

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ФЭМ С ОСНОВАНИЕМ ИЗ ЗУБЧАТЫХ И ЗВЕЗДАТЫХ ПИРАМИДАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ст. Граматик В.В., гр. ПЦБ-255т

Научный руководитель – к.т.н., доцент Думанская В.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Устройство покрытий из ФЭМ (фигурных элементов мощения) пешеходных дорожек, тротуаров и площадок с каждым годом становится все более актуальным. Это связано с рядом преимуществ таких покрытий относительно асфальтобетонных. Покрытия из ФЭМ являются экологически чистыми. Существует возможность замены разрушенных элементов новыми, что продлевает срок их эксплуатации. Но иногда в покрытиях из ФЭМ наблюдаются различные дефекты такие, как трещины, провалы, расшатывание отдельных элементов. Одной из причин разрушений является неправильный выбор конструктивно-технологического решения покрытия.

Чтобы избежать таких деформаций, в ОГАСА разработаны новые конструктивно-технологические решения покрытий из ФЭМ. В отличие от традиционных покрытий из плитки, имеющей плоское основание, предложены новые конструктивно-технологические решения покрытий из ФЭМ с измененной геометрической формой основания. На рис. 1 представлены варианты ФЭМ с рифленным основанием из 1-го, 5-ти и 9-ти зубчатых элементов пирамидальной формы, а на рис. 2 – из четырехконечных звездчатых элементов пирамидальной формы.

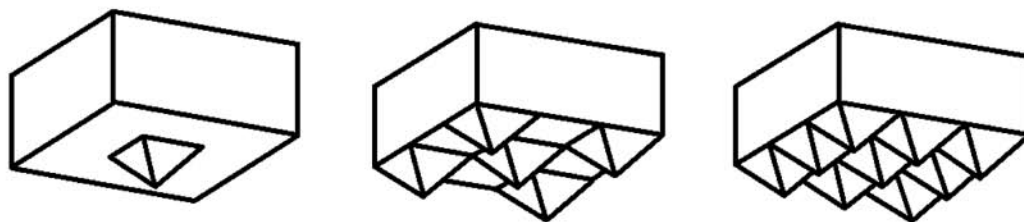


Рис 1. ФЭМ с рифленным основанием из одного, пяти и девяти зубчатых элементов пирамидальной формы

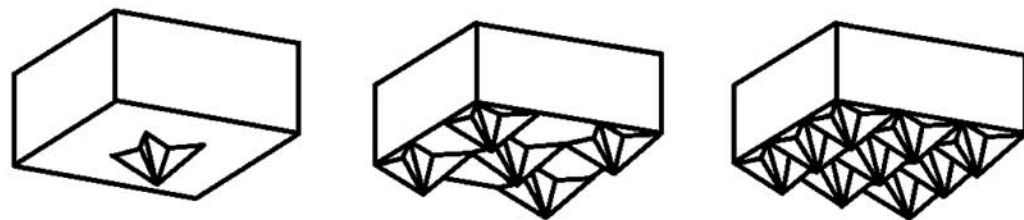


Рис 2. ФЭМ с рифленным основанием из одного, пяти и девяти четырехконечных звездчатых элементов пирамидальной формы

За счет измененного основания плитки происходит дополнительное уплотнение нижележащего конструктивного слоя покрытия (например, песчаного), что приводит к повышению его несущей способности. Нагрузка, воздействующая на покрытие, будет передаваться на больший объем нижележащего конструктивного слоя, что также способствует увеличению несущей способности. За счет рифленой формы уменьшится сдвиг покрытия при воздействии на него горизонтальной нагрузки, например от торможения автотранспорта. Чтобы избежать затрат на бетон для зубчатых элементов, необходимо уменьшить высоту призматической части ФЭМ так, чтобы объемы традиционной плитки и плитки с измененными геометрическими параметрами были равными.

Целью работы является определение формул для вычисления высоты призматической части ФЭМ (квадратной и прямоугольной формы в плане) с рифленным основанием из зубчатых и звездчатых пирамидальных элементов.

На рис. 3 представлены изображения традиционной плитки с плоским основанием (слева), плитки с рифленным основанием из зубчатых элементов пирамидальной формы (посередине) и плитки с рифленным основанием из звездчатых элементов пирамидальной формы (справа) с обозначением некоторых параметров.

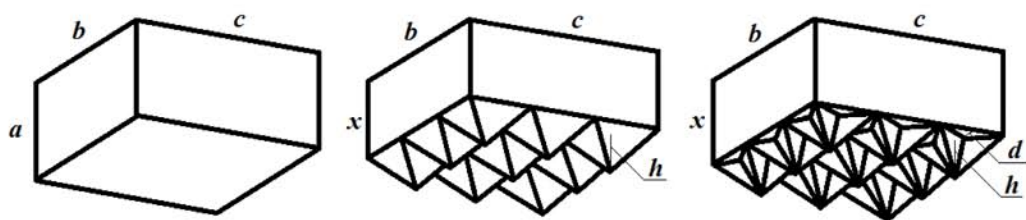


Рис. 3. ФЭМ с плоским основанием и рифленным основанием с зубчатыми и звездчатыми пирамидальными элементами с обозначенными геометрическими параметрами

Формулы выводили путем сравнения площадей оснований и объемов традиционных ФЭМ и ФЭМ с измененными геометрическими параметрами.

Обозначения используемых для нахождения формул параметров следующие:

x – высота призматической части ФЭМ с пирамидальными зубчатыми либо звездчатыми элементами,

a – высота традиционной плитки,

b и c – размеры сторон ФЭМ в плане (длина и ширина),

h – высота элемента пирамидальной зубчатой либо звездчатой формы,

n – количество зубчатых либо звездчатых элементов пирамидальной формы,

d – размер углубления звездчатого элемента пирамидальной формы,

$V_{\text{трад. ФЭМ}}$ – объем традиционной плитки (с плоским основанием),

$V_{\text{ФЭМ с рифл. осн.}}$ – объем плитки с рифленным основанием из зубчатых элементов пирамидальной формы,

$V_{\text{призм. ФЭМ с рифл. осн.}}$ – объем призматической части плитки с рифленным основанием,

$V_{\text{зубч. эл.}}$ – объем одного зубчатого элемента пирамидальной формы,

$S_{\text{осн. зубч. элем.}}$ – площадь основания одного зубчатого элемента пирамидальной формы,

$S_{\text{осн. ФЭМ}}$ – площадь призматической части плитки (как традиционной, так и рифленным основанием).

Порядок выведения формулы для определения высоты призматической части ФЭМ (прямоугольной либо квадратной формы в плане) с основанием из зубчатых пирамидальных элементов следующий:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{трад. ФЭМ}} &= a \cdot b \cdot c, \\
 V_{\text{ФЭМ с рифл. осн.}} &= V_{\text{призм. ФЭМ с рифл. осн.}} + V_{\text{зубч. эл.}} \cdot n, \\
 V_{\text{призм. ФЭМ с рифл. осн.}} &= x \cdot b \cdot c, \\
 V_{\text{зубч. эл.}} &= \frac{1}{3} \cdot S_{\text{осн. зубч. элем.}} \cdot h, \\
 V_{\text{зубч. эл.}} &= \frac{1}{27} \cdot h \cdot b \cdot c, \\
 V_{\text{ФЭМ с рифл. осн.}} &= x \cdot b \cdot c + \frac{1}{27} \cdot b \cdot c \cdot h \cdot n,
 \end{aligned}$$

Так как $V_{\text{трад. ФЭМ}} = V_{\text{ФЭМ с рифл. осн.}}$, то

$$a \cdot b \cdot c = x \cdot b \cdot c + \frac{1}{27} \cdot b \cdot c \cdot h \cdot n$$

В результате арифметических операций получена формула для определения высоты призматической части ФЭМ прямоугольной (квадратной) формы с рифленным основанием из зубчатых элементов пирамидальной формы:

$$x = a - \frac{nh}{27} \quad (1)$$

Из формулы можно увидеть, что для определения высоты призматической части достаточно наличие только трех параметров: высоты традиционной плитки (a), количества зубчатых элементов пирамидальной формы (n) и высоты зубчатого элемента пирамидальной формы (h).

Форма основания ФЭМ со звездчатыми пирамидальными элементами является более сложной по сравнению с основанием из зубчатых пирамидальных элементов. Объем каждого звездчатого элемента меньше объема зубчатого элемента на суммарную величину объемов всех углублений.

Вывод формулы для определения высоты призматической части ФЭМ со звездчатыми элементами был проведен аналогично выводу вышеприведенной формулы (1).

Определено, что высота призматической части ФЭМ квадратной формы в плане с основанием из звездчатых элементов находится по формуле:

$$x = a - \frac{1}{9} nh \left(\frac{1}{3} - \frac{2d}{b} \right) \quad (2)$$

Для ФЭМ прямоугольной формы в плане с основанием из звездчатых элементов выведена формула для определения высоты призматической части:

$$x = a - \frac{1}{9} nh \left(\frac{1}{3} - d \frac{(b+c)}{bc} \right) \quad (3)$$

Полученные формулы позволят с легкостью вычислить высоту призматической части ФЭМ с рифленным основанием для разработанных вариантов покрытий.