

На болотах II и III типов необходимо также производить удаление торфа из-под насыпи отжати-ем его отсыпаемым грунтом. В этом случае рядом с будущей насыпью устраиваются траншеи-торфоприемники для приема выдавливаемого из-под насыпи торфа или продольной прорези. Продольные прорези разрабатываются на глубину, равную толщине растительно-корневого покрова, но не менее 1 м. Водоотводные каналы, продольные прорези и траншеи-торфоприемники отрываются драглайном сразу на полный профиль при перемещении экскаватора вдоль оси сооружения.

Также при строительстве железных дорог в особых условиях возможно использование геосинтетических материалов, которые укладываются в тело насыпи и на откосы земляного полотна: для ликвидации просадок пути с выпиранием разжиженного глинистого грунта; предупреждения расстройств рельсовой колеи по уровню и в профиле; усиления пути; ликвидации пучин; устранения смещения грунта на откосах выемок и оползней откосов насыпей; устройства обратного фильтра в дренажах; защиты сооружений железнодорожного пути от размывов; предупреждения осадок берм на болотах и суффозионных явлений; предупреждения деформаций основной площадки земляного полотна; усиления устойчивости насыпи на слабом основании (торф, ил, сапропели); в качестве покрытия основной площадки насыпи из крупно-глыбовых материалов; для обеспечения водоотвода с основной площадки и откосов насыпей и выемок с целью предупреждения пучин и деформаций земляного полотна.

Способ сооружения дороги на болоте, при котором частично выторфовывают слабый грунт с последующей отсыпкой насыпи из привозного грунта, отличающийся тем, что перед отсыпкой насыпи поверх выторфованного слабого грунта производят укладку прослойки из геосинтетического материала посредством раскатки ее из рулона на длину, не превышающую ширину прослойки из геосинтетического материала, а привозной грунт при отсыпке насыпи постепенно перемещают на прослойку из геосинтетического материала по всей ширине раскатанного рулона с последующим его разравниванием и уплотнением.

Можно использовать способ устройства дорожной конструкции с использованием геотекстильных материалов, при котором рулоны раскатывают в продольном направлении по подготовленному основанию. Уложенную прослойку засыпают слоями песка или другого материала, толщина которых определяется уплотняющим механизмом. Засыпку прослойки ведут по схеме «от себя» с помощью бульдозера или автогрейдера. Непосредственный проезд колесных или гусеничных машин по прослойке не разрешается.

Недостатком такого способа является большая длина раскатки материала, что не способствует предварительному натяжению материала перед отсыпкой поверх него грунта. Этот факт не дает возможности закрепить геотекстильный материал по бокам при укладке его на слабых грунтах. Отрицательным также является то, что в процессе строительства грунт отсыпают непосредственно на прослойку. Использование в сооружаемой дорожной конструкции прослойки из геосинтетического материала обеспечит разделение различных видов грунтов, даст возможность предварительного натяжения материала за счет его раскатки на ширину рулона, кроме того, позволит получить равномерно распределенную нагрузку отсыпаемого грунта насыпи на слабое основание.

УДК 691.328.43

КЕРАМЗИТОБЕТОН, АРМИРОВАННЫЙ ПОЛИМЕРНОЙ ФИБРОЙ

*Ю. Г. МОСКАЛЬКОВА, Р. П. СЕМЕНЮК, М. Ю. ДАШКЕВИЧ
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь*

Применение полимерных волокон для дисперсного армирования тела бетона позволяет повысить его сопротивление ударным и взрывным нагрузкам [1]. Армирование легких бетонов полимерной фиброй может оказаться более эффективным по сравнению с тяжелым бетоном, потому что, во-первых, легкие бетоны имеют значительно более высокие значения пределов микро-трещинообразования, а дисперсное армирование позволит улучшить эти показатели, а во-вторых, применение полимерной фибры повышает водонепроницаемость бетона, что особенно актуально при использовании пористых заполнителей.

Поскольку полимерная фибра обладает низким модулем упругости, значительно меньшим по сравнению с модулем упругости тяжелого бетона, принято считать, что подобное армирование незначительно влияет на прочность бетона [1, 2]. Однако модуль упругости легкого бетона существенно ниже в сравнении с бетонами на плотных заполнителях: согласно EN 1992 для расчета модуля упругости легких бетонов применяется понижающий коэффициент $(\rho/2200)^2$, где ρ – расчетная плотность. Таким образом, значение понижающего коэффициента составляет 0,228–0,868, т. е. для бетонов с небольшой плотностью применение полимерной фиброй будет более эффективно, т. к. разница в значении модулей упругости бетона и армирующих элементов не будет значительной. Это позволит повысить не только стойкость к воздействию ударных нагрузок, но также основные прочностные характеристики: прочность при осевом сжатии, изгибе и растяжении.

Однако введение полимерной фибры накладывает некоторые ограничения: в работе [1] доказано, что применение полимерных волокон ограничивает содержание в бетонной смеси крупного заполнителя, т. е. невозможно получить беспесчаные или малопесчаные бетоны, эффективно армированные полимерным волокном. Причем в качестве мелкого заполнителя должен добавляться плотный песок (лучше речной или кварцевый), т. к. введение пористого мелкого заполнителя значительно снижает прочность бетонной матрицы [3–6]. Особенность легких бетонов в том, что пористые заполнители, используемые для их производства, сильно различаются по прочностным характеристикам, поэтому в каждом конкретном случае необходимо делать пробные замесы для подбора состава бетонной смеси.

Процент армирования полимерной фиброй, согласно экспериментальным данным разных исследователей [1, 2, 7–12], не должен быть ниже 0,5 и выше 1,5 % от массы цемента. В случае несоблюдения этих требований применение фибры оказывается неэффективным: большое содержание волокон в бетонной смеси (свыше 2 %) повышает ее вязкость и снижает удобоукладываемость, а ввиду разницы в значении модулей упругости роль армирующих волокон полимерная фибра может выполнять только при небольшом ее содержании.

Кроме того при перемешивании очень сложно добиться равномерного распределения фибровой арматуры в теле бетона, поэтому количество фибр должно быть сравнительно небольшим, и технология перемешивания бетонной смеси должна неукоснительно соблюдаться: сначала перемешиваются сухие компоненты (заполнители и вяжущее), затем порционно добавляется фибра, смесь снова тщательно перемешивается и только после этого затворяется водой [13].

Полимерная фибра может вводиться как дополнительный армирующий элемент при неизменном составе бетонной смеси либо взамен цемента по массе [12]. В ходе исследований планируется экспериментально установить, какой из вариантов может считаться предпочтительным в случае использования белорусских сырьевых материалов.

Испытание пробных серий опытных образцов в виде кубов подтверждает выводы, сделанные на основе аналитического обзора, применительно к керамзитобетону, изготовленному на основе белорусского сырья. Состав бетонной смеси подбирался согласно [14]. Опытные образцы были армированы полипропиленовой фиброй. В результате установлено, что при содержании фибры 0,5 % от массы цемента кубиковая прочность керамзитобетона повысилась примерно на 20 % по сравнению с прочностью контрольных (неармированных) образцов, а при содержании фибры более 2 % прочность оказалась меньше прочности контрольных образцов.

Список литературы

- 1 Рабинович, Ф. Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции : [моногр.] / Ф. Н. Рабинович. – М. : ACB, 2004. – 560 с.
- 2 Mechanical Properties of Fiber Reinforced Lightweight Concrete Containing Surfactant / Yoo-Jae Kim [et al.] // *Advances in Civil Engineering* [Electronic resource]. – 2010. – Vol. 2010. – Article ID 549642. – 8 p. – Mode of access : <http://dx.doi.org/10.1155/2010/549642>. – Date of access : 20.06.2018.
- 3 Chandra, S. Lightweight aggregate concrete. Science, Technology, and Applications / Satish Chandra, Leif Berntsson. – Norwich, New York, U.S.A.: Noyes Publications // William Andrew Publishing, 2002. – 407 p.
- 4 Clarke, J. L. Structural Lightweight Aggregate Concrete / John L. Clarke. – Glasgow, UK : Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 2005. – 161 p.
- 5 Development of Light Weight Concrete by using Autoclaved Aerated Concrete / Mr. M. Gunase-karan [et al.] // *IJRST – International Journal for Innovative Research in Science & Technology*. – Vol. 2, is. 11. – 2016. – P. 518–522.
- 6 Зінченко, С. В. Міцність та деформативність конструкцій із цементно-золяного керамзитобетону: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.2001 / С. В. Зінченко. – Одеська держ. академія будівництва та архітектури. – Одеса, 2010. – 21 с.

7 **Singh, S. K.** Polypropylene Fiber Reinforced Concrete: An Overview [Electronic resource] / S. K. Singh. – Mode of access : <https://www.nbmccw.com/tech-articles/concrete/26929-pfrc.html>. – Date of access : 20.06.2018.

8 **Ramujee, K.** Strength Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete / Kolli Ramujee // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 2, is. 8. – 2013. – P. 3409–3413.

9 **Anthony Nkem Ede.** Optimal Polypropylene Fiber Content for Improved Compressive and Flexural Strength of Concrete / Anthony Nkem Ede, Abimbola Oluwabambi Ige // Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). – Vol. 11, is. 3. – Ver. IV. – 2014. – P. 129–135.

10 **Abdulkader Ismail A.** Mechanical Properties of Carbon Fiber Lightweight Aggregate Concrete Containing Acrylic Polymer / Abdulkader Ismail A., Ibrahim Ahmed S., Noor Salah Najim // Anbar Journal for Engineering Sciences. – Vol. 6. – No. 3. – 2013. – P. 358–373.

11 **Pothisiri, T.** Effects of Mixing Sequence of Polypropylene Fibers on Spalling Resistance of Normal Strength Concrete / T. Pothisiri, C. Soklin // Engineering Journal. – Vol. 18. – No. 3. – 2014. – P. 55–64.

12 **Tomas, U.** Influence of Polymer Fiber on Strength of Concrete / U. Tomas, Jr. Ganiron // International Journal of Advanced Science and Technology. – 2013. – Vol. 55. – P. 53–66.

13 **Емельянова, И. А.** Моделирование процесса перемешивания бетонной смеси с полипропиленовой фиброй / И. А. Емельянова, В. И. Шевченко // Технологии бетонов : информационный научно-технический журнал. – М., 2014. – № 3 (92). – С. 36–38.

14 Рекомендации по подбору составов, изготовлению и применению модифицированных химическими и минеральными добавками конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетонов / РУП «Институт БелНИИС». – Минск, 2013. – 38 с.

УДК 625.08

ПОВЫШЕНИЕ УПЛОТНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И КАЧЕСТВА УКЛАДЫВАЕМОГО СЛОЯ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА

С. Б. ПАРТНОВ, Ю. Н. ЛЕБЕДЕВА

Белорусско-Российский университет, г. Могилёв, Республика Беларусь

Укладка асфальтобетонной смеси осуществляется асфальтоукладчиком, который обеспечивает укладку, профилирование и предварительное уплотнение слоя асфальтобетонной смеси, а дорожные катки – окончательное уплотнение покрытия.

Асфальтоукладчик является сложной машиной как с конструкторской точки зрения, так и с технологической. Эти машины в процессе работ осуществляют одновременно несколько технологических операций:

- профилировку слоя асфальтобетонной смеси заданной толщины с требуемым поперечным уклоном и в соответствии с проектными требованиями;
- предварительное уплотнение укладываемого слоя асфальтобетонной смеси;
- выравнивание поверхности укладываемого покрытия.

Многообразие технологических операций, осуществляемых асфальтоукладчиком, обуславливается сложностью конструкции машины в целом и ее рабочих органов в частности.

Современные асфальтоукладчики оборудуются системами автоматического регулирования толщины укладываемого слоя и поперечного уклона покрытия, а также устройствами для измерения ширины полосы укладки.

Эффект уплотнения дорожно-строительных материалов, и в том числе асфальтобетонных смесей, определяется достижением не только необходимой плотности покрытия, но и наиболее устойчивой и плотной его структуры. Такая структура уплотняемого асфальтобетонного покрытия окончательно формируется под воздействием повторяющихся нагрузок, величина которых должна иметь оптимальное значение на протяжении всего процесса уплотнения. Однако предел прочности материала в процессе уплотнения непрерывно повышается, и, следовательно, требуется соответствующее повышение действующей уплотняющей нагрузки. При уплотнении асфальтобетонных смесей повышение предела прочности является следствием снижения их температуры смеси при укладке, повышения плотности и упрочнения при уплотнении.

В начальной фазе укладки, когда асфальтобетонная смесь еще горячая и не очень плотная, динамические силовые воздействия вальцов катка, как правило, оказываются излишне чрезмерными и могут сопровождаться не столько уплотнением, сколько разрушением поверхностной зоны слоя, поэтому повышение уплотняющей способности асфальтоукладчика является задачей весьма актуальной.