

УДК 677.0

К.О.Защепкіна

ATASelektromotoryNachoda.s., Чеська Республіка
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ З ДОДАВАННЯМ БАЗАЛЬТОВИХ
ВОЛОКОН ТА БАЗАЛЬТОВОГО РОВІНГУ

Продукти з використанням базальтових волокон набувають все більшого розповсюдження в різних галузях. Завдяки фізично-механічним властивостям, базальт використовується не тільки в будівництві, в якості тепло- й звукоізоляційного матеріалу, але й в літакобудуванні, медицині, при будівництві доріг. Виходячи з того, що на перше місце виходить екологічність й ціна матеріалу, виникла потреба в аналізі матеріалів, що застосовуються при армуванні дорожніх покриттів з огляду їх ефективності й безпечності.

Ключові слова: базальт, базальтове волокно, дорожнє покриття, екологічність, ефективність.

Рис 2. Табл 3. Літ 16.

К.А.Защепкина

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ БАЗАЛЬТОВЫХ
ВОЛОКОН И БАЗАЛЬТОВОГО РОВИНГА

Продукты с использованием базальтовых волокон приобретают все большее распространение в различных отраслях. Благодаря физико- механическим свойствам, базальт используется не только в строительстве, в качестве тепло- и звукоизоляционного материала, но и в самолетостроении, медицине, при строительстве дорог. Исходя из того, что на первое место выходит экологичность и цена материала, возникла потребность в анализе материалов, применяемых при армировании дорожных покрытий с точки зрения их эффективности и безопасности.

Ключевые слова: базальт, базальтовое волокно, дорожное покрытие, экологичность, эффективность.

К.Zashchepkina

PERSPECTIVES OF USAGE MATERIALS WITH ADDITION BASALT FIBERS AND BASALT
ROVING

Products using basalt fibers are becoming very popular in various industries. Thanks to the physical and mechanical properties of basalt are used not only in construction as thermal and acoustic insulation, but also in aircraft, medicine, and the construction of roads. Based on the fact, that on the first place is environmental friendly and price of the material, it is important to analyze the materials used in the reinforcement of road surfaces in terms of their effectiveness and safety. Because the basalt fibers have high natural strength, resistance to corrosion, durability, electrical insulation, natural made, environmentally friendly raw materials, have extraordinary future of application in various industries like textile, construction and energy etc. New technologies are being introduced in the construction of road surfaces, apply new reinforcing materials. Basalt reinforcing mesh is designed for reinforcement of road surfaces. Its usage can significantly increase the time between maintenance work and decrease the cost of maintenance work due to more uniform distribution of the load inside the roadway, as well as by decreasing the formation of cracks under the influence of temperature cycles. This article is describing the perspectives and the appropriateness's usage of the pavements reinforced by products based on basalt fibers.

Keywords: basalt, basalt fiber, pavement, environmental friendliness, efficiency.

Постановка проблеми. В останні роки базальтовмісткі продукти зміцнюють свої позиції на світовому ринку не тільки в галузі текстильної промисловості, але і в будівництві, ракето- й літакобудівництві, медицині.

Використання матеріалів на основі базальту бере початок з області застосування теплоізоляційних матеріалів[1-6], де базальтова вата замінила канцерогенний азбест[3], а потім й скляну вату.

Сьогодні, коли переваги базальту в якості теплоізоляційного матеріалу всім відомі, він починає здобувати нові ринки збуту й використовується при армуванні бетонів, а також дорожнього покриття, наприклад, у вигляді базальтової геосітки, яка дозволяє поліпшити економічні й екологічні показники дорожнього покриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Базальтова армована сітка являє собою вільно накладені пошарово базальтові ровінги, прошиті крученими базальтовими, капроновими або поліефірними нитками. Накладені одна на одну системи ниток прошивають тамбурним стібком, який утворюється внаслідок взаємодії системи утворюючих петлі голок. Неткані клеєні сітки характеризуються тим, що вони складаються з двох взаємно перпендикулярних систем ниток, що не переплітаються між собою, а накладаються одна на одну і склеюються в місцях перетинів рідкою сполукою[7,8,9]. Розмір чарунки сітки може мінятися від 25 мм до 50 мм, довжина рулону 75 м, ширина - 1-2м.

Мета дослідження. Отже метою дослідження і вивчення властивостей базальту в складі геосітки й порівняння загальних характеристик з іншими використовуваними матеріалами.

Основні результати дослідження.

Оскільки волокна з базальтових порід мають високу природню міцність, стійкість до дії агресивних середовищ, довговічність, електроізоляційні властивості, виробляються з природньої, екологічно чистої сировини, вони мають надзвичайну перспективу застосування в промисловості, будівництві та енергетиці.

Базальти є вихідною сировиною для виробництва:

- Безперервних базальтових волокон (НБВ), діаметром елементарних волокон 6 - 21 мікрон, довжиною 10 і більше км;
- Штапельних тонких базальтових волокон (БТВ), діаметром елементарних волокон 6 - 12 мікрон і довжиною 30 - 60 мм;
- Супертонких базальтових волокон (БСТВ), діаметром елементарних волокон 1 - 3 мікрона і довжиною 50 - 60 мм;
- Базальтової луски (БЧ), пластинок товщиною 2 - 5 мікрон і площею 0.5 - 4 мм².

На основі базальтових волокон виробляються такі матеріали як тканини, сітки, полотна, мати, композиційні матеріали та вироби.

Матеріали та вироби з базальтових волокон і базальтової луски знаходять широке застосування в різних галузях промисловості, будівництві, транспорті.



Рис. 1. Базальт та вироби з нього: а) базальтовий ровінг, б) базальтова скала, в) тканина з базальтового волокна

Базальтова армована сітка розроблена для армування дорожніх покриттів. Її використання дозволяє значно збільшити час між ремонтними роботами за рахунок більш рівномірного розподілу навантаження на дорожнє полотно, а також за рахунок зменшення утворення тріщин під впливом температурних циклів. Базальтова сітка дозволяє зменшити товщину асфальтового покриття на 20%.

Базальтові геосітки, що використовуються для армування покриттів, мають такі основні переваги:

- механічно більш міцна і більш стійка до хімічно агресивного середовища, ніж сітка з Е-скла
- температура при якій відбувається укладання дорожнього полотна не викликає пошкодження базальтової сітки на відміну від сіток зроблених з синтетичних матеріалів.
- Базальтова сітка може використовуватись при більш низьких температурах, ніж синтетичні сітки, що особливо важливо для північних регіонів.
- Менше значення подовження перед розривом, ніж у синтетичних матеріалів.
- Більш низька вартість і ліпші механічні властивості, ніж у сіток зроблених із спеціальних стекол.
- Легко подрібнюється з використанням стандартного устаткування для заміни дорожнього полотна.
- Не вимагає спеціального обладнання.
- Екологічно нешкідлива.
- Хімічно інертна [3] (не виділяють і не утворюють токсичних речовин у повітряних і хімічно активних середовищах).
- Необмеженість сировинних запасів базальту.
- Базальтові волокна мають високу міцність порівняно з міцністю високоміцних скляних волокон [14], а модуль пружності базальтових волокон вище на 15 - 20 %, ніж у волокон зі скла.

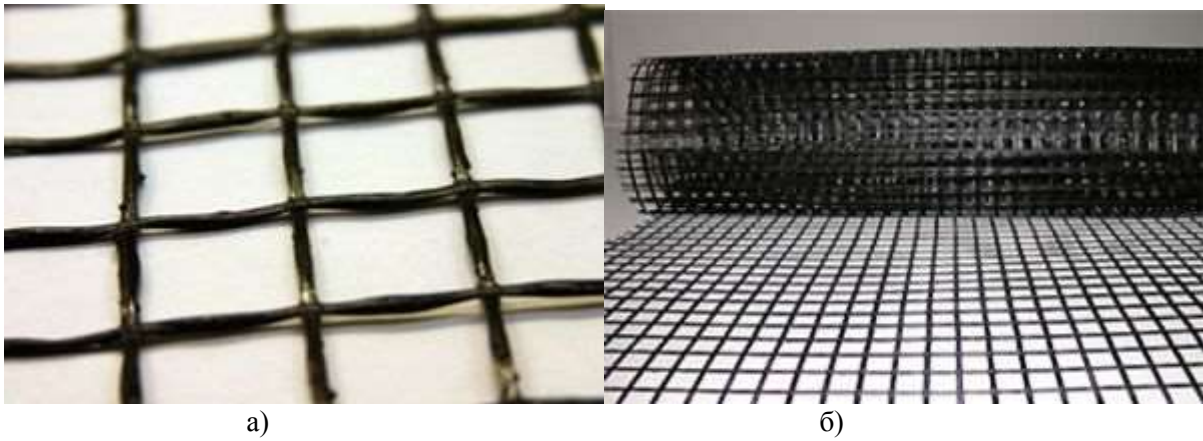


Рис.2. Геосітка з базальту

Таблиця 1

Порівняння волокон, що застосовуються при армуванні дорожніх покриттів

Властивості монофіламенту	Поліпропілен	AR-скло	Е-скло	Базальтове волокно
Міцність на розрив, Мпа	430-600	3400	3500-3800	4000-4500
Модуль Юнга, ГПа	15	70	75	85

Таблиця 2

Порівняльна характеристика базальтових й інших волокон

	БВ	Е-скло	С-скло	Вуглецеве волокно
Розтяжність, МПа	3000~4840	3100~3800	4020~4650	3500~6000
Модуль пружності, ГПа	79.3~93.1	72.5~75.5	83~86	230~600
Подовження, %	3.1	4.7	5.3	1.5~2.0
Діаметр волокна, мкм	6~21	6~21	6~21	5~15
Текс	60~4200	40~4200	40~4200	60~2400
Температура застосування, °С	-260~+500	-50~+380	-50~+300	-50~+700

Висока міцність

Питома міцність[1] базальтового волокна у 2,5 рази перевищує міцність легованих сталей і в 1,5 рази – міцність скловолокна[16].

Висока хімічна стійкість до впливу води, солей, лугів і кислот

У порівнянні з металом НБВ не піддається корозії[2]. У порівнянні зі скловолокном НБВ є лугостійким матеріалом. НБВ мають високу корозійну і хімічну стійкість до дії агресивних середовищ[11,12,13]: розчинів солей, кислот і особливо лугів. Хімічна стійкість базальтових волокон.

Таблиця 3

Висока термічна стійкість

Хімічна стійкість базальтових волокон

ДіаметрНБВ, мкм	H ₂ O	0.5 н NaOH	2 н NaOH	2 н HCl
17	99.63	98.3	92.8	76.9
12	99.7	98.9	90.7	49.9
9	99.6	94.6	83.3	38.8

Діапазон температур довгострокового застосування базальтових волокон – 200°С - + 600°С. Короткостроковий вплив температур до 700 °С. Разовий вплив температур до 1000 °С.

Сумісність з іншими матеріалами

Безперервні базальтові волокна володіють високою сумісністю з пластиками, пластмасами, клеями, скляними і вуглецевими волокнами. Можливість виробництва матеріалів виробів на основі НБВ із застосуванням різних технологій формовки, намотування, напилення інших "холодних технологій".

Області застосування геосіток

Базальтові геосітки використовуються в якості армуючого матеріалу при будівництві доріг, злітно-посадкових смуг аеродромів, гідротехнічних споруд, армування бетонних підлог, стін. Використовуються також і в промисловому і цивільному будівництві при армуванні стінових матеріалів різних типорозмірів (цегла, облицювальний камінь, блоки керамічні, блоки з пористого бетону і т.п.) і конструкцій з використанням цементно-піщаних, клейових та інших розчинів. Найбільш широко базальтові сітки застосовуються для армування асфальтобетонних покриттів при новому будівництві дорожніх покриттів та при посиленні їх в процесі ремонту.

Дорожнє будівництво

- Застосування сіток в дорожньому будівництві забезпечує:
- надання нових властивостей дорожньої конструкції
- запобігає і зменшує поширення відображених тріщин
- в 2-3 рази збільшує міжремонтні терміни
- гарантує реальний економічний ефект, покращує комфорт дорожнього руху

Характеристика асфальтобетону, армованого сіткою:

- Базальтові сітки мають високу адгезію з бітумом у порівнянні з сітками з полімерних волокон і підвищеною лугостійкістю в порівнянні зі склосіткою.
- Водно-фізичні властивості асфальтобетону, армованого базальтової геосіткою (водонасичення, набухання, середня щільність і т.д.) істотно не змінюються.
- Армування сіткою асфальтобетонних покриттів підвищує міцність на вигин до 1,5-2 разів.

Основна проблема експлуатації дорожнього полотна це виникнення тріщин, які виникають поперек покриття, тому що навантаження вздовж дороги є домінуючим. Маючи приблизно однакові розривні характеристики базальтової і сітки і сітки зі скла отримуємо, що склосітка не працює з дорожнім покриттям на 100% своїх розривних навантажень.

Висновки

Більш висока стійкість до агресивних середовищ і переваги базальту в температурних застосуваннях говорять про виправдані витрати на армування дорожнього покриття базальтової дорожньою сіткою

Перспективи застосування базальтових армуючих сіток. Можливі цікаві рішення в наступних областях:

- залізні дороги (армування земляного полотна, водовідвідних споруд, зернистих середовищ у вигляді баластів тощо)
- гідротехнічне будівництво (армування гребель, підпірних споруд, набережних тощо)

1. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. – М.: Высшая школа, 1972. - 320 с.
2. Кочергин С. М., Шойхет Б. М., ред., под редакцией Кочергин С. -, Подред. Кочергин С. М., Ставрицкая Л. В., Соколова С. Д./ Теплоизоляция. Материалы. Конструкции. Технологии
3. Нильсен Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций. – М.: Химия, 1978. - 312 с.
4. Hes, I., Sluka, P.: Uvod do komfortu textilií. skriptumtextilní fakulty TUL, Liberec 2005
5. Технология теплоизоляционных материалов и изделий: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1982. – 376 с.,
6. Douglas, R.W. - Ellis, B.: Amorphous Material. Wiley, London, 1972
7. Kopecký, L. Voldán, J.: Crystallization of melted rocks. CSAV, Prague, 1959
8. Krutsky N., et all : Geol. Pruzkum 22, 33. 1980
9. Meloun M., Militký J., Forina M.: Chemometrics for Analytic Chemistry vol. I, Statistical Data Analysis, Ellis Horwood, Chichester 1992
10. Militký J: Proc. 25th. Textile Research Symposium at Mt. Fuji, August 1996
11. Militky J. et. all : Proc. Int. Conf. Special Fibers, Lodz 199
12. Morse S. A.: Basalts and Phase Diagrams, Springer Verlag, New York 1980
13. Rubnerová, J.: Thermomechanical properties of inorganic fibers. (Diplomawork), TU Liberec, 1996
14. Slivka M., Vavro M. : Ceramics 40, 149. 1996
15. Wagner H. D.: J. Polym. Sci. Phys. B27, 115. 1989
16. Weddell J.K.: Continuous Ceramic Fibers. J. Text. Inst. No.4, 333, 1990

1. Gul V.E., Kuleznev V.N. Structure and mechanical properties of polymers. – М.: Highschool, 1972. - 320 с.
2. Kochergin S. M., Shoychet B. M., / Termoisolation. Materials. Construction. Technology
3. Nilsen L. Mechanical properties of polymers and polymers compositions. – М.: Chemie. 1978. - 312 с.
4. Hes, I., Sluka, P.: Uvod do komfortu textilií. skriptumtextilní fakulty TUL, Liberec 2005
5. Technology of termoisolation materials and products.: Book of highschool. – М.: Stroyizdat, 1982. – 376 с.,

6. Douglas, R.W. - Ellis, B.: AmorphousMaterial. Wiley, London, 1972
7. Kopecký, L. Voldán, J.: Crystallizationofmeltedrocks. CSAV, Prague, 1959
8. Krutsky N., et all : Geol. Pruzkum 22, 33. 1980
9. Meloun M., Militký J., Forina M.: Chemometrics for Analytic Chemistry vol. I, Statistical Data Analysis, Ellis Horwood, Chichester 1992
10. Militký J: Proc. 25th. Textile Research Symposium atMt. Fuji, August 1996
11. Militky J. et. all : Proc. Int. Conf. SpecialFibers,Lodz 199
12. Morse S. A.: Basalts and PhaseDiagrams, SpringerVerlag, New York 1980
13. Rubnerová, J.: Thermomechanicalpropertiesofinorganicfibers. (Diplomawork), TU Liberec, 1996
14. Slivka M., Vavro M. : Ceramics 40, 149. 1996
15. Wagner H. D.: J. Polym. Sci. Phys. B27, 115. 1989
16. WeddellJ.K.: ContinuousCeramicFibers. J. Text. Inst. No.4, 333, 1990

Стаття надійшла до редакції 18.04.2014