

**МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВОВЯЗАНЫХ ГЕОСЕТОК\*****METHOD OF DESIGNING THE WARP-KNITTED GEOGRIDS**

*В.В. КАПРАЛОВ, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, Д.А. ОНИПЧЕНКО*  
*V.V. KAPRALOV, G.I. CHISTOBORODOV, E.N. NIKIFOROVA, D.A. ONIPCHINKO*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnic University)  
E-mail: kapralow@mail.ru

*В целях расширения практических возможностей оперативного изготовления основовязанных геосеток, исходя из требований заказчика, предложен упрощенный метод проектирования геосеток, основанный на методе последовательных приближений и позволяющий рассчитать заправочные данные для заданных разрывных нагрузок, размеров ячейки или поверхностной плотности полотна.*

*In this paper, a simplified method of designing geogrids is suggested for the purpose of extending practical possibilities of prompt production of warp-knitted geogrids according to customer's requirements. This approach is based on the method of successive approximations, providing a means of calculating the cloth and warp-knit machine particulars for the given breaking strength, mesh dimensions or fabric weight.*

**Ключевые слова:** метод, проектирование, основовязанные геосетки, размер ячейки, разрывная нагрузка.

**Keywords:** method, design, warp-knitted geogrids, mesh dimension, breaking strength.

Согласно [1] под геосеткой понимается плоский полимерный рулонный материал с сетчатой структурой, образованный эластичными ребрами из высокопрочных пучков нитей, скрепленными в узлах прошивочной нитью, переплетением, склеиванием, сплавлением или иным способом, с образованием ячеек, размеры которых больше образующих сетку ребер, обработанных специальными составами для улучшения свойств и повышения их стабильности. Наиболее популярными областями применения геосеток являются: армирование слоев асфальта (при возведении новых дорог, парковок, взлетно-посадочных полос, реконструкции старого дорожного полотна и др.); армирование

грунта в дорожном строительстве, в строительстве железных дорог и аэродромов; строительство наземных сооружений [2]. Для повышения прочности и адгезии с асфальтом геосетки обрабатывают битумными составами. Использование геосеток повышает транспортно-эксплуатационные показатели дорог, продлевает межремонтные сроки работ, замедляет процессы появления на покрытии различных дефектов (трещин, выбоин, колеиности).

Среди известных мировых производителей геосеток из высокомолекулярных полиэфирных нитей, в числе которых компании Kord, Maccaferri, HUESKER Synthetic GmbH, наиболее широкое распространение получило производство

\* Работа выполнена по заданию Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания ФГБОУ ВПО "ИВГПУ" в сфере научной деятельности (2014/43).

двух типов полотна: тканых и основовязанных геосеток. Существующие отечественные компании – производители геосеток как вида геосинтетики для дорожного строительства придерживаются той же тенденции, хотя их ассортимент не является столь разнообразным, как у зарубежных партнеров, что, в первую очередь, связано с относительной новизной производства геосеток в нашей стране. Между тем текущий объем потребления данной продукции на российском рынке постоянно растет, при этом рынок обладает очень большой потенциальной емкостью, что позволяет прогнозировать рост спроса на геотекстиль в течение долгих лет и соответственно предопределить создание новых производств по выпуску геосеток в регионах России.

Основовязанные геосетки, по сравнению с георешетками других технологий производства, обладают рядом преимуществ, ценных как для производителей, так и потребителей [3]. Среди них – использование в качестве нитей основы и утка высокопрочных малорастяжимых нитей повышенной жесткости на изгиб; возможность прямой (непереплетенной) укладки нитей, что позволяет воспринимать растягивающие усилия уже при незначительных удлинениях; формирование в геосетке ячеек любого размера при сохранении стабильности структуры; высокая производительность основовязального оборудования.

На основании анализа научно-технической информации [4], [5] установлено, что известные аналитические методы проектирования вязанных георешеток содержат достоверные, но трудоемкие вычисления, требующие специальных измерений и глубоких знаний в области текстильного материаловедения и технологии трикотажа (ширина и высота петельного ряда, длина нити в петле, соотношение плотностей, диаметр нити и др.). К настоящему времени в открытой печати не представлено достаточно простого и достоверного метода проектирования основовязанных геосеток, необходимого производителям для предварительного прогнозирования свойств вязанных геосеток, прежде всего, заданных

разрывных нагрузок, размеров ячейки и массы полотна. Окончательные эксплуатационные свойства той или иной геосетки выявляются лабораторными исследованиями и накопленным опытом эксплуатации.

Предлагаемый метод проектирования вязанных геосеток основан на методе итераций и включает привязку к конструктивным особенностям основовязальных машин с функцией прокладывания утка, таких как у компаний Карл-Майер и Либа (Германия), и заправочным данным (класс машины, раппорт заправки по основе и утку, линейная плотность нитей, плотность петель по вертикали или число петель на 1 см). Новый метод проектирования основовязанных геосеток признан пригодным специалистами машиностроительного завода Карл-Майер в качестве оперативного метода.

На рис. 1 для наглядности представлен вариант основовязанной геосетки (справа – без пропитки, слева – с битумной пропиткой), где 1 – основные нити; 2 – уточные нити; 3 – перевязочная нить, формирующая, как правило, переплетение "цепочка" или "трико"; а и b – линейные размеры ячейки (а – высота, b – ширина).

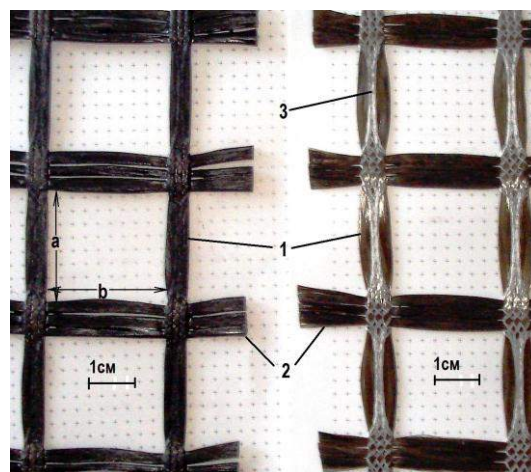


Рис. 1

Разработанный метод предполагает следующую последовательность необходимых действий.

1. Задаться классом машины, который показывает число игл на 1 дюйм игольницы.

2. Рассчитать число игл на 1 метр игольницы (общее число основных нитей) по формуле:

$$Ч_{игл} = \text{Класс} \cdot 1000 / 25,4,$$

где 25,4 мм = 1 английскому дюйму.

3. Задаться размером ячейки (для этого нужно выбрать заправку:  $Ч_1$  – число заправленных пучков нитей и  $Ч_2$  – число не заправленных пучков нитей, применительно как к основе, так и к утку, которые определяют размер ячейки с учетом расстояния между иглами. Например, для машины 6 класса расстояние между иглами  $P_{и} = 4,2$  мм).

Ширина ячейки:  $a = P_{и} \cdot Ч_{2основы}$ .

Высота ячейки:  $b = 1/\Pi \cdot 10 \cdot Ч_{2утка}$ ,

где  $\Pi$  – число петель на 1 см по вертикали (задаются, исходя из линейной плотности утка. Для геосеток  $\Pi = 2,5 \div 7$  петель/см).

4. Рассчитать коэффициент заполнения  $K_3$  нитями полотна:

$$K_3 = Ч_1 / (Ч_1 + Ч_2).$$

5. Вычислить суммарную линейную плотность нитей в ребре ( $\sum T_o$  – по основе,  $\sum T_y$  – по утку):

$$\sum T = Ч_1 T Ч_{сл},$$

где  $T$  – линейная плотность одной нити, текс;  $Ч_{сл}$  – число сложений нити в пучке.

6. Вычислить число заправленных пучков нитей основы/утка на 1 метр полотна:

$$\begin{aligned} Ч_o &= Ч_{игл} K_3, \\ Ч_y &= \Pi \cdot 100 K_3. \end{aligned}$$

7. Вычислить разрывную нагрузку полотна на 1 метр, основа/уток:

$$P_o = \sum T_o \cdot 0,7 Ч_o / 1000,$$

$$P_y = \sum T_y \cdot 0,7 Ч_y / 1000,$$

где 0,7 (Н/текс) – удельная разрывная нагрузка нити из полиэфира.

8. Вычислить поверхностную плотность полотна:

$$S = (Ч_o T_o + Ч_y T_y + T_{пров} Ч_o K_{п}) / 1000,$$

где  $T_{пров}$  – линейная плотность провязочной нити, текс;  $K_{п}$  – коэффициент переплетения или уработки нити ( $K_{п} = 3,0 \dots 4,5$ ,  $K_{п} = 4$  – для переплетения "цепочка").

В качестве примера проектирования приведем заправочную карту для геосетки, представленной на рис. 1:

- суммарная линейная плотность основной (уточной) нити: 2200 текс;
- материал нитей: полиэфир;
- число петель на 1 см по вертикали: 3,5;
- класс машины: 6;
- размер ячейки (а × b): 25 × 25 мм;
- линейная плотность провязочной нити: 32 текс;
- раппорт заправки по основе: 3 заправлено, 6 пусто (0-0//);
- раппорт заправки по утку: 3 заправлено, 9 пусто;
- раппорт заправки провязочной нитью: 3 заправлено, 6 пусто (1-0/1-2//).

Автоматическое вычисление числовых данных при проектировании геосеток выполнено в таблице Excel (рис. 2). Столбец D (сетка 3) соответствует данным рассматриваемого примера проектирования. При изменении отдельных исходных параметров геосетки, например линейной плотности нитей, числа петель на 1 см по вертикали, размеров ячейки, легко можно спроектировать заданные основные свойства полотна: разрывную нагрузку вдоль и поперек, поверхностную плотность.

	A	B	C	D
1	Название образца	Сетка 1	Сетка 2	Сетка 3
2	Линейная плотность основной нити (суммарная), текс	4400	2200	2200
3	Число игл в машине на 1 метр	236,2204724	236,2204724	236,2204724
4	Удельная разрывная нагрузка нити, Н/текс	0,7	0,7	0,7
5	Число заправленных нитей основы по ралпорту	1	1	3
6	Число не заправленных нитей основы по ралпорту	6	6	6
7	Число заправленных нитей основы в 1 метре	33,74578178	33,74578178	78,74015748
8	Класс машины	6	6	6
9	Абсолютная прочность основы, кН/метр	103,9370079	51,96850394	121,2598425
10	Линейная плотность уточной нити (суммарная), текс	2200	2200	2200
11	Число заправленных нитей утка по ралпорту	4	2	3
12	Число не заправленных нитей утка по ралпорту	20	22	9
13	Плотность петель на 1 см по вертикали	4	4	3,5
14	Общее число нитей утка в 1 метре	100	200	116,6666667
15	Число заправленных нитей утка в 1 метре	66,6666667	33,33333333	87,5
16	Абсолютная прочность по утку, кН/метр	102,6666667	51,33333333	134,75
17	Коэффициент переплетения	4	4	4,5
18				
19	Линейная плотность провязочной нити, текс	32	32	32
20	Поверхностная плотность полотна, г/м <sup>2</sup>	299,4675668	151,8935133	377,0669291
21				
22	Коэффициент заполнения полотна нитями утка	0,16666667	0,083333333	0,25
23	Коэффициент заполнения полотна нитями основы	0,142857143	0,142857143	0,333333333
24				
25	Число не заправленных нитей основы (формируют ширину ячейки)	6	6	6
26	Игольный шаг машины 6 класса, мм	4,2	4,2	4,2
27	Ширина ячейки (по основе), мм	25,2	25,2	25,2
28	Высота ячейки, мм	50	55	25,71428571
29				

Рис. 2

## ВЫВОДЫ

Предложен упрощенный метод проектирования вязаных геосеток, состоящих из основных, уточных и провязочных нитей, исходными данными для которого являются лишь конструктивные особенности основовязальных машин и заданные геометрические и физико-механические параметры проектируемых изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ОДМ 218.5.005–2010. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному строительству.

2. Рынок геосеток из НМ ПЭФ нитей в России // Электронный ресурс Академии Конъюнктуры Промышленных Рынков <http://www.akpr.ru/rep.php?id=389>.

3. Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 28...32.

4. Труевцев А. В. Прикладная механика трикотажа. – С.-Пб., 2007.

5. Кашина Н.И., Баранов А.Ю. Особенности расчета технологических параметров георешеток вязаных // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, № 1. С.26...29.

Рекомендована кафедрой инженерной и компьютерной графики. Поступила 03.02.15.