



ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БАЗАЛЬТОВОГО ФИБРОБЕТОНА

А. Ю. Шодмонов

*Джизакский политехнический институт,
4, пр-т. Ислама Каримова, Джизак, Узбекистан, 103100.
E-mail: shayu1963@mail.ru*

Получена 26 апреля 2021; принята 14 мая 2021.

Аннотация. Технология дисперсного армирования бетонов фиброй становится все более популярной. Её актуальность обусловлена прежде всего тем, что за счет этого можно значительно повысить физико-механические свойства бетонных конструкций. Фибра для бетона является так называемой «дисперсной арматурой», её волокна сцепляются с бетоном и армируют его по всему объему, благодаря чему повышаются прочностные характеристики конструкции. Получившийся композиционный материал называется – фибробетон. Базальт имеет схожую структуру с цементным камнем и обладает природной естественной шероховатостью, что способствует высокому сцеплению волокон с бетонной матрицей. В данной статье изучены и проанализированы состав и свойства бетонной смеси, приготовленной на основе базальтового волокна по результатам научно-исследовательской работы, выполненной по теме «Выбор и исследование состава фибробетона на основе отходов и базальтового волокна при производстве базальтовой арматуры».

Ключевые слова: базальт, базальтовое волокно, базальтовая фибра, базальтофибробетон.

ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАЗАЛЬТОВОГО ФІБРОБЕТОНУ

А. Ю. Шодмонов

*Джизакський політехнічний інститут,
4, пр-т. Іслама Карімова, Джізак, Узбекистан, 103100.
E-mail: shayu1963@mail.ru*

Отримана 26 квітня 2021; прийнята 14 травня 2021.

Анотація. Технологія дисперсного армування бетонів фіброю стає все більш популярною. Її актуальність зумовлена насамперед тим, що за рахунок цього можна значно підвищити фізико-механічні властивості бетонних конструкцій. Фібра для бетону є так званою «дисперсною арматурою», її волокна зчіплюються з бетоном і армують його по всьому об'єму, завдяки чому підвищуються міцнісні характеристики конструкції. Одержаний композиційний матеріал називається – фібробетон. Базальт має схожу структуру з цементним камнем і має природну натуральну шорсткість, що сприяє високому зчепленню волокон з бетонною матрицею. У даній статті вивчено та проаналізовано склад і властивості бетонної суміші, приготовленої на основі базальтового волокна за результатами науково-дослідної роботи, виконаної за темою «Вибір і дослідження складу фібробетону на основі відходів і базальтового волокна при виробництві базальтової арматури».

Ключові слова: базальт, базальтве волокно, базальтова фібра, базальтофібробетон.

STUDY OF THE PROPERTIES OF BASALT FIBER CONCRETE

Anarkul Shodmonov

Djizzakh Polytechnic Institute,

4, Islam Karimov Ave., Jizzakh, Uzbekistan, 103100.

E-mail: shayu1963@mail.ru

Received 26 April 2021; accepted 26 May 2021.

Abstract. The technology of dispersed concrete reinforcement with fiber is becoming more and more popular. Its relevance is primarily due to the fact that due to this it is possible to significantly increase the physical and mechanical properties of concrete structures. Fiber for concrete is the so-called «dispersed reinforcement»; its fibers adhere to concrete and reinforce it throughout the entire volume, thereby increasing the strength characteristics of the structure. The resulting composite material is called fiber concrete. Basalt has a similar structure to cement stone and has a natural natural roughness, which contributes to high adhesion of the fibers to the concrete matrix. In this article, the composition and properties of a concrete mixture prepared on the basis of basalt fiber are studied and analyzed according to the results of a research work carried out on the topic «Selection and study of the composition of fiber concrete based on waste and basalt fiber in the production of basalt reinforcement».

Keywords: basalt, basalt fiber, basalt fiber, basalt fiber concrete.

Бетоны нашли применение в самых разных сферах современного строительства и обладают значительным количеством характеристик, определяющих преимущество их использования. Стоимость материала является важным фактором, способствующим широкому распространению.

Если говорить об эффективности, то всегда можно подобрать тот тип смеси, который лучше всего подходит для обеспечения заданных характеристик. Это следует принять ко вниманию, чтобы гарантировать длительный срок эксплуатации и минимальное количество проблем, способных возникнуть в процессе этого мероприятия. Бетоны, которые по сути своей являются искусственным камнем, могут переносить огромную нагрузку на сжатие, но плохо противостоят воздействиям разрыва. Еще одной проблемой, которая часто встречается, является опасность возникновения усадочных трещин при застывании.

Для борьбы с этим широко используется вторичное армирование, в роли которого для конструкционных материалах выступает стальная арматура, а также модификация вяжущего вещества с помощью добавления сверхтонких волокон. Последний способ наиболее прогрессивен,

поскольку он позволяет снизить количество необходимого металла для строительства.

Расширение областей и объемов применения бетона в строительстве, ужесточение условий эксплуатации конструкций из него требует постоянного совершенствования его физико-механических свойств – прочности при изгибе, сжатии, трещиностойкости, сопротивления ударным и динамическим воздействиям, абразивному износу и т. д. В настоящее время все более широкое применение находят методы значительного повышения рабочих характеристик и эксплуатационного ресурса бетонных конструкций за счет применения базальтофибробетона – бетона с добавлением базальтовых волокон (фибры) [12].

В нашей республике ведется планомерная работа по обеспечению устойчивых темпов роста производства и экспорта конкурентоспособной продукции, а также по дальнейшему углублению структурных преобразований в промышленности строительных материалов, направленных на модернизацию предприятий, техническое и технологическое обновление. В нашей стране особое внимание уделяется расширению производственной кооперации между малыми предприятиями и частными предпринимателями,

восстановлению предприятий, замещающих импорт на основе местных сырьевых ресурсов и обеспечивающих пополнение внутреннего рынка необходимыми потребительскими товарами, комплектующими и материалами.

Узбекско-британское совместное предприятие в форме общества с ограниченной ответственностью «Мега Инвест индастриал», запущенное в селе Эгизбулак Форишского района Джизакской области, которое начало свою деятельность в декабре 2017 года, приступило к разработке базальтовых волокон и арматуры, являющихся местным сырьем, по переработке базальтового камня.

Проводится соответствующая работа по дальнейшему снижению себестоимости продукции за счет увеличения объемов производства. В последнее время особое внимание уделяется комплексному развитию Форишского района. В частности, в районе будет построен резервуар объемом 100 млн кубометров воды, предназначенный для водоснабжения 20 тыс. гектаров земли. Это гидросооружение, на создание которого будет потрачено 250 миллиардов сумов, даст возможность организовать плодоовощные, виноградарские фермерские хозяйства в регионе, в свою очередь, восстановить крупные предприятия.

Безусловно, основным поставщиком строительных материалов для этих сооружений выступает совместное предприятие в форме общества с ограниченной ответственностью «Мега Инвест индастриал» [1, 5].

Все большую популярность приобретает производство многоцелевой композитной арматуры на основе минеральных волокон и полимерных клеев, которые широко используются в современном строительстве. Известно, что любое производство невозможно представить без отходов, это порождает экологические проблемы. Поэтому желательно установить применение базальтового камня в производстве вторичных строительных материалов в качестве сырья и добавки путем воздействия на свойства образующихся отходов при переработке.

Базальтофибробетон – дисперсно-армированный композиционный материал, упрочненный короткими базальтовыми волокнами (фибрами), равномерно распределенными по объему. Такой бетон отличается высокими эксплуатационными свойствами, особенно повышенной

прочностью при изгибе и растяжении, ударной прочностью и трещиностойкостью.

Базальтовая фибра (от лат. fibra – волокно) – короткие отрезки базальтового волокна, предназначенные для дисперсного армирования вяжущих смесей, типа бетона, в строительстве. Диаметр волокна – от 20 до 500 мкм. Длина волокна – от 1 до 150 мм. Базальтовая фибра производится из расплава горных пород типа базальта при температуре выше 1 400 °С.

Базальтовое волокно, созданное из природного камня, имеет очень хорошие показатели по химической стойкости. Волокна диаметром 16...18 мкм имеют 100 % стойкость к воде, 96 % к щелочи, 94 % к кислоте. Модуль упругости волокна находится в пределах от 7 до 60 ГПа, прочность на растяжение от 600 до 3 500 МПа (рис. 1).



Рисунок 1. Базальтовое волокно.

Базальтовая фибра повышает трещиностойкость бетона в 3 раза, прочность на раскалывание – в 2 раза, ударную прочность – в 5 раз, что даёт возможность эффективно использовать её при возведении сейсмостойких сооружений, взрывобезопасных объектов и военных укреплений.

Характеристики базальтовой фибры позволяют использовать её для сооружения радиопрозрачных конструкций сложной формы. Изделия на основе базальтового волокна радиопрозрачны и не имеют эффекта трансформатора [2, 6].

Преимущества базальтовой фибры над металлической, стеклянной и полипропиленовой:

- Ограничение использования металлической фибры связано с безопасностью самих конструкций, так как при эрозии фибры могут выходить наружу, помимо этого, у металлической фибры имеется негативный катодный эффект, она подвержена коррозии, имеются проблемы перемешивания в бетоне, огромный разброс по качеству.
- Использование стеклянной фибры ограничено в связи с низкими показателями щелочестойкости данного материала. В результате понижение прочности армирующих волокон ведет к снижению прочности всей композиции в целом.
- Полипропиленовая фибра не имеет вышеперечисленных недостатков, но обладает более низкой степенью адгезии со связующим веществом по сравнению с базальтовой фиброй. В современном строительстве предъявляются высокие требования по пожаростойкости материалов, и температура плавления полипропиленовой фибры гораздо ниже чем у базальтовой. Одним из важных показателей, влияющих на прочность бетона, является коэффициент линейного удлинения фибры, показатель которого у пропиленовой фибры в разы уступает базальтовой (относительное удлинение при разрыве у пропиленового волокна 150...200 %, а у базальтового – 3,1 %), также как и показатели прочности при натяжении (0,77 против 2,85 МПа·10³), модуль упругости при растяжении (0,8 против 21,0 Е МПа·10³) [9, 10, 13].

На армирующих свойствах волокна основано и применение его при изготовлении строительных смесей, как сухих, так и готовых к применению. Одной из основных проблем при производстве различных строительных работ (гидроизоляционных, отделочных) является низкое сцепление строительных растворов с основанием и их растрескивание при высыхании и твердении. Ввод армирующих добавок с высокой армирующей способностью, которыми и являются базальтовые волокна, может разрешить эту проблему [2, 3, 4, 6, 14].

Преимущества базальтофибробетона:

Снижает микропластическую усадку и трещинообразование в процессе твердения бетона:

Повышает способность бетона к деформации без разрушения в критический период – 2–6 часов после усадки, тем самым уменьшает размер и количество трещин, что способствует сохранению большей внутренней прочности бетона. На более позднем этапе, когда бетон затвердел и начинает давать усадку, базальтовая фибра надежно армирует его и снижает риск разлома. Уменьшает выделение воды посредством эффективного контроля гидратации, тем самым снижая внутренние нагрузки. Благодаря контролю за выступлением воды на поверхность снижается образование трещин при пластическом оседании. Препятствует расслоению смеси.

Устойчивость бетона к замерзанию/оттаиванию:

Фибра вносит в бетон незначительное количество воздуха, что позволяет свободной воде расширяться и сжиматься в цикле замерзания/оттаивания. Фибра уменьшает количество водных каналов в бетоне, и в результате снижения проницаемости придает большую устойчивость к промерзанию. Базальтовая фибра контролирует перемещение воды в бетоне, обеспечивая более эффективную гидратацию цемента, и повышает прочность на сжатие в первый день. Предотвращает поднятие на поверхность цемента и песка, повышает устойчивость бетона к воздействию антиобледеняющих солей в виду своей малой и не глубокой проницаемости.

Сопrotивление бетона к удару:

Бетон, содержащий базальтовую фибру, имеет значительно большее сопротивление удару и устойчивость к раскалыванию по сравнению с обычным бетоном, тесты показывают 5-кратное превышение по данному фактору. Фибра обеспечивает большую защиту от разрушения краев соединений в бетонных плитах перекрытий и сборных железобетонных конструкциях, рекомендована Центробанком РФ для сооружения банковских хранилищ.

Устойчивость бетона к истиранию:

Устойчивость к истиранию бетона с базальтовой фиброй через 6 часов повышается примерно на 20 %, в целом может быть выше на 60 %. Способность фибры контролировать перемещение воды в бетонной смеси уменьшает возможность сегрегации мелких частиц цемента и песка, что обеспечивает более эффективную гидратацию цемента и в сочетании с лучшим

сцеплением цементного раствора дает более прочную и долговечную поверхность.

Огнестойкость бетона:

Базальтовая фибра повышает характеристики огнестойкости бетона. Бетон с базальтовой фиброй более устойчив к изгибу после воздействия температуры 600 С в течение 1 часа. Также повышает устойчивость бетона к раскалыванию после горения углеводорода (2 часа при 1 100 °С).

Повышенная устойчивость к проникновению воды и химических веществ:

Базальтовая фибра снижает проницаемость и водопоглощение бетона. Это достигается за счет уменьшения в бетоне отверстий от выступившей воды, поэтому вода, химические вещества и грязь впитывается в меньших объемах и на значительно меньшую глубину – 2–3 мм. Фибра устойчива к щелочам и большинству химических веществ, применяемых в производственных процессах. Бетон с базальтовыми волокнами широко используется в гидросооружениях, таких как водохранилища, отстойники для сточных вод, водосливы, порты, доки, морские заграждения, а также бетонные дороги и мосты, где особенно важна повышенная устойчивость к проникновению антиобледеняющих солей.

Базальтовая фибра – экономичная альтернатива стальной сетке:

Базальтовая фибра может рассматриваться, как экономичная альтернатива контролирующей образованию трещин стальной сетке. Фибра увеличивает прочность бетона на изгиб. Стальная сетка растягивается и имеет какую-то ценность только после того, как бетон треснул. Как альтернатива, фибра способствует предотвращению микротрещин, образующихся в бетоне в пластическом состоянии. Позволяет уменьшить объем бетонной конструкции до 20 % с сохранением проектных свойств.

Сферы применения:

- возведение объектов гражданского строительства;
- реконструкция хранилищ и банковских сейфов;
- сооружение мостов, взлетно-посадочных полос аэродромов, гидротехнических сооружений (береговых дамб и плотин, шлюзов и каналов рек);

- изготовление реакторных отделений атомных электростанций, контейнеров для захоронения радиоактивных отходов;
- укрепление и ремонт сводов шахт и тоннелей;
- создание различных видов дорожных покрытий, сборных и монолитных плит, бордюров, разделительных полос и тротуарной плитки;
- изготовление деталей объемного промышленного оборудования: прокатных станов, молотов, гидравлических прессов и мн. др.
- при возведении железобетонных конструкций из традиционного бетона наиболее трудоемкими являются арматурные работы. Применение фибробетонных конструкций поможет снизить трудозатраты на арматурные работы, сократить расход стали и бетона (за счет уменьшения толщины конструкций), совместить технологические операции приготовления бетонной смеси и ее армирования. Кроме того, эффективность использования фибробетона выражается в увеличении долговечности конструкций и снижении затрат на текущий ремонт [2, 4, 6, 8, 13, 14].

В учебной лаборатории кафедры «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» Джизакского политехнического института проводятся научно-исследовательские работы по теме «Выбор и исследование состава фибробетона на основе отходов и базальтового волокна при производстве базальтовой арматуры» (рис. 2, 3, 4) с добавлением базальтового волокна в состав бетона при различных процентных соотношениях по отношению к массе бетона [7, 11].



Рисунок 2. Проверяемые образцы.



Рисунок 3. Процесс приготовления образцов.



Рисунок 4. Компоненты для приготовления бетонной смеси.

Для проведения экспериментальных исследований были подготовлены следующие компоненты:

- портландцемент марки 400;
- щебень фракций 5–10;
- чиназский песок, с модулем крупности 1,5;
- базальтовое волокно, размером 5, 10, 15 мм.

Фиброволокно было в различных соотношениях добавлено к цементной массе, для испытаний

приготовлены кубические образцы размерами 10×10×10 см и получены следующие результаты (таблица).

Таким образом, мы можем видеть из цифр в таблице, что консистенция не изменилась, когда базальтовое волокно не было добавлено. Это означает, что при изменении размера базальтового волокна и его расхода по отношению к цементу прочность бетона возрастает.

Таблица. Прочность бетонных балок с добавлением базальтового волокна различной длины и массы, МПа

№ образцы	Длина базальтового волокна, мм	Расход волокна по отношению к цементной массе %				
		0	1	2	3	4
1	0,5	80,3	100	125	140	126
2		100	100	114	137	125
3		95	115	128	142	127
Средняя прочность		91,77	105	122,3	139	126
1	1	80,3	122	125	128	126
2		100	125	125	127	125
3		95	126	126	129	124
Средняя прочность		91,77	124,3	125,3	128	125
1	1,5	80,3	122	112	124	115
2		100	120	100	125	125
3		95	100	110	125	120
Средняя прочность		91,77	114	107,3	124,7	120

Литература

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони. – Текст : электронный // «Халқ сўзи» газетаси, 2017 йил 8 февраль : [сайт]. – 2017. – URL: <http://www.uzngi.uz/upload/iblock/bb6/bb6dab3d397f5a366a528eae88a5c69c.pdf> (дата обращения: 28.09.2020).
2. Новицкий, А. Г. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования бетонов / А. Г. Новицкий, М. В. Ефремов. – Текст : непосредственный // Строительный материалы, изделия и санитарная техника. – 2010. – № 36. – С. 22–26.
3. Войлоков, И. А. Базальтофибробетон. Исторический экскурс. – Текст : непосредственный / И. А. Войлоков, С. Ф. Канаев // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 4. – С. 26–31.
4. Дьяков, К. В. Особенности технологии приготовления магнезиального базальтофибробетона. – Текст : непосредственный / К. В. Дьяков // Бетон и железобетон. – 2007. – № 3. – С. 8–19.
5. Замонавий қурилиш материаллари, буюмлари ва технологиялари : ўқув қўлланма. / А. А. Тулаганов, Х. Х. Камиллов, М. М. Вохидов, А. А. Султонов. – Самарқанд : Zarafshon нашриёти, 2015. – 140 с. – Текст : непосредственный.
6. Новицкий, А. Г. Химическая стойкость базальтовых волокон для армирования бетонов. – Текст : непосредственный / А. Г. Новицкий // Хімічна промисловість України. – 2003. – № 3. – С. 16–19.
7. Нуриддинов, Х. Н. Бетон қориниши ишлари технологияси : ўқув қўлланма / Х. Н. Нуриддинов. – Тошкент : Талқин нашриёти, 2004. – 275 с. – Текст : непосредственный.
8. Перфилов, В. А. Влияние базальтовых волокон на прочность мелкозернистых фибробетонов. – Текст : электронный / В. А. Перфилов, М. О. Зубова // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. Серия: Политематическая. – 2015. – Выпуск 1(37). – 9 с. – ISSN 1994-0351. – URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/9PerfilovZubova-2015_1\(37\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/9PerfilovZubova-2015_1(37).pdf) (дата обращения: 28.09.2020).
9. Самигов, Н. А. Қурилиш материаллари ва буюмлари / Н. А. Самигов, М. С. Самигова. – Тошкент : Меҳнат, 2004. – 310 с. – Текст : непосредственный.
10. Тўлаганов, А. А. Теплоизоляционный арболит. Часть II / А. А. Тўлаганов, Х. Х. Камиллов. – Тошкент : ТАСИ, 2011. – 316 с. – Текст : непосредственный.
11. Қосимов, Э. Қурилиш ашёлари. Олий ўқув юртарининг магистрантлари учун : дарслик. / Э. Қосимов. – Тошкент : Mehnat, 2004. – 512 с. – Текст : непосредственный.
12. Базальтовый бетон. – Текст : электронный // ООО ДомБетон : [сайт]. – 2012. – URL: <https://dombeton.ru/vb/po-obemnoj-masse/tyazhelye-betony/bazaltovyj-beton.html>. (дата обращения: 01.10.2020).

Reference

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan «On the Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan». – Text : electronic. – In: *Newspaper «Khalk Suzi»*, February 8, 2017 : [website]. – URL: <http://www.uzngi.uz/upload/iblock/bb6/bb6dab3d397f5a366a528eae88a5c69c.pdf> (date of access: 28.09.2020). (in Uzbek)
2. Novitsky, A. G.; Yefremov, M. V. Aspects of using basalt fiber for concrete reinforcement. – Text : direct. – In: *Building materials, products and sanitary engineering*. – 2010. – № 36. – P. 22–26. (in Russian)
3. Voylokov, I. A.; Kanayev, S. F. Basalt fiber concrete. Historical excursion. – Text : direct. – In: *Engineering and construction journal*. – 2009. – № 4. – P. 26–31. (in Russian)
4. Dyakov, K.V. Features of the technology of preparation of magnesia basalt-fiber-reinforced concrete. – Text : direct. – In: *Concrete and reinforced concrete*. – 2007. – № 3. – P. 8–19. (in Russian)
5. Tulaganov, A. A.; Kamilov, Kh. Kh.; Vokhidov, M. M.; Sulonov, A. A. Modern building materials, products and technology: methodical manual. – Samargand : Zarafshan Publishing House, 2015. – 140 p. – Text : direct. (in Uzbek)
6. Novitsky, A. G. Chemical resistance of basalt fibers for concrete reinforcement. – Text : direct. – In: *Chemical industry of Ukraine*. – 2003. – № 3. – P. 16–19. (in Russian)
7. Nuritdinov, Kh. N. Concrete technology : textbook of methods. – Tashkent : Talkin Publishing House, 2004. – 275 p. – Text : direct. (in Uzbek)
8. Perfilov, V. A.; Zubova, M. O. Influence of basalt fibers on the strength of fine-grained fiber-reinforced concrete. – Text : electronic. – In: *Internet Bulletin VSUACE. Series: Polythematic*. – 2015. – Issue 1(37). – 9 p. – ISSN 1994-0351. – URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/9PerfilovZubova-2015_1\(37\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/9PerfilovZubova-2015_1(37).pdf) (date of access: 28.09.2020). (in Russian)
9. Samigov, N. A.; Samigova, M. S. Building materials and products. – Tashkent : Labor, 2004. – 310 p. – Text : direct. (in Uzbek)
10. Tulaganov, A. A.; Kamilov, Kh. Kh. Heat-insulating wood concrete. Part II. – Tashkent : TIAC, 2011. – 316 p. – Text : direct. (in Russian)
11. Kosimov, E. Construction Materials. For masters of higher education : a textbook. – Tashkent : Labor, 2004. – 512 p. – Text : direct. (in Uzbek)
12. Basalt concrete. – Text : electronic. – In: *DomBeton LLC* : [website]. – 2012. – URL: <https://dombeton.ru/vb/po-obemnoj-masse/tyazhelye-betony/bazaltovyj-beton.html>. (date of access: 01.10.2020). (in Russian)
13. Krassowska, Julita; Lapko, Andrzej. The Influence of Steel and Basalt Fibers on the Shear and Flexural Capacity of Reinforced Concrete Beams. – Text : electronic. – In: *Journal of Civil Engineering and Architecture*. – 2017. – Volume 7, Issue 7. – P. 789–795. URL: <http://www.davidpublisher.org/>

13. Krassowska, Julita. The Influence of Steel and Basalt Fibers on the Shear and Flexural Capacity of Reinforced Concrete Beams. – Текст : электронный / Julita Krassowska, Andrzej Lapko // Journal of Civil Engineering and Architecture. – 2017. – Volume 7, Issue 7. – P. 789–795. URL: <http://www.davidpublisher.org/index.php/Home/Article/index?id=8105.html> (дата обращения: 11.10.2020).
14. Nayan Rathod. Basalt Fiber Reinforced Concrete. – Текст : электронный / Nayan Rathod, Mukund Gonbare, Mallikarjun Pujari // Department of Civil Engineering, Rajarshi Shahu College of Engineering. – 2017. – Volume 4, Issue 5. – P. 359–361. – URL: <https://basalt.today/images/Basalt-Fiber-Reinforced-Concrete.pdf> (дата обращения: 15.10.2020).
14. Nayan Rathod; Mukund Gonbare; Mallikarjun Pujari. Basalt Fiber Reinforced Concrete. – Text : electronic. – In: *Department of Civil Engineering, Rajarshi Shahu College of Engineering*. – 2017. – Volume 4, Issue 5. – P. 359–361. – URL: <https://basalt.today/images/Basalt-Fiber-Reinforced-Concrete.pdf> (date of access: 15.10.2020). (in English)

Шодмонов Анаркул Юлдашевич – старший преподаватель кафедры строительных материалов и конструкций Джизакского политехнического института. Научные интересы: изучение свойств строительных материалов.

Шодмонов Анаркул Юлдашевич – старший викладач кафедри будівельних матеріалів і конструкцій Джизакського політехнічного інституту. Наукові інтереси: вивчення властивостей будівельних матеріалів.

Shodmonov Anarkul – Senior Lecturer, Building Materials and Structures Department, Jizzakh Polytechnic Institute. Scientific interests: studying the properties of building materials.