

УДК 677.025, 677.026

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ОСНОВОВЯЗАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН**

**FEATURES OF A STRUCTURE AND DESIGNING
OF WARP KNITTED GEOTEXTILE FABRICS**

Г.А. БРОНЗ, К.А. ГУСЕВ
G.A. BRONZ, K.A. GUSEV

(Димитровградский институт технологии, управления и дизайна
(филиал) Ульяновского технического университета)
(Dimitrovgrad Institute of Technology, Management and Design
(the Branch) of Ulyanovsk State Technical University)
E-mail: trico@ditud.ru, Bronz-ga@yandex.ru

В статье с учетом разнообразия видов одинарных основвязанных уточных полотен для дорожных покрытий построены геометрические модели их строения, уточнены основные параметры петельной структуры и проведена оценка прочности.

The key parametres of looping structure are specified taking into account a variety of kinds of single warp fabrics for road surfaces, the geometric models of their structure are constructed and the durability estimation is carried out in the article.

Ключевые слова: уточная нить, грунтовая нить, переплетение, геотрикотажное полотно, структура, положение уточной нити, параметры, диаметр, петельный шаг, высота петельного ряда, прочность по длине, прочность по ширине.

Keywords: a filling thread, an underground thread, an interweaving, a geoknitted fabric, structure, filler thread situation, parametres, diameter, a looping step, height of a looping number, durability endways, durability on width.

Среди разнообразных видов геотекстильных материалов для дорожных покрытий трикотажные основовязанные полотна составляют пока еще небольшую долю, однако известно, что именно одинарные основовязанные полотна с уточными нитями обладают наибольшей гибкостью структурных параметров для получения полотен заданных эксплуатационных функций: армирующей, дренирующей, фильтрационной и защитной [1].

Функциональные свойства трикотажных полотен наряду со способом производства и используемым сырьем в значительной степени определяются структурными характеристиками переплетений. Большая часть современных трикотажных геополотен вырабатывается на одинарных основовязальных рашель-машинах с поперечной и продольной прокладкой уточных нитей (фирмы Liba и Karl Mayer, ФРГ). Сырьем для них являются преимущественно комплексные многофиламентные полиэфирные, а также полиамидные, полиэтиленовые и стеклянные нити. Многообразие вырабатываемых структур достигается широким диапазоном классов вязальных машин, наличием двух грунтовых гребенок, возможностью прокладывания уточных нитей различных видов и линейных плотностей от 16 до 400 текс. Поэтому уточнение области применения основовязанных геополотен и оценку их эксплуатационных свойств целесообразно проводить по справочным данным и параметрам структуры данного вида трикотажа.

Анализ предлагаемых производителями и используемых в практике дорожного строительства одинарных основовязанных трикотажных полотен позволяет характеризовать их по следующим структурно-технологическим признакам [2], [3]:

1) наличию и количеству уточных нитей ($K_{ун}$), расположенных в направлении эксплуатационной нагрузки (деформации):

– моноаксиальные – с непрерывным вертикальным (УВ) или поперечным горизонтальным (УГ) утком, проложенным на всю ширину;

– биаксиальные – с вертикальным и горизонтальным утком (УВ и УГ);

– мультиаксиальные или многоосевые (УМ) с утками, проложенными в различных направлениях от -20 до $+20^\circ$, чаще 0° , $+45^\circ$, 90° , -45° ;

2) числу уточных нитей каждого вида ($N_{у}$) в раппорте прокладывания;

3) числу используемых грунтовых нитей ($K_{гн}$): $K_{гн}=1..2$;

4) виду переплетений из грунтовых нитей: цепочка, трико, сукно и др.;

5) использованию уточных нитей для соединения петельных столбиков, повышения прочности, снижения растяжимости: связующего (УС) и каркасного (УК) утка;

6) другим технологическим признакам: – проборке грунтовых и уточных гребенок: полная или с незначительными числом пропущенных грунтовых и уточных нитей собственно в полотнах и геосетках, неполная проборка со значитель-

ным количеством пропущенных нитей в георешетках;

– величине и направлению кладки уточных гребенок за иглами: $3C \geq 1$ и встречных кладках ($\overline{3C_{ун}} \dots \overline{3C_{гн}}$).

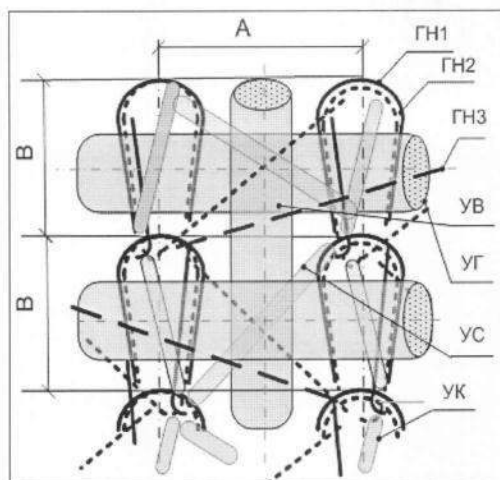


Рис. 1

Названные признаки обобщены в представленном на рис. 1 условном базовом структурном элементе биаксиального геополотна с числом грунтовых нитей $K_{гн}=1..2$ и уточных нитей $K_{ун}=1..4$ в размерах раппорта $Rb=2$ и $Rh=2$. Он может содержать петли с протяжками из двух систем нитей грунта переплетений цепочка (ГН1), трико (ГН2) или сукно (ГН3), между которыми расположены уточные нити: УВ, УГ, УС и УК. Характер расположения и взаимосвязи грунтовых и уточных нитей обусловлен известными технологическими условиями выработки уточного трикотажа [4], [5].

В отличие от бытового трикотажа, проектируемого для условно-равновесного состояния, при проектировании технического трикотажа, в том числе для дорожных покрытий, следует исходить из условий его эксплуатации, которые предполагают в зависимости от области применения нагрузки и деформации, приводящие к смятию прежде всего аксиальных уточных нитей: УВ, УГ и УМ. Расчет диаметра этих уточных нитей D_u осуществляют, исходя из формы эллипса, характерной для комплексных синтетических нитей, только по

условному диаметру $d_{усл}$ с учетом воспринимаемой деформации:

$$D_y = \sqrt{(1-C)d_{усл}^2 / 100} = kd_{усл} = k \cdot 0,0357 \sqrt{T_y / \gamma_y}, \quad (1)$$

где C – деформация уточной нити, воспринимающей нагрузку, % ($C=10-30\%$); k – коэффициент, учитывающий сжатие уточной нити (для УВ, УГ, УМ $k=0,84-0,95$); γ – удельная плотность нити, $г/см^3$.

Важнейшими структурными показателями трикотажных геополотен с точки зрения обеспечения их функциональных свойств являются показатели линейного, поверхностного и объемного заполнения трикотажа, которые, в свою очередь, определяются петельным шагом A , высоты петельного ряда B , толщины полотна M .

Так как в геотрикотажных полотнах толщина уточных аксиальных нитей УВ, УГ или УМ значительно больше толщины грунтовых, то при расчете A следует учесть толщину D_y^B и количество $K_{ун}$, ориентированных вертикально вдоль петельных столбиков уточных нитей УВ, УС и УК, а при расчете B – толщину и количество утков, ориентированных вдоль ряда УГ, УС и УК:

$$A = 4d_r + \sum_{i=1}^{K_{ун}} D_y^{ГОР}, \quad (2)$$

$$B = 2d_{r2} + \sum_{i=1}^{K_{ун}} D_y^{ВЕРТ},$$

где d_r – суммарный диаметр грунтовых нитей. В мультиаксиальных структурах толщина уточных нитей УМ должна быть учтена при расчете A и B .

При этом в любых структурах размер A должен соответствовать классу K и игольному шагу $t_{иг}$ машины: $A \sim \leq t_{иг}$ или $A \sim \leq 25,4/K$ [5].

Для уточнения выражения (2) с использованием графоаналитических методов проектирования трикотажа построены геометрические модели петельной структуры

геополотен. Их примеры с поперечным и продольным разрезами для биаксиальных структур на базе цепочки со связующим ут-

ком и на базе трико представлены на рис. 2-а и рис. 2-б соответственно.

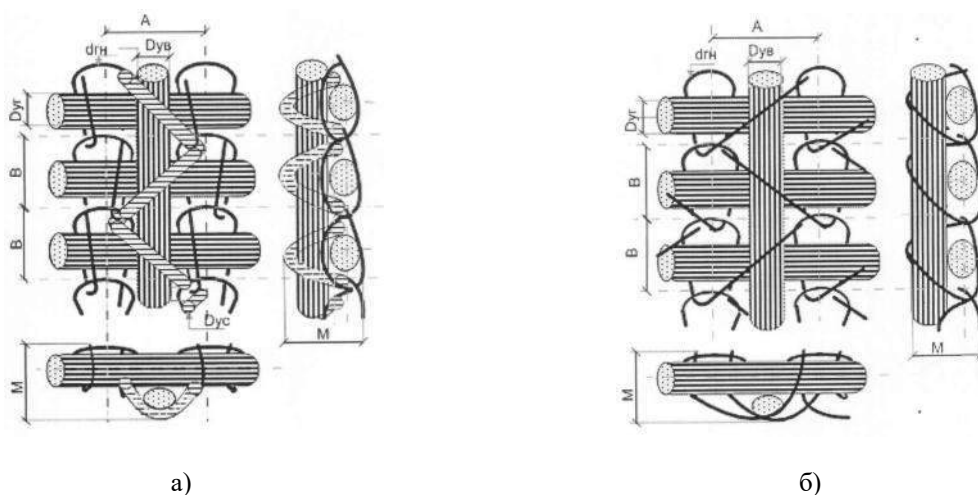


Рис. 2

Для основовязанных геополотен в пределах раппорта по ширине $Rb_y = 3C$ и высоте Rh_y уточных нитей (без учета про-

борки грунтовых и уточных ребенок) основные параметры структуры по геометрической модели можно определить как:

$$A = 4(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + N_{УВ} D_{УВ} \frac{(Rb_{УВ} - b_{УВ})}{Rb_{УВ}} + 2N_{УС} D_{УС} \frac{(Rb_{УС} - b_{УС})}{Rb_{УС}} + 2D_{УК} \frac{(Rb_{УК} - b_{УК})}{Rb_{УК}}, \quad (3)$$

$$B = 2(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + N_{УГ} D_{УГ} \frac{(Rh_{УГ} - h_{УГ})}{Rh_{УГ}} + 2D_{УС} \frac{(Rh_{УС} - h_{УС})}{Rh_{УС}} + 2D_{УК} \frac{(Rh_{УК} - h_{УК})}{Rh_{УК}}, \quad (4)$$

$$M = 3d_{ГН1} + D_{УГ} + D_{УВ} + D_{УС} + D_{УК}, \quad (5)$$

где N_y – число нитей; b_y, h_y – число пропущенных столбиков и рядов в раппорте прокладывания соответствующего вида уточной нити: УВ, УС и УК.

и имеющей параметры $K_{ГН}=1, K_{УН}=3, УГ(Rb=0 Rh=1), УВ(Rb=1 Rh=0), УС(Rb=2 Rh=2)$, основные структурные характеристики равны:

С учетом выражений (3)...(5) для структуры геополотна, приведенной на рис. 2-а

$$A = 4d_{ГН1} + D_{УВ} \frac{(1-0)}{1} + 2D_{УС} \frac{(2-0)}{2} = 4d_{ГН1} + D_{УВ} + 2D_{УС},$$

$$B = 2d_{ГН1} + D_{УГ} \frac{(1-0)}{1} + 2D_{УС} \frac{(2-0)}{2} = 2d_{ГН1} + D_{УГ} + 2D_{УС},$$

$$M = 3d_{ГН1} + D_{УГ} + D_{УВ} + D_{УС}.$$

Для структуры с параметрами $K_{ГН}=1, K_{УН}=2, УГ(Rb=0 Rh=1), УВ(Rb=1 Rh_y=0)$, представленной на рис. 2-б:

$$B = 2d_{ГН1} + D_{УГ} \frac{(1-0)}{1} = 2d_{ГН1} + D_{УГ},$$

$$M = 3d_{ГН1} + D_{УГ} + D_{УВ}.$$

$$A = 4d_{ГН1} + D_{УВ} \frac{(1-0)}{1} = 4d_{ГН1} + D_{УВ},$$

В табл. 1 представлены геометрические модели структуры одинарных основвязанных геополотен, на базе которых с использованием выражений (3)...(5) определены значения основных параметров структуры А, В и М.

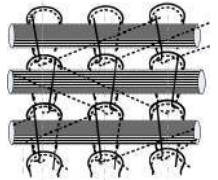
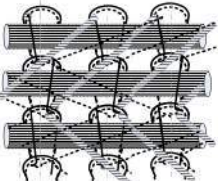

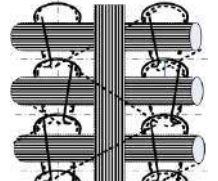
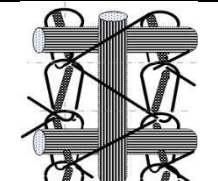

Как правило, уточные нити вводятся для увеличения прочности и уменьшения растяжимости в направлении деформации, поэтому проведем оценку прочности по геометрической модели структур. Проч-

ность по длине (K_d, H) стандартной полоски в 50 мм можно оценить:

$$K_d = \frac{\sum_{i=1}^{K_{ГН}} (2q_i + q_i \cos \alpha_i) + N_{УВ} Q_{УВ} + Q_{УК}}{200} \text{ Пг, (6)}$$

где q и Q – прочность соответствующих грунтовых и уточных нитей, сН; α – угол наклона протяжек грунта к линии петельного столбика.

Т а б л и ц а 1

Геометрическая модель структуры	$K_{ГН}$ / вид грунта	$K_{УН}$ / вид уг-ка (R_b, R_h)	А, В, М	K_d ; $K_{Ш}$
Моноаксиальные структуры				
	2/ ГН1 – цепочка ГН2 – сукно	1/ УГ ($R_h=1$)	$A=4(d_{ГН1} + d_{ГН2})$ $B=2(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УГ}$ $M=3(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УГ}$	$K_d \rightarrow 5,5q$ $K_{Ш} \rightarrow Q_{Г} + 0,87q$
	2/ ГН1 – цепочка ГН2 – сукно	2/ УГ ($R_h=1$) УС ($R_b=3$; $R_h=4$)	$A=2(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УС}$ $B=2(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УГ} + D_{УС}$ $M=3(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УГ} + D_{УС}$	$K_d \rightarrow 5,5q$ $K_{Ш} \rightarrow Q_{Г} + 0,71 Q_{УС} + 0,87q$
	1/ ГН1 – цепочка	3/ УГ ($R_h=1$) УС ($R_b=3$; $R_h=2$) УК ($R_b=1$; $R_h=2$)	$A=4d_{ГН1} + D_{УС} + 2D_{УК}$ $B=2d_{ГН1} + D_{УГ} + 2D_{УС} / R_{hУС}$ $M=3d_{ГН1} + D_{УГ} + D_{УВ} + D_{УС} + D_{УК}$	$K_d \rightarrow 3q + Q_{УК}$ $K_{Ш} \rightarrow Q_{УГ} + 1,87 Q_{УС}$
Биаксиальные структуры				
	2/ ГН1 – цепочка ГН2 – трико	2/ УГ ($R_h=1$) УВ ($R_b=1$)	$A=4(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УВ}$ $B=2(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УГ}$ $M=3(d_{ГН1} + d_{ГН2}) + D_{УГ} + D_{УВ}$	$K_d \rightarrow 5,5q + Q_{УВ}$ $K_{Ш} \rightarrow Q_{УГ} + 0,71q$
	1/ ГН1 – трико	3/ УГ ($R_h=2$) УВ ($R_b=1$) УК ($R_b=1$; $R_h=2$)	$A=4d_{ГН1} + D_{УВ} + 2D_{УК}$ $B=2d_{ГН1} + 0,5D_{УГ} + 2D_{УК}$ $M=3d_{ГН1} + D_{УГ} + D_{УВ} + D_{УС} + D_{УК}$	$K_d \rightarrow 2,71q + Q_{УВ} + Q_{УК}$ $K_{Ш} \rightarrow Q_{УГ} + 0,71q$
Мультиаксиальная структура				
	1/ ГН1 – цепочка	4/ УВ= $УМ0^\circ$ УГ= $УМ90^\circ$ УМ+ 45° УМ- 45°	$A=4d_{ГН1} + 3D_{УМ}$ $B=2d_{ГН1} + 3D_{УМ}$ $M=3d_{ГН1} + 3D_{УМ}$	$K_d \rightarrow 3q + 2,42Q_{УМ}$ $K_{Ш} \rightarrow 2,42Q_{УМ}$

Прочность по ширине ($K_{ш}$, Н) определяется в основном прочностью горизон-

тальных (поперечных) УГ и связующих УС уточных нитей:

$$K_{ш} = \frac{\sum_1^{K_{ГН}} q \cos \beta + Q_{УС} (Rb_{УС} - h_{УС} - 1) \cos \gamma + Q_{УГ}}{200} P_B, \quad (7)$$

где $K_{ГН}$ – количество грунтовых нитей; β и γ – углы наклона протяжек грунта и связующего утка к линии петельного ряда.

Выражение (7) позволяет оценить прочность различных полотен по геомет-

рическим моделям их структур через прочность грунтовых и уточных нитей. Так например, для структуры с параметрами $K_{ГН}=2$ ГН1 – цепочка, ГН2 – сукно $K_{УН}=1$, УГ($Rh=1$) можно вычислить:

$$K_{д} = \frac{(2q + q \cos 0^\circ) + (2q + q \cos 60^\circ)}{200} P_B \rightarrow 5,5q,$$

$$K_{ш} = \frac{(q \cos 90^\circ + q \cos 30^\circ) + Q_{УГ}}{200} P_B \rightarrow 0,87q + Q.$$

Как видно из табл. 1, показатели прочности позволяют выполнить ее сравнительную оценку для различных структур геополотен.

ВЫВОДЫ

1. Построены геометрические модели петельной структуры одинарных основовязаных уточных геополотен и на их базе получены выражения для проектирования основных параметров структуры: диаметра уточных нитей, петельного шага, высоты петельного ряда и толщины.

2. Предложены показатели для оценки прочности геополотен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труевцев А.В., Баранов А.Ю. Биаксиальные трикотажные материалы для дорожного строительства. // В мире оборудования. – 2008, №3(2/77).
2. Труевцев А.В., Баранов А.Ю., Деятеликов А.Н., Столяров О.Н. Геотекстиль в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.megateh.com (дата обращения: 26.04.2010).
3. Бронз Г.А., Гусев К.А. Виды трикотажных геотекстильных материалов и подходы к проектированию // Вестник ДИТУД. – Димитровград, 2009, №4(42). С.5...8.
4. Кудрявиш Л.А., Шалов И.И. Основы технологии трикотажного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1991. С.363...373.
5. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Легкая индустрия, 1970. С.325...327.

Рекомендована кафедрой технологии проектирования. Поступила 03.06.11.