

Для цитирования: Мантуров З.А., Омаров А.О., Тотурбиев А.Б., Тотурбиева У.Д. АРБОЛИТОБЕТОН НА СИЛИКАТНАТРИЕВОМ КОМПОЗИЦИОННОМ ВЯЖУЩЕМ И ОБРЕЗКАХ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016; 42(3):183-192. DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-183-192

For citation: Manturov Z.A., Omarov A. O., Toturbiev A. B., Toturbieva U. D. ARBOLITCONCRETE ON SILICATESODIUM COMPOSITE BINDER AND SCRAPS OF VINE. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2016;42 (3):183-192. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-183-192

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.335

DOI: 10.21822/2073-6185-2016-42-3-183-192

Мантуров З.А.¹, Омаров А.О.², Тотурбиев А.Б.³, Тотурбиева У.Д.⁴

^{1,2,4} Дагестанский государственный технический университет,
367015 г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70,

³ Белгородский государственный технологический университет, 308012, г.

Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

¹e-mail: zagir9@mail.ru

²e-mail: o.arif@mail.ru

^{3,4}e-mail: totbat@mail.ru

АРБОЛИТОБЕТОН НА СИЛИКАТНАТРИЕВОМ КОМПОЗИЦИОННОМ ВЯЖУЩЕМ И ОБРЕЗКАХ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Аннотация. Цель. Обобщить результаты экспериментальных исследований получения силикатнатриевого композиционного вяжущего из карбонатных отходов камнепиления, безводного силиката натрия и на их основе арболитобетона с применением в качестве органического заполнителя обрезков виноградной лозы для производства теплоизоляционного, теплоизоляционно-конструкционного и конструкционного стенового материала. **Методы.** Применены основные технологические операции разработанного арболитобетона: получение композиционного вяжущего; изготовление органического заполнителя из виноградной лозы; приготовление арболитовой массы; формование арболитовой массы; низкотемпературная обработка (сушка). **Результаты.** Установлено, что композиционное вяжущее, получаемое из отходов камнепиления и безводного силиката натрия при их совместном тонком помоле ($S_{90} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$), приобретает вяжущие свойства и при соответствующем уплотнении и термообработке твердеет, приобретает высокие прочностные характеристики, достаточные для изготовления арболитобетона с использованием дробленой виноградной лозы. **Вывод.** Доказано, что арболитобетон, полученный на основе дробленой виноградной лозы и силикатнатриевого композиционного вяжущего, по прочности превышает арболитобетон из других видов вяжущих веществ и органических заполнителей растительного происхождения.

Ключевые слова: арболит, безводный силикат натрия, силикат-глыба, композиционное вяжущее, отходы производства, обрезки виноградной лозы.

Zagir A.Manturov¹, Arif O.Omarov², Adilbiy B. Toturbiev³, Umuy D. Toturbieva⁴

Daghestan State Technical University,

70 I. Shamil Ave, Makhachkala, 367015,

Belgorod State Technological University, 46 Kostyukova str., Belgorod, 308012.

¹e-mail: zagir9@mail.ru,

²e-mail: o.arif@mail.ru,

^{3,4}e-mail: totbat@mail.ru

ARBOLITCONCRETE ON SILICATESODIUM COMPOSITE BINDER AND SCRAPS OF VINE

Abstract. Aim. The results of experimental studies produce silicatesodium composite binder of calcareous stone sawing waste, anhydrous sodium silicate, and based on them wood concrete using as

an organic filler vine cuttings for the production of heat-insulating, structural and structural wall material. **Methods.** The main technological operations of the developed arbolitconcrete are given : preparation of a composite binder; production of organic filler from the vine; preparation of arbolit concrete mass; formation of arbolit concrete mass; low-temperature treatment (drying). **Results.** It is found that the composite binder derived from waste stone sawing and anhydrous sodium silicate at their joint fine grinding ($S_{sp} = 3000 \text{ cm}^2 / \text{g}$), acquires binding properties and with the appropriate seal and heat treatment hardens and gains strength characteristics sufficient for making arbolitconcrete using crushed vine. **Conclusion.** It was determined that arbolitobeton obtained on the basis of the crushed vine and silikatnatrievogo composite binder strength exceeds arbolitobetona from other types of binders and organic fillers of vegetable origin.

Key words: arbolit, anhydrous sodium silicate, silicate-block, composite binders, waste production, pruning the vines

Введение. В настоящее время с расширением индивидуального строительства в различных регионах России возрастает потребность в строительных материалах, разработанных на основе местных ресурсов и отходов производств. В современных условиях актуально, чтобы каждый регион имел ресурсы для получения местных вяжущих и на их основе строительных материалов, отвечающих высоким техническим требованиям и способствующих сохранению окружающей среды.

Постановка задачи. В настоящее время главная задача, стоящая перед производителями строительных материалов - это увеличение объемов выпуска теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных материалов, обусловленное необходимостью снижения массы современных зданий и сооружений. Поэтому научно-исследовательские работы, направленные на создание конструкционно-теплоизоляционных бетонов с применением вторичных ресурсов, являются наиболее перспективными и отвечают требованиям сегодняшнего дня.

Использование вторичных ресурсов, являющихся богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья в производстве легких конструкционно-теплоизоляционных бетонов, позволяет расширить сырьевую базу, снизить стоимость бетонов. А это в свою очередь приведет к экономии капитальных вложений, повышению уровня их рентабельности, высвобождению значительных площадей земельных угодий и снижению степени загрязнения окружающей среды.

Актуальность и необходимость переработки вторичного сырья связано не только с усиливающимся загрязнением природной среды, но и с ограниченностью традиционных природных ресурсов. Поэтому последовательное повышение уровня их использования становится важнейшей общегосударственной задачей, так как объемы побочных и попутных продуктов различных отраслей промышленности постоянно возрастают.

В этой связи немаловажное значение имеет использование отходов промышленной переработки лесного и сельского хозяйства.

Методы исследования. Проведенный нами анализ применения органических отходов лесного и сельского хозяйства показывает [1,2,4-10,13,14], что одним из наиболее перспективных направлений утилизации - расширение применения их при производстве строительных материалов и изделий. Согласно ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него» к таким строительным материалам относится арболитобетон, состоящий из подобранной смеси вяжущего, органических заполнителей растительного происхождения, воды и различных химических добавок. В качестве органических заполнителей используются отходы деревообрабатывающей отрасли, лесозаготовок и однолетних сельскохозяйственных культур: солома и шелуха риса, отходы сахарного тростника, костра льна, отходы хлопчатника и др.

Арболит как легкий и эффективный строительный материал широко применяется в строительстве в разных странах и имеет различные названия. В настоящее время на рынке Рос-

сии наиболее широко представлены зарубежные аналоги арболита – бризолит, велокс, дюри-сол.

Из арболита изготавливают теплоизоляционные и конструкционно-теплоизоляционные изделия: плиты перекрытия и покрытия, стеновые блоки и панели. Изделия из арболита применяются в малоэтажном (до 3-х этажей) индивидуальном строительстве домов и коттеджей, частном и коммерческом строительстве малоэтажных зданий и сооружений (жилые, хозяйственные и производственные постройки). Главным преимуществом изделий из арболита является его низкая цена.

Производство арболита обходится недорого, так как используются доступные и дешевые материалы. Кроме того арболит обеспечивает хорошую теплоизоляцию и звукоизоляцию в зданиях и сооружениях, экологичен и не токсичен, безопасен как для людей, так и для окружающей среды.

Благодаря способности поддерживать нормальный микроклимат в помещении, исключая образование конденсата на поверхности ограждающих конструкций, арболит является одним из лучших стеновых материалов. Арболит и изделия из него относятся к группе легких бетонов-конгломератов с композитной волокнистой структурой [5,7,14].

Как уже было отмечено, органические заполнители, применяемые для получения арболитовой смеси, могут быть в виде низкокачественной древесины и отходов переработки лесоматериалов [5-7, 14], а также отходов сельского хозяйства (костра льна, рисовой соломы, стеблей хлопчатника, тростника и т.п.) [1,4,9,10,13].

Отходы сельского хозяйства используются в основном в районах, где отсутствуют промышленные запасы леса. Так, например, на плантациях виноградников, где на больших площадях выращивают виноград, после ежегодной обрезки используются обрезки виноградной лозы. В Северо Кавказских республиках ежегодно сжигается более одного миллиона кубометров обрезков виноградной лозы. Только в Дагестане сжигается около 300 тысяч тонн виноградной лозы. Хозяйства, занимающиеся выращиванием винограда, осуществляют поиск путей её рационального применения.

Попытки использовать виноградную лозу в строительстве предпринимали в разные периоды в России, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья [4,6,8,9,10].

Издавна лозу использовали как армирующий материал в саманных постройках в Средней Азии, на юге Одесской и Николаевской областей, Молдавии и в Крыму. В 20-тых годах прошлого века во Франции была получена удовлетворительного качества бумага, состоящая на 2/3 из древесины лозы. Аналогичные исследования проводились в СССР и Германии.

Наиболее активно проводились исследования по промышленному использованию обрезков виноградной лозы в 60-х годах прошлого века. Так, в Грузии была исследована возможность использования виноградной лозы для производства древесноволокнистых плит мокрым способом, тарного и кровельного картонов и строительных плит; во Франции апробирован процесс получения плит из лозы, облицованной шпоном или пластиком; в Болгарии изучено влияние режимов прессования на некоторые физико-механические свойства древесностружечных плит из обрезков виноградной лозы. Позже (1971-1977гг.) научно-исследовательские работы по применению в качестве сырья обрезков виноградной лозы выполнены в Молдавии для производства ДВП и ДСП; в России для изготовления лигноуглеводных древесных пластиков (ЛУДП) без добавления связующих с оптимизацией условий [8].

Наиболее значимые научно-исследовательские работы, проведенные как в лабораторных, так и в производственных условиях, были выполнены Стояновым В.В. и его учениками [4, 9, 10]. Переработка обрезков виноградной лозы рекомендована тремя способами, сухое горячее прессование без добавления связующих, прессование с использованием в качестве связующих полимеров и изготовление изделий из различных минеральных вяжущих веществ.

На основе использования этих способов переработки лозы были изготовлены и исследованы различные строительные материалы и изделия.

Однако проблемы по использованию переработанной виноградной лозы при производстве строительной продукции до конца не решены. Возникает целый ряд вопросов по применению минеральных вяжущих, одной из основных составляющих арболита, их совместимость с органическим заполнителем обладающим химической активностью, так как в их составе имеются растворимые вещества, снижающие эффективность применяемого вяжущего вещества.

Для этого в состав арболитовой смеси дополнительно вводят химические добавки с целью их нейтрализации, либо выдерживают как минимум 3 месяца на открытом воздухе. Поэтому в современных условиях для каждого региона актуально иметь свои ресурсы для получения местных вяжущих и материалов на их основе, отвечающих высоким техническим требованиям, и способствующих сохранению окружающей среды.

Комплексные научные исследования, выполняемые в Дагестанском государственном техническом университете на кафедре «Технологии конструкционных материалов», в основном направлены на создание теплоизоляционных и теплоизоляционно-конструкционных материалов с использованием местных минеральных ресурсов, отходов промышленности и сельского хозяйства.

Актуальность данного научного направления обосновывается во-первых, практически полным отсутствием в Дагестане эффективных местных теплоизоляционных материалов и необходимостью их ввоза из других регионов, а во-вторых, неудовлетворенностью привозными утеплителями на полимерной основе, имеющими высокую стоимость и ряд других недостатков (токсичность, низкая огнестойкость).

С целью создания местного эффективного теплоизоляционного материала, в частности, был исследован арболитовый бетон на основе силикатнатриевого композиционного вяжущего и органического заполнителя - обрезков виноградной лозы.

В данной статье приводятся результаты исследования по разработке оптимального состава и свойств силикатнатриевого вяжущего из местных карбонатных отходов производства камнепиления для получения арболитобетона с использованием обрезков местной виноградной лозы как органического заполнителя.

Фундаментальными исследованиями академика Тотурбиева Б.Д. [11,12] установлена возможность получения силикатнатриевых вяжущих для производства строительных материалов с использованием необожженных карбонатных пород (доломит, известняк, мел). Откуда следует, что процесс структурообразования силикатнатриевого композиционного вяжущего зависит от многих факторов. Важнейшим можно считать приобретение безводным силикатом натрия (его тонкодисперсными частицами) адгезионных свойств, определяющих клеящую способность этого компонента и когезионную прочность клеевых контактов, обеспечивающих механическую прочность композиции.

Прочные клеевые контакты в силикатнатриевой композиции могут быть созданы при следующих основных условиях: равномерном распределении тонкоизмельченных частиц безводного силиката натрия в порошке минерального составляющего; обводнении этих частиц для образования тончайших клеевых пленок на их поверхности; уплотнении при формировании образцов; тепловой обработке с обезвоживанием и твердением системы. Важными составляющими силикат-натриевого композиционного вяжущего являются минеральные наполнители, совместно молотые с безводным силикатом натрия. Большое значение в этом случае имеет возможность совместного использования безводного силиката натрия и необожженных карбонатных пород для получения композиционного вяжущего. Карбонатные породы в основном применяются в обожженном и полуобожженном виде. Их используют в производстве цемента, извести, огнеупорных и автоклавных материалов, а в последнее время в необожженном виде –

в качестве тонкомолотых добавок при производстве некоторых строительных материалов. Использование природных необожженных карбонатных пород, особенно отходов производств, в создании строительных материалов даёт новый импульс в их развитии.

Опираясь на ранее проведенные исследования в этом направлении, нами предположено, что совместный тонкий помол отходов камнепиления и силикат-глыбы (отходы стекольного производства) позволит получить вяжущее, твердение которого будет происходить при соответствующей сушке или в автоклавной обработке. При этом предполагалось, что упрочнение контактов между тонкодисперсными частицами будет происходить, не только за счет приобретения безводным силикатом-натрия (его тонкодисперсными частицами) адгезионных свойств, но и за счет химического взаимодействия между силикатом натрия и оксидом кальция, образованного на поверхности тонкодисперсных карбонатных частиц отходов камнепиления при их помоле. Возможность такого процесса приводится и в работе [11].

Наиболее подробно нами изучено совместно молотое силикатнатриевое композиционное вяжущее ($S_{уд} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) на основе карбонатных отходов камнепиления и силикат глыбы с кремнеземистым модулем 2,7...3,0.

Для исследования влияния количественного соотношения композиционного вяжущего на физико-механические свойства изготавливались образцы-кубы из различных составов с размером ребра 7,07 см. Уплотнение смеси производилось вибрированием на виброплощадке при частоте 3000 кол/мин. и амплитуде - 0,35 мм в течение 45 с. При этом использовались смеси с В/В – 0,19. Твердение образцов осуществлялось в различных условиях (естественное твердение, сушка, автоклавная обработка).

Обсуждение результатов. Результаты испытаний образцов вяжущего разных составов (отходы камнепиления: силикат-глыба = 90 : 10, 80 : 20 и 70 : 30) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость прочности образцов силикатнатриевого композиционного вяжущего от условий твердения

Состав вяжущего-отходы камнепиления: силикат-глыба), %	Прочность на сжатие, МПа, после твердения		
	в естественных условиях	сушка, 90...200°C	автоклавная обработка, МПа
90 : 10	4,25	19,03	25,4
	4,31	18,95	26,08
	4,44	17,86	24,91
80 : 20	11,8	35,04	39,41
	12,4	33,45	40,18
	11,9	34,62	41,6
70 : 30	17,6	40,66	45,34
	25,3	41,05	46,70
	21,3	40,72	47,32

Они свидетельствуют о том, что в естественных условиях процесс твердения сильно растянут во времени, прочность образцов повышалась медленно и достигла 11...21 МПа после 240-суточной выдержки. Естественно предположить, что в таких условиях низкая скорость твердения вяжущего объясняется малой растворимостью силикат-глыбы в воде и, следовательно, замедленной коагуляцией геля кремниевой кислоты из раствора, образующего силикат натрия под действием углекислого газа воздуха. Невысокие прочности образцов даже при длительных сроках твердения объясняются видимо тем, что образующаяся на поверхности образцов жидкостекольная пленка препятствует дальнейшему проникновению углекислого газа в

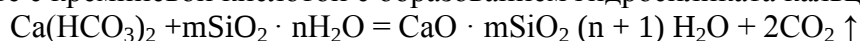
более глубокие слои и полной коагуляции геля кремниевой кислоты. Из-за невысокой температуры замедляется также обезвоживание геля и его дальнейшее структурирование.

Автоклавную обработку образцов осуществляли по режиму: подъем давления до 1 МПа – 2 ч, изобарическая выдержка – 4 ч, спуск давления – 2 ч.

Поскольку автоклавная обработка вяжущего обеспечивает нормальное твердение образцов и их высокие прочностные характеристики (табл.1) было высказано предположение о решающем влиянии повышенной температуры и каталитического действия водяного пара на твердение. Поэтому процесс исследовали также в режиме сушки, соблюдая условия, позволяющие осуществлять интенсивную паровлажностную обработку материала. Для этого образцы сушили при температуре 90-200°C по специально разработанному режиму: 4ч – samozaparivaniye при 90–110°C, 2 ч- сушка при 200°C. Образцы, твердевшие по этому режиму, показали высокие прочности и мало уступали образцам, подвергнутым автоклавному твердению.

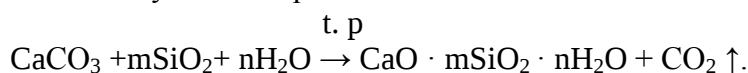
Исходя из полученных экспериментальных данных, можно предположить возможность протекания физико-химических процессов при автоклавной обработке разработанного силикатнатриевого вяжущего. При нагревании ускоряется гидратация тонкоизмельченной силикат-глыбы и ее растворение в небольшом количестве воды. Получаемый раствор под действием повышенных температур гидролизуетсЯ с выделением свободной щелочи и геля кремниевой кислоты.

В условиях гидротермальной обработки ($T = 170-200^{\circ}\text{C}$, $p = 1$ МПа) карбонатный компонент отхода камнепиления остается инертным и с ним могут происходить некоторые превращения, т.е. переход CaCO_3 в раствор в виде $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, который способен реагировать в автоклаве с кремниевой кислотой с образованием гидросиликата кальция-

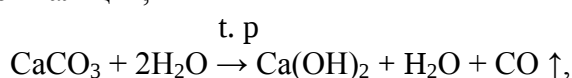


Наличие которого подтверждается данными рентгенофазового анализа приведенного в работах [1, 2].

В присутствии щелочи, связывающей часть углекислоты в соду, этот процесс можно представить следующим образом:



Реакция образования гидросиликатов кальция обязательно предполагает гидролиз карбонатов кальция,



в результате которого появляется $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образующий с гелем кремнекислоты гидросиликаты.

Образованию гидросиликатов кальция может также способствовать наличие в тонкоизмельченном вяжущем свободных оксидов кальция в результате частичной декарбонизации в условиях термомеханического воздействия при совместном помолe с силикат глыбой в шаровой мельнице. О возможности такого процесса указывалось в ряде работ [3,11]. Присутствие хотя бы незначительных количества свободных оксидов кальция может обуславливать образование гидросиликатов кальция как в процессе автоклавной обработки, так и в менее жестких условиях. Композиционное вяжущее, получаемое из отходов камнепиления и безводного силиката натрия при соответствующей термообработке (твердении), приобретает высокие прочностные характеристики, достаточные для изготовления арболита с использованием дробленой виноградной лозы. Проведенными исследованиями установлено, что для получения конструкционно-теплоизоляционного арболита средней плотности 600...800 кг/м³ и для достижения при этом необходимой прочности предлагается использовать следующие оптимальные содержания компонентов: виноградной лозы - 180...240 кг/м³, композиционного вяжущего - 400...540 кг/м³.

Арболитосиликатнатриевую смесь изготавливали вручную. С этой целью в чашу для перемешивания арболитосиликатнатриевой смеси одновременно засыпали отмеренные порции нарезанных длиной 5-45мм обрезков виноградной лозы с естественной влажностью и готового силикатнатриевого композиционного вяжущего оптимального состава 80-20 (отходов камнепиления-силикат-глыба).

После тщательного сухого перемешивания 4-5мин. добавляли воду затворения В/В=0,19-0,25 и тщательно перемешивали до 6 минут, после чего свежеприготовленную арболитосиликатнатриевую смесь загружали в стандартные формы для изготовления опытных образцов-кубов. Заполненные арболитобетонной смесью формы размерами 10х10х10 после уплотнения путем вибрирования с пригрузом 0,015 МПа на стандартной лабораторной виброплощадке в закрытых формах помещали в сушильную камеру и сушили по вышеприведенному режиму. Изготовленные образцы подвергались различным физико-механическим испытаниям.

При изучении структуры разработанного арболита установлено, что использование в качестве органического заполнителя виноградной лозы, применение в качестве вяжущего тонкодисперсных продуктов карбонатных отходов камнепиления и безводного силиката натрия приводит к снижению объема открытых пор и к увеличению объема условно закрытых пор, что способствует повышению прочности и теплотехнических характеристик конструкционно-теплоизоляционного арболита.

Изучено влияние влажности на коэффициент теплопроводности λ арболита на виноградной лозе. Установлено, что в начальный период сорбционного увлажнения при влажности массы 6% λ меняется незначительно с 0,09 до 0,12 Вт/(м·°С). При дальнейшем увеличении количества влаги на каждые 5% коэффициент теплопроводности возрастает на 20-30%, достигая значения 0,48 Вт/(м·°С) при 25% влажности арболита.

Усадка арболита при высыхании (сушке) не наблюдается на всем протяжении процесса удаления влаги из материала [15,16,17,18].

В результате проведенных исследований было установлено, что морозостойкость арболита на виноградной лозе достаточно высока: после 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания потеря прочности составляет 9,2%, после 25 циклов – 15, 3%, а после 35 циклов – 20, 4%, т.е. не превышает нормы (не более 25%). Основные физико-механические свойства арболитового бетона на основе силикатнатриевого композиционного вяжущего и дробленной виноградной лозы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные физико-механические свойства арболитобетона на основе силикатнатриевого композиционного вяжущего и дробленной виноградной лозы

№ п/п	Характеристики свойств	Единицы измерения	Показатели свойств				
1.	Средняя плотность	кг/м ³	400	500	600	700	800
2.	Теплопроводность	Вт/м.ч°С	0,085	0,097	0,124	0,146	0,164
3.	Предел прочности при сжатии	МПа	1,95	3,23	4,35	5,27	6,75

Технологический процесс получения арболита на виноградной лозе включает следующие основные операции: получение композиционного вяжущего; подготовка затворителя; приготовление заполнителя из виноградной лозы; приготовление арболитовой массы; формование арболитовой массы; тепловая обработка (сушка).

Вывод. Разработано композиционное силикатнатриевое вяжущее путем совместного помола ($S_{уд} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) карбонатных отходов производства камнепиления и силикат глыбы с кремнеземистым модулем 2,7...3,0.

Установлено, что разработанное композиционное вяжущее при совместном помоле приобретает вяжущие свойства и при соответствующем уплотнении путем вибрирования и термообработке по специальному режиму твердеет и приобретает высокие прочностные характеристики, достаточные для изготовления арболита с использованием дробленой виноградной лозы [19,20,21].

Применение виноградной лозы совместно с композиционным вяжущим для получения арболита способствует улучшению структуры, повышению теплотехнических свойств и снижению усадочных деформаций арболита. Арболитобетон, полученный на основе дробленой виноградной лозы и силикатнатриевого композиционного вяжущего, по прочности превышает арболитобетона из других видов вяжущих веществ и органических заполнителей растительного происхождения.

Из разработанных составов арболитобетона можно получать, как теплоизоляционные, так и конструктивно-теплоизоляционные изделия плотностью 400...800кг/м³ с достаточно высокой прочностью. Разработанный арболитобетон изготавливается без введения в состав минерализаторов, ускорителей твердения; нет необходимости предварительного вымачивания органического заполнителя; в структуре преобладает объем закрытых пор, который способствует повышению прочности и улучшению теплотехнических характеристик материала.

Опытно-промышленное внедрение изделий из разработанного арболитобетона на основе дробленой виноградной лозы и силикатнатриевого композиционного вяжущего планируется на производственных площадях ООО «НПО Шамхальский завод железобетонных изделий».

Библиографический список:

1. Галебуй Сара. Поризованный арболит на местных отходах сельскохозяйственного производства в Республике Чад // Приволжский научный журнал. 2011.- № 4. - С.79 – 85.
2. Корохов В.Г., Бурова И.В. Методика расчета производительности и потребляемой мощности измельчителя для сыпучих стройматериалов. Симферополь: НАПКС. 2005. - вып.10, С.10-30.
3. Лавринев П.Г. Утилизация промышленных отходов предприятий Крыма. - Симферополь: Бизнес-Информ. 2005.- 440с.
4. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесины. М., 2002.- 234 с.
5. Руководство по проектированию и изготовлению изделий из арболита. М.: Стройиздат, 1974. 88 с.
6. Наназашвили И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. Л., 1990.
7. Петри Б.Н. Разработка метода и основ технологии производства плитных пластиков из дробленой виноградной лозы без добавления связующих. Уральский лесотехнический институт. Свердловск, 1977, -184 с.
8. Стоянов В.В. Лозолитовые материалы и конструкции. - Издательство «Город мастеров». Одесса. 2001.- 134 с.
9. Стоянов В.В., Черненький И.В., Мазурик В.И., Яхонтова Н.Е. и др. Экспериментальное исследование деформативности стеновых панелей с утеплителем из лозолита // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1986. - №5.
10. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций. М.: Стройиздат, 1988. 208 с.
11. Тотурбиев Б.Д., Керимов Г.К. Бесцементные жаростойкие бетоны на основе природного и техногенного сырья / Академия наук СССР. Дагестанский филиал. Институт геологии. Сборник статей, вып. 36., Махачкала. 1987.- 175 с.
12. Удербает С.С., Карибаев Е.К, Курманаева Ж.М. Исследование адгезии рисовой лузги с золоцементными вяжущими смесями//Молодой ученый. 2014. - №12. С. 113-114.

13. Щербakov A.C. Технология композиционных древесных материалов: Учебное пособие для вузов. - М.: Экология. 1992. – 192 с.
14. Крутов П.И., Наназашвили И.Х., Склизков Н.И., Савин В.И. Справочник по производству и применению арболита. – М.: Стройиздат, 1987. – 208 с.
15. Удербaев С.С. Технология арболита на вяжущем, активированном механо-электрополяризационным способом: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Кызылорда, 2000.– 18 с.
16. Asdrubali F., D'Alessandro F., Schiavoni S.A Review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustainable Materials and Technologies*. 2015; 4:1–17.
17. Jelle B.P. Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions: properties, requirements and possibilities. *Energy and Buildings*. 2011. 43:2549–2563.
18. Papadopoulos A.M., Giama E. Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building. *Building and Environment*. 2007; 42:2178–2187.
19. Al-Homoud M.S. Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. *Building and Environment*. 2005. 40:353–366.
20. Korjenic A., Petranek V., Zach J., Hroudova J. Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. *Energy and Buildings*. 2011. 43:2518–2523.
21. Papadopoulos A.M.: State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. *Energy and Buildings*. 2005. 37:77–86.

References:

1. Salebuy S. Aerated arbolit at a local agricultural waste in the Republic of Chad. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal* [Privolzhsky scientific journal]. 2011, no. 4, pp. 79 – 85.
2. Korobov G., Burova I.V. The method of calculation performance and power consumption of the chipper for bulk materials. *Simferopol: NAPCS*. 2005, vol.10, pp.10-30. (In Russian)
3. Lavrinov P.G. Utilization of industrial waste of enterprises of the Crimea. *Simferopol: Business-Inform*. 2005, 440p. (In Russian)
4. Melnikova L.V. Technology of composite materials made of wood. *Moscow*, 2002, 234 p. (In Russian)
5. Guide for the design and manufacturing of products from arbolita. *Moscow: Stroiizdat*, 1974, 88p. (In Russian)
6. Nanazashvili I.H. Building materials from wood-cement compositions. Leningrad, 1990. (In Russian)
7. Petri B.N. Development of a method and the basics of production technology of plate plastics from crushed vines without the addition of binders. *Ural'skij lesotekhnicheskij institut*. [Ural Forestry Institute], *Sverdlovsk*, 1977, 184 p.(In Russian)
8. Stojanov V.V. Localitie materials and designs. *Izdatel'stvo «Gorod masterov»* [Publisher "the City of masters"]. Odessa. 2001, 134 p. (In Russian)
9. Stojanov V.V., Chernen'kij I.V., Mazurik V.I., Jahontova N.E. etc. Experimental investigation of the deformability of the wall panels with insulation from Rosalita, *Izvestija vuzov*. [Proceedings of the universities. Building and architecture]. 1986, no.5. (In Russian)
10. Toturbiev B.D. Building materials for silicate-sodium compositions based. *Moscow: Stroyizdat*, 1988, 208p. (In Russian)
11. Toturbiev B.D., Kerimov G.K. Cement-free refractory concretes on the basis of natural and technogenic raw materials. *Akademija nauk SSSR. Dagestanskij filial. Institut geologii*. [Academy of Sciences of the USSR, Dagestan branch. Geology Institute]. A collection of articles, *Makhachkala*. 1987, vol.36, 175 p. (In Russian)
12. Uderbayev S.S., Karibaev E.K, Kurmanaeva J.M. Study of adhesion of rice husk with zolotsementnymi cementitious mixtures. *Molodoj uchenyj* [Young scientist]. 2014, no.12, pp.113-114. (In Russian)
13. Shcherbakov A.S. The technology of composite wood materials: Textbook for high schools. *Moscow: Ecology*. 1992, 192 p. (In Russian)

14. Krutov P.I., Nanazashvili I.X., Sklizkov N.I., Savin V.I. Handbook of manufacturing and use arbolita. Moscow:Stroiizdat, 1987, 208 p. (In Russian)
15. Uderbayev S.S. Technology arbolita with a binder, activated mechano-electropolarization way: author. Diss. kand. tech. Sciences: 05.23.05. Kyzylorda, 2000, 18p. (In Russian)
16. Asdrubali F., D'Alessandro F., Schiavoni S.A Review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustainable Materials and Technologies*. 2015; 4:1–17.
17. Jelle B.P. Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions: properties, requirements and possibilities. *Energy and Buildings*. 2011. 43:2549–2563.
18. Papadopoulos A.M., Giama E. Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building. *Building and Environment*. 2007; 42:2178–2187.
19. Al-Homoud M.S. Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. *Building and Environment*. 2005. 40:353–366.
20. Korjenic A., Petranek V., Zach J., Hroudova J. Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. *Energy and Buildings*. 2011. 43:2518–2523.
21. Papadopoulos A.M.: State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. *Energy and Buildings*. 2005. 37:77–86.

Сведения об авторах.

Мантуров Загир Абдулнасирович - кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии конструкционных материалов.

Омаров Ариф Омарович – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой строительных материалов и инженерных сетей.

Тотурбиев Адильбий Батырбиевич – кандидат технических наук, докторант.

Тотурбиева Умуй Джакаевна – кандидат технических, доцент.

Authors information.

Zagir A. Manturov - candidate of technical science, associate Professor of materials science and technology of structural materials.

Arif O.Omarov – PhD in economic science, associate Professor, Department of construction materials and engineering networks.

Adilbiy B.Toturbiev – candidate of technical science, doctoral.

Umuy D.Toturbieva – candidate of engineering, Associate Professor.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 04.06.2016.

Received 04.06.2016.

Принята в печать 29.07.2016.

Accepted for publication 29.07.2016.