметическое значение осадки. Плотность планируется определять путем забора в кольцо песка, взятого под центральной частью образца, с последующим его взвешиванием. Три серии трехфакторного трехуровневого эксперимента планируется проводить по оптимальному 17-ти точечному плану.

Задача по изучению качественных показателей разработанных покрытий из ФЭМ с измененными геометрическими параметрами под воздействием длительной нагрузки поможет более детально их исследовать для последующей их рекомендации при устройстве тротуаров, пешеходных дорожек и площадок различного назначения.

Выводы

Проведенные в лабораторных условиях эксперименты по влиянию длительной нагрузки на качественные характеристики разработанных покрытий помогут выбрать наиболее оптимальный вариант, что поможет в определении дальнейшего направления исследований.

Список использованной литературы

1. Плиты бетонные тротуарные. Технические условия: ГОСТ 17608-91. – [Действующий от 1992-01-01]. – М.: Государственный строительный комитет СССР. Издательство стандартов, 1991. – 32 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
2. Думанська В.В. Вдосконалення технології улаштування покриттів з фігурних елементів мостіння: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / В.В. Думанська. – Одеса, 2011. – 20 с.
3. Думанская В. В. Влияние геометрических параметров рифленого основания ФЭМ на качественные характеристики покрытия / В. В. Думанская, В. С. Марченко // Вестник Херсонского национального технического университета : сб. научн. трудов. – Херсон : МКММ, 2015. – Вып. 3 (54). – С. 122 – 125.
4. Думанская В.В. Совершенствование конструктивно-технологических решений покрытий из ФЭМ / В.В. Думанская, В.С. Марченко // Моделирование и оптимизация композиционных строительных материалов : сб. научн. трудов. – Одесса : ОГАСА, 2016. – С. 46-48.
5. Dumanska V. Studies of coatings from FEP with corrugated base from toothed elements of pyramidal shape on the horizontal and inclined surfaces / V.Dumanska, L.Vilinska, V Marchenko. // Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering. : зб. наук. праць. – Полтава : ПНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2017 – Вып. 1 (48). – С. 265 – 272.
6. Думанская В. В. Методика экспериментальных исследований покрытий из ФЭМ / В. В. Думанская, А. А. Калинин // Вісник ОДАБА. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2010. – № 37. – С. 128–130.

ДУМАНСКАЯ Вероника Валентиновна – к.т.н., доцент кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Научные интересы:

- совершенствование технологии устройства покрытий из фигурных элементов мощения.

МАРЧЕНКО Валентин Сергеевич – к.т.н., профессор кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Научные интересы:

- исследование деформаций, развивающихся в основаниях фундаментов из коротких пирамидальных свай.