

Для цитирования: Муртазаев С.-А.Ю., Саламанова М.Ш., Хубаев М.С. РЕЦЕПТУРА САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016;42 (3):193-202. DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-193-202

For citation: Murtazaev S.- A. Y., Salamanova M. Sh., Hubaev M. S. FORMULATION OF SELF-COMPACTING CONCRETE USING RAW MATERIALS OF THE NORTH CAUCASUS. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2016;42 (3): 193-202. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-193-202

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.32

DOI: 10.21822/2073-6185-2016-42-3-193-202

Муртазаев С.-А.Ю.¹, Саламанова М.Ш.², Хубаев М.С.³

¹⁻³Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д.

Миллионщикова,

г. Грозный, ул. Х.А.Исаева, 100

¹e-mail: s.murtazaev@mail.ru

²e-mail: madina_salamanova@mail.ru

³e-mail: mokhmad.ggntu@gmail.com

РЕЦЕПТУРА САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Аннотация. Цель. Исследование проблем, связанных с разработкой рецептур самоуплотняющихся бетонов. **Методы.** В основу получения самоуплотняющихся бетонов положено использование эффективных современных модификаторов, улучшающих реологические свойства бетонных смесей и способствующие повышению его физико - механических показателей, и тонкодисперсных минеральных порошков природного происхождения. Особое внимание уделяется заполнителю, приведены результаты получения фракционированного заполнителя, полученного смешиванием крупного Алагирского и мелкого Червленского песка. **Результаты.** Исследованы цементы различных производителей, были выделены наиболее оптимальные из них, это портландцементы ЦЕМ I 42,5Н «Чеченцемент» и «Новоросцемент». Щебень применялся из гранит-диабазовых пород фракции 5-20 мм, который приобретался для испытаний из РСО-Алания. Разработаны рецептуры самоуплотняющихся бетонов, характеризующиеся интенсивным набором прочности бетона в ранние сутки его твердения: в возрасте 7 суток $R_{сж}$ бетона достигает до 80 % от проектной прочности. **Вывод.** Результаты проведенных исследования в этом направлении показали, что сырьевой потенциал СКФО позволяет получать самоуплотняющиеся бетоны класса В 25 до В90 и выше для монолитного строительства, в том числе и высотного.

Ключевые слова: самоуплотняющиеся бетоны, минеральные порошки, химические модификаторы, фракционированный заполнитель, кварцевый порошок, высокопрочный бетон, проницаемость, уникальные здания, высотное строительство, долговечность бетона, гранулометрический состав

Side - Alvi. Y. Murtazaev¹, Madina Sh. Salamanova², Magomed S. Hubaev³

Grozny State Oil Technical University Academician M.D.Millionshtchikov,

100 H.A. Isayev str., Grozny,

e-mail: s.murtazaev@mail.ru,

e-mail: madina_salamanova@mail.ru,

e-mail: mokhmad.ggntu@gmail.com

FORMULATION OF SELF-COMPACTING CONCRETE USING RAW MATERIALS OF THE NORTH CAUCASUS

Abstract. Aim. The paper considers the issues associated with the development of formulations of self-compacting concrete. **Methods.** The basis of the preparation of such concrete is necessary to use effective modern modifiers that improve the rheological properties of the concrete mix and promote enhancement of its physical - mechanical parameters, and fine mineral powders of natural origin. Particular attention is paid to aggregate the results of obtaining graded aggregate obtained by mixing large and small Alagir Chervlensk sand. **Results.** Cements studied various manufacturers have been allocated the most appropriate of them, it is Portland cement CEM I 42,5N «Chechensemen» and «Novoroscement». Crushed granite was used from diabase rock fractions of 5-20 mm, which was purchased for testing of the RNO-Alaniya. Developed formulations self-compacting concrete, characterized by an intensive set of concrete strength in the early days of its hardening: at the age of 7 days RSZH concrete reaches up to 80% of project strength. **Conclusion.** The results of the research in this area showed that the raw material potential of North Caucasus Federal District produces self-compacting concrete class B 25 and B90 and later for monolithic construction, including high-rise.

Key words: self-compacting concrete, mineral powder, chemical modifiers, graded aggregate, quartz powder, high-strength concrete, permeability, unique buildings, high-rise construction, durability of concrete, the granulometric composition

Введение. Как известно, вследствие возведения высотных и уникальных зданий и сооружений, массового строительства объектов специального назначения и расширения использования пространственных густоармированных конструкций из тонкостенных элементов, объемы применения самоуплотняющихся бетонов в строительстве ежегодно возрастают. Самоуплотняющийся бетон (Self-Compacting Concrete- SCC) является наиболее революционным развитием в технологии бетона в течение нескольких десятилетий подряд. Разработанный в Японии для компенсации растущего дефицита квалифицированной рабочей силы, в настоящее время SCC оказался экономически полезным из-за целого ряда факторов, в том числе [4,5,6,10]: сокращение сроков строительства; сокращение трудовых ресурсов; улучшение отделки поверхности; повышение долговечности; полная свобода в дизайне; тонкостенные бетонные секции различной конфигурации; снижение уровня шума, отсутствие вибрации; безопасные условия труда.

Постановка задачи. Для получения высококачественной самоуплотняющейся бетонной смеси необходимо жестко придерживаться принятых требований к сырьевому материалу, и, в частности, нужен принципиально новый подход к соотношению и гранулометрии заполнителей (примерное одинаковое соотношение мелкого и крупного заполнителей, выравненный обогащением гранулометрический состав заполнителя), обязательное присутствие в смеси минеральных наполнителей (чаще всего рекомендуется микрокремнезем), правильный выбор вида и дозировки пластифицирующей добавки (как правило, это гиперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров, количество которого на порядок превосходит стандартный расход для обычного бетона) [1,2,3,5,10].

При дозировках минерального наполнителя от 15 до 20%, суперпластификатора от 1,5 до 2%, расходе портландцемента от 350 до 550 кг/м³, водоцементном отношении 0,20-0,40 и использовании кварцевого песка и щебня из изверженных горных пород возможен быстрый набор SCC высокой (55 - 80 МПа) или сверхвысокой (выше 80 МПа) прочности, при этом достигаются низкая проницаемость, повышенная коррозионная стойкость. Обязательным условием является также выдерживание нормальных условий твердения, для того чтобы обеспечить гидратацию бетона при низких расходах воды [13,15,18]. В виду того, что в Чеченской Республике начались грандиозные работы по возведению башни «Ахмат-Тауэр» высотой более 400 метров в лабораториях коллективного пользования ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова в последние несколько лет проводятся исследования с целью разработки рецептур высокопрочных бетонов с линейкой классов бетонов от В40 до В100.

Методы исследования. Для решения поставленных задач авторами рассматривался в основном высококачественный сырьевой потенциал Северного Кавказа.

Изучались портландцементы от различных производителей, но учитывая логистические параметры и основные характеристики исследуемых цементов выбор остановился на портландцементе ГУП «Чеченцемент» Чири-Юртовского завода и ОАО «Новоросцемент» завода «Первомайский», основные характеристики которых приведены в таблице 1. Установлено, что в SCC высокая прочность цементного камня достигается за счет модифицирования системы «портландцемент – заполнитель» минеральным наполнителем и суперпластификатором, на основе поликарбоксилатных эфиров, механизм действия которых основан на совокупности электростатического и стерического эффекта, который достигается с помощью боковых гидрофильных полиэфирных цепей.

Нужно отметить, что именно за счет этого длительность разжижающего действия этих добавок в 3-4 раза выше, по сравнению с сульфомеланиновым, сульфонафталиновым формальдегидом или лигносульфонатом [11,13,14].

Таблица 1– Цементы и их основные характеристики

Наименование цемента и его марка	$S_{уд}$, см ² /г	НГ, %	Истинная плотность, кг/м ³	Сроки схватывания, час-мин.		Активность, МПа
				начало	конец	
«Чеченцемент» ПЦ500-Д0 ЦЕМ I 42,5Н	3252	25,5	3095	2-15	3-40	56,2
«Новоросцемент» ПЦ500-Д0 ЦЕМ I 42,5Н	3125	26,2	3142	2-25	3-45	48,4

В качестве химических модификаторов для проведения исследований применялись добавки ведущих мировых производителей:

- SikaViscoCrete 5-600 SK – жидкий суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров производства концерна Sika (Швейцария);
- Glenium115 жидкий суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров производства концерна BASF (Германия).

Все эти добавки являются универсальными, применяются при производстве товарного бетона, сборных и монолитных железобетонных конструкций из тяжелого, легкого и ячеистого бетона в гражданском, промышленном, транспортном и дорожном строительстве, и рекомендуются применять для производства самоуплотняющихся бетонов (при использовании заданного количества микронаполнителей) [14].

Для модифицирования цементной составляющей применяли тонкодисперсный минеральный порошок, который получили измельчением в роликовой мельнице в течение 30 минут мелкого кварцевого песка Веденского месторождения $M_{кр} = 1,1$, истинная плотность и удельная поверхность которого представлена в таблице 2 [8-9].

Приготовленный порошок добавлялся в процессе приготовления бетонной смеси в соотношении портландцемент: минеральный порошок 80:20 % (дозировка наполнителя определялась экспериментальным путем). Так как прочность цементного камня, модифицированного с помощью минеральных наполнителей и суперпластификатора, превосходит прочность заполнителя, зерна наполнителей рассматриваются как слабые включения в бетоне, влияние которых возрастает с увеличением абсолютных размеров зерен. Поэтому в SCC сокращен расход щебня на кубометр бетона в сравнении с обычными бетонами, а его наибольшая крупность не должна превышать 10-20 мм [2,7,12,15].

Таблица 2– Свойства тонкодисперсного минерального порошка

№	Наименование минерального компонента	Истинная плотность, кг/м ³	S _{уд} , см ² /г
1	Кварцевый порошок	2600	6600

Для получения высокопрочных SCC использовался кубовидный щебень из гранит-диабазовых пород фракции 5-20 мм, который приобретался для испытаний из РСО-Алания. Основные свойства щебня Алагирского месторождения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные свойства крупного заполнителя

Щебень Алагирского месторождения фракции 5-20 мм						
Наименование показателя		Значение показателя				
Зерновой состав щебня	Размер сит, мм	12,5	10	7,5	5	<5
	Частные остатки, %	0,0	9,2	38,6	42,5	9,3
	Полные остатки, %	0,0	9,2	47,8	90,3	99,6
Определение прочности щебня		M1200				
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		0,8				
Истинная плотность зерен, кг/м ³		2700				
Насыпная плотность, кг/м ³		1450				
Содержание дробленых зерен, %		85,2				
Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм, %		12,2				
Пустотность щебня, %		44,9				

Для получения высококачественной самоуплотняющейся бетонной смеси необходимо применять мелкий заполнитель, имеющий выравненный гранулометрический состав.

Наряду с Северным Кавказом большинство регионов нашей страны испытывают трудности в связи с их отсутствием и, поэтому для выравнивания зернового состава нами использовался фракционированный заполнитель, полученный смешиванием мелкого песка Червленского месторождения M_{кр} = 1,7 и кварцево-полевошпатового песка Алагирского месторождения M_{кр} = 3,2. Соотношение песков определялось по данным рассева заполнителей и расчета полных остатков на стандартных ситах, далее выстраивался график зернового состава.

Были исследованы различные варианты смешивания песков, в результате чего было установлено, что наиболее оптимальным является соотношение Алагирского и Червленского песков 55:45 % (табл.4).

Таблица 4 – Основные физико-механические характеристики полученного фракционированного песка

Размер сит, мм	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	дно
Частные остатки, %	0,9	13,9	6,6	16,0	44,3	15,8	2,5
Полные остатки, %	0,9	14,8	221,4	37,4	81,7	97,5	
Модуль крупности	2,5						
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	1,2						
Истинная плотность зерен, кг/м ³	2650						
Средняя насыпная плотность, кг/м ³	1471						
Пустотность песка, %	46,4						

График зернового состава применяемых заполнителей очень близко расположен к идеальной кривой (рис.1).

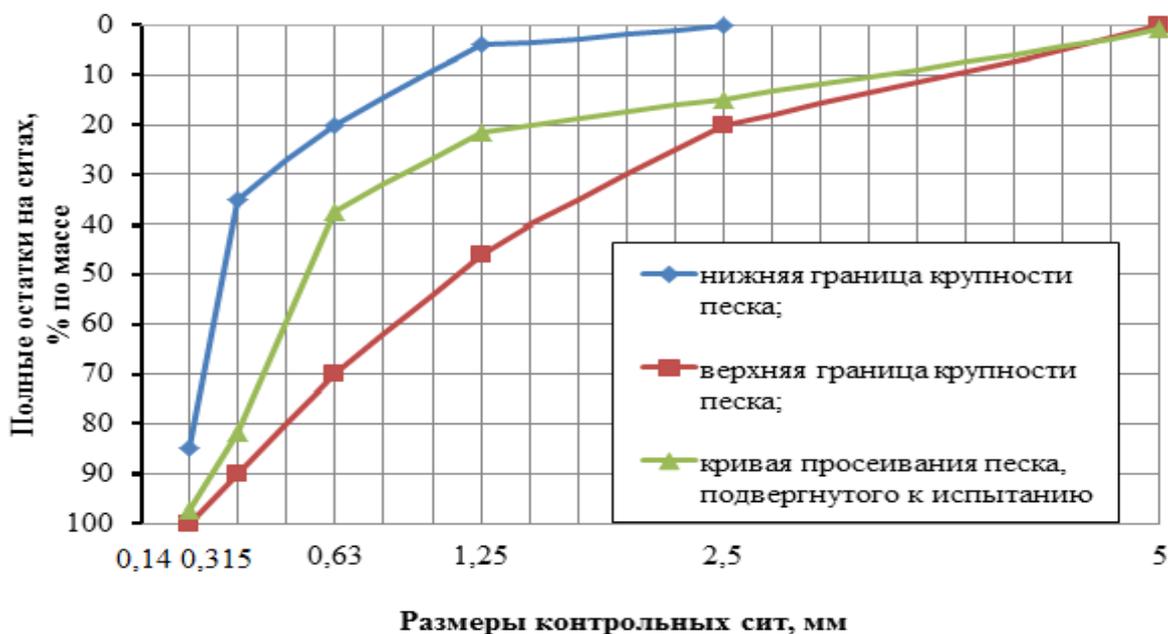


Рисунок 1 – Кривая просеивания исследуемого фракционированного песка

С использованием предложенных материалов были разработаны рецептуры SCC на основе природного тонкодисперсного минерального компонента с расходом порошка 70–80 кг на 1 м³ бетона. Анализ показателей таблицы 5 свидетельствует, что полученные составы SCC - бетонов характеризуются интенсивным набором прочности бетона в ранние сутки его твердения, а в возрасте 7 суток $R_{сж}$ бетона достигает до 80 % от проектной прочности (рис. 2).

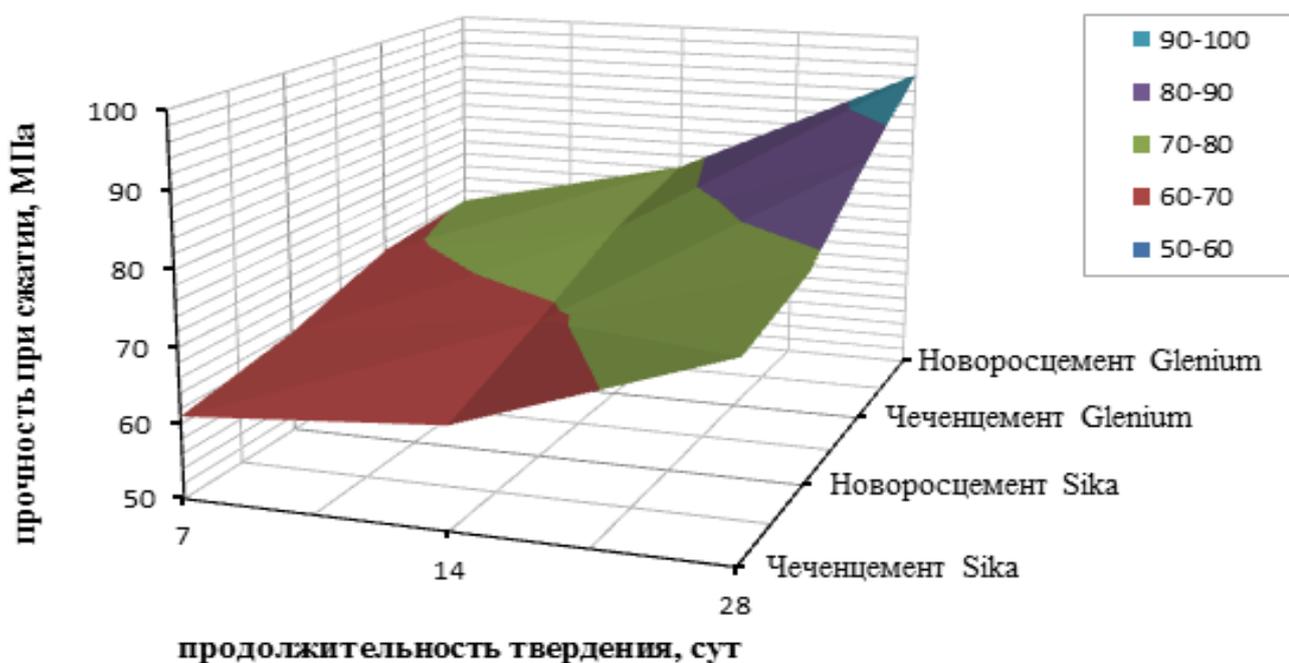


Рисунок 2 – Кинетика набора прочности SCC

При проектировании рецептуры бетонов, в соответствии с требованиями к SCC-бетонам, варьировались дозировка сырьевых компонентов и добавок, в результате чего были определены наиболее рациональные составы (табл. 5).

Таблица 5 – Составы и свойства SCC

составы	Кол-во добавки	В/Ц	Расход, кг на 1 м ³ бетона					ρ _Б , кг/м ³	R _{сж} в возрасте, сут., МПа			РК, см
			Ц	В	Щ	П	Н		7	14	28	
Класс бетона В35 «Чеченцемент» ЦЕМ I 42,5Н												
1	SikaViscoCrete 5-600 SK, 0,9 %	0,55	380	210	930	825	70	2330	34,9	37,6	45,2	65
2	Glenium 115, 0,9	0,54	380	205	930	845	70	2360	33,6	39,9	47,7	68
Класс бетона В 40 «Чеченцемент» ЦЕМ I 42,5Н												
3	SikaViscoCrete 5-600 SK, 1,6 %	0,41	480	195	860	865	80	2442	42,5	47,0	59,3	69
4	Glenium 115, 1,6 %	0,44	460	195	920	850	80	2428	41,5	56,9	60,7	72
Класс бетона В 75-80 «Чеченцемент» ЦЕМ I 42,5Н												
5	SikaViscoCrete 5-600 SK, 2,0 %	0,36	500	180	685	1035	80	2455	61,0	83,6	95,6	74
6	Glenium 115, 2,0 %	0,34	500	170	860	820	80	2475	68,8	94,8	107,2	75
Класс бетона В 35 «Новоросцемент» ЦЕМ I 42,5Н												
7	SikaViscoCrete 5-600 SK, 0,8 %	0,53	380	201	930	825	70	2320	26,9	41,6	49,9	66
8	Glenium 115, 0,7%	0,52	380	197	930	845	70	2340	28,6	44,9	50,8	69
Класс бетона В 40 «Новоросцемент» ЦЕМ I 42,5Н												
9	SikaViscoCrete 5-600 SK, 1,5 %	0,40	480	192	860	865	80	2400	44,5	57,7	60,3	71
10	Glenium 115, 1,4 %	0,39	460	179	920	890	80	2430	46,1	59,7	64,7	72
Класс бетона В 75-90 «Новоросцемент» ЦЕМ I 42,5Н												
11	SikaViscoCrete 5-600 SK, 2,0 %	0,34	510	173	685	935	80	2350	64,0	88,9	98,7	73
12	Glenium 115, 2,0 %	0,32	510	163	860	820	80	2430	70,3	98,2	112,5	75

Примечание: Ц – цемент; В – вода; Щ – щебень; П – песок; Н – наполнитель; R_{сж} – прочность на сжатие; РК – расплыв конуса; ρ_Б – плотность бетона

Использование добавки Glenium 115 приводит к увеличению прочности, а составы с применением «Новоросцемента», имеют прирост прочности на 10% больше в сравнении с «Чеченцементом». Кварцевый порошок, применяемый в качестве микронаполнителя, позволяет

повышать водоудерживающую способность и стойкость к седиментации бетонной смеси [16-17]. Показатель распыла конуса (ПК) бетонных смесей при использовании добавки SikaViscoCrete 5-600 SK составил 65-73 см, а Glenium 115 ПК - 72-75 см (рис. 3), следовательно, последняя добавка обладает лучшими пластифицирующими свойствами, при ее использовании гарантируется отсутствие расслоения и водоотделения смеси.



Рисунок 3 – Определение диаметра растекания конуса SCC смесей

Для подтверждения гипотезы об увеличении жизнеспособности бетонной смеси при использовании добавок на основе поликарбоксилатных эфиров был приготовлен экспериментальный состав с применением добавки Glenium 115 (2,0 % от массы цемента) с диаметром распыла 75 см. С соблюдением нормальных условий твердения (температура окружающей среды 20–22 °С) через определенные промежутки времени на постоянной пробе смеси замерялся диаметр распыла конуса (рис. 4) [19,20].

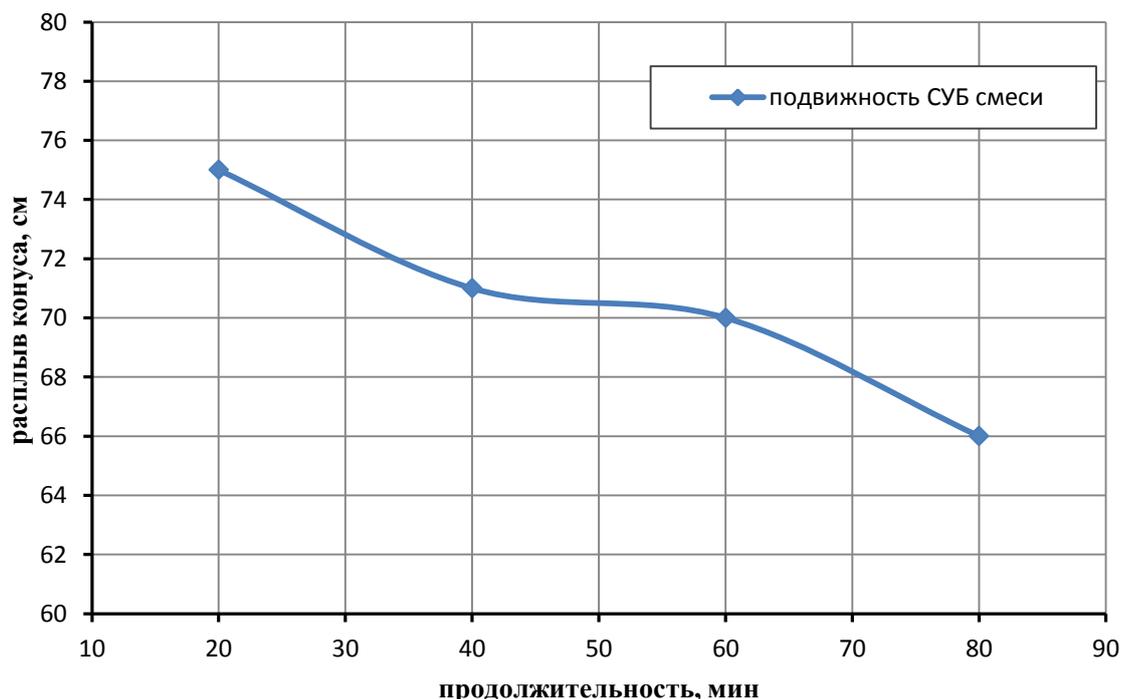


Рисунок 4 – Динамика изменения подвижности SCC смеси во времени

Анализ полученных результатов показывает, что Glenium 115 обладает высокой пластифицирующей способностью. На исследуемом промежутке времени наблюдается незначительное снижение подвижности смеси, что значительно увеличивает срок транспортировки и создает возможность использовать SCC смеси в сложных условиях производства работ (на высоте при невозможности проведения виброуплотнения).

Вывод. Получены SCC-бетоны классов от В35 до В90 с использованием сырьевых ресурсов Северного Кавказа с улучшенными физико-механическими и реологическими характеристиками, которые могут успешно применяться при возведении конструктивных элементов уникальных зданий и сооружений, а также при решении сложных логистических и технологических задач бетонирования.

Библиографический список:

1. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород // Устойчивое развитие горных территорий, 2015, Т.23, vol.1, pp.23-28.
2. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. М.: АСВ, 2006 – 289 с.
3. Баженов Ю.М. Бетон: технологии будущего// Строительство: новые технологии – новое оборудование. М.: ИД "Панорама", 2009. - № 8. - С.29-32.
4. Муртазаев, С-А. Ю., Саламанова М.Ш., Алиев С.А., Бисултанов Р.Г. Горные породы вулканического происхождения как заполнители для получения легких бетонов// Научное обозрение. 2015. - №7 - С.105-113
5. Hillemeier B., Buchenau G., Herr R., Huttel R., Klubendorf St., Schubert K. Spezialbetone, Betonkalender. *Ernst & Sohn*, 2006, no.1., pp.534-549.
6. Саламанова М.Ш., Сайдумов М.С., Муртазаева, Т.С-А., Хубаев М. С-М. Высококачественные модифицированные бетоны на основе минеральных добавок и суперпластификаторов различной природы//Инновации и инвестиции. 2015.- №8 - С.159-163
7. Калашников В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов//Строительные материалы. 2008.- №3 – С. 20-24.
8. Гаркави М.С., Якубов В.И. Отсевы дробления – эффективный способ повышения качества бетонов// Строительные материалы. 2006. - №11.- С.13-17
9. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш., Сайдумов М.С., Гишлакаева М.И. Использование в мелкозернистых бетонах отходов переработки горных пород// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука и образование в Чеченской республике: состояние и перспективы». Грозный: 2011.- С.181-184.
10. Yoshio Kasai. Studies into the reuse of demolished concrete in Japan. EDA/RILEM Conference “Re-use of concrete and brick materials”, June, 1985, pp.17-25.
11. Dosho Y. Development of a Sustainable Concrete Waste Recycling System «Application of Recycled Aggregate Concrete Produced by Aggregate Replacing Method». *Journal of Advanced Concrete Technology*. Japan Concrete Institute. Scientific paper. 2007, vol.5, no.1, pp.27-42.
12. Kikuchi M., Dosho Y., Narikaw M., Ohshima Y., Koyama A., Miura T. Application of Recycled Concrete for Structural Concrete. Experimental Study on the Quality of Recycled Aggregate and Recycled Aggregate Concrete. Proceeding; of Fourth CAKMET ACUCI International Conference on Recent Advances in Concrete Technology, Tokushima. Japan. 1998, pp.1073-1101.
13. Yanagibashi K., Yonezawa T., Iwashimizu T., Tsuji D., Arakawa K., Yamada M. A new recycling process for coarse aggregate to be used concrete structure. Environment-Conscious Materials and Systems for Sustainable Development. Proceedings of RILEM International Symposium. Tokyo. 2004, pp.137-143.
14. Pazhani K., Jeyaraj R. Study on durability of high performance concrete with industrial wastes. ATI - Applied Technologies & Innovations. Department of Civil Engineering, Anna University Chenna. India. 2010, vol.2, no.8,pp.19-28.

15. Zashkova L., Spirov K., Penkova N., Iliev V. Utilization of industrial wastes in the compositions of fireproof concrete and mortars. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. Bulgaria. 2008, no.43, pp.277-279.
16. Ахматов М.А. Применение отходов камнепиления туф карьеров и рыхлых пористых пород в качестве заполнителей легких бетонов и конструкций из них. Нальчик, 1981.-128р.
17. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Эффективность цементов с минеральными добавками в бетонах // Цемент. 2002. - №2 - С.41-43.
18. Каприелов С.С. Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях. Ч. II//Строительные материалы. 2008. - №3. - С. 9-13.
19. Баженов Ю.М. Новому веку - новые эффективные бетоны и технологии. М.: ИД "Панорама", №1. - С. 12-13.
20. Липина С.А. Чеченская республика: экономический потенциал и стратегическое развитие. М.: ЛКИ, 2007. – 320 с.

References:

1. Murtazaev S-A.Y., Salamanova M. Sh. High Strength concrete using graded aggregates from waste rocks. *Journal of Sustainable development of mountain territories*. 2015, vol.23, no.1, pp. 23-28. (In Russian)
2. Bazhenov Y.M. Demyanova V.S., Kalashnikov V.I. Modified high-quality concrete. *Moscow: ASV*. 2006, p.289.(In Russian)
3. Bazhenov Y.M. Concrete: future technologies. *Construction: new technologies – new equipment*. Moscow: publishing house "Panorama", 2009, no.8, pp. 29-32. (In Russian)
4. Murtazaev S-A.Y., Salamanova M.Sh., Aliev S.A., Bisultanov R.G. Rocks of volcanic origin as aggregates to obtain light weight concrete. *Nauchnoe obozrenie [Scientific obozrenie]*. 2015, no.7, pp.105-113. (In Russian)
5. Hillemeier B., Buchenau G., Herr R., Huttel R., Klubendorf, St., Schubert, K. Spezialbetone, Betonkalender, *Ernst & Sohn*, 2006, no.1, pp.534-549.
6. Salamanova M.Sh., Sajdumov M.S., Murtazaeva, T.S-A., Hubaev M. S-M. High Quality modified concrete based on mineral additives and superplasticizers of different nature. *Innovation and investment*. 2015, no.8, pp.159-163. (In Russian)
7. Kalashnikov V.I. The Industry of non-metallic building materials and the future of concrete. *Stroitel'nye materialy [Building materials]*. 2008, no.3, pp.20-24. (In Russian)
8. Garkavi M.S., Jakubov V.I. Eliminations of crushing – effective way to improve the quality of concrete. *Stroitel'nye materialy [Building materials]* 2006, no.11, pp.13-17 (In Russian)
9. Murtazaev S-A.Ju., Salamanova M.Sh., Sajdumov M.S., Gishlakaeva M.I. Ispol'zovanie v melkozernistykh betonah othodov pererabotki gornyh porod. *Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauka i obrazovanie v Chechenskoj respublike: sostojanie i perspektivy»*. [The use of fine-grained concrete waste rock. Materials of all-Russian scientific-practical conference "Science and education in the Chechen Republic: status and prospects"], Groznyj:, 2011, pp.181-184. (In Russian)
10. Yoshio Kasai. Studies into the reuse of demolished concrete in Japan. EDA/RILEM Conference "Re-use of concrete and brick materials", June, 1985, pp.17-25.
11. Dosho Y. Development of a Sustainable Concrete Waste Recycling System «Application of Recycled Aggregate Concrete Produced by Aggregate Replacing Method». *Journal of Advanced Concrete Technology*. Japan Concrete Institute. Scientific paper. 2007, vol.5, no.1, pp.27-42.
12. Kikuchi M., Dosho Y., Narikawa M., Ohshima Y., Koyama A., Miura T. Application of Recycled Concrete for Structural Concrete. Experimental Study on the Quality of Recycled Aggregate

- gate and Recycled Aggregate Concrete. Proceeding; of Fourth CAKMET ACUCI International Conference on Recent Advances in Concrete Technology, Tokushima. Japan. 1998, pp.1073-1101.
13. Yanagibashi K., Yonezawa T., Iwashimizu T., Tsuji D., Arakawa K., Yamada M. A new recycling process for coarse aggregate to be used concrete structure. Environment-Conscious Materials and Systems for Sustainable Development. Proceedings of RILEM International Symposium. Tokyo. 2004, pp.137-143.
 14. Pazhani K., Jeyaraj R. Study on durability of high performance concrete with industrial wastes. ATI - Applied Technologies & Innovations. Department of Civil Engineering, Anna University Chennai. India. 2010, vol.2, no.8, pp.19-28.
 15. Zashkova L., Spirov K., Penkova N., Iliev V. Utilization of industrial wastes in the compositions of fireproof concrete and mortars. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. Bulgaria. 2008, no.43, pp.277-279.
 16. Akhmatov M.A. *Primenenie othodov kamnepilenija tuf kar'erov i ryhlyh poristyh porod v kachestve zapolnitelej legkih betonov i konstrukcij iz nih*. [Application of waste campbellrivercharters loose and porous rocks as fillers of light concretes and constructions of them]. *Nalchik*., 1981, 128 p. (In Russian)
 17. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L. Jeффективnost' cementov s mineral'nymi dobavkami v betonah. [Effectiveness of cements with mineral additives in concrete]. *Cement*. 2002, no. 2, pp.41-43. (In Russian)
 18. Kaprielov S.S. Modificirovannye vysokoprochnye betony klassov V80 i V90 v monolitnyh konstrukcijah. Ch. II [Modified high strength concrete class B80 and B90 in the monolithic structures]. Part II. *Stroitel'nye materialy*. [Building materials]. 2008, no.3, pp.9-13. (In Russian)
 19. Bazhenov Y.M. Novomu veku - novye jeффективnye betony i tehnologii. [Building materials, equipment, technologies of XXI century]. *Moscow*: publishing house "Panorama", 2001, no. 1. pp. 12-13. (In Russian)
 20. Lipina S.A. Chechenskaja respublika: jekonomicheskij potencial i strategicheskoe razvitie [Chechen Republic: economic potential and strategic development]. *Moscow*: LKI, 2007, 320 p. (In Russian)

Сведения об авторах.

Муртазаев Сайд-Альви Юсупович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии строительного производства.

Саламанова Мадина Шахидовна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительного производства.

Хубаев Магомед Саид-Магомедович – ассистент кафедры технологии строительного производства.

Authors information.

Side-Alvi Y. Murtazaev– doctor of technical science, Professor of the Department of technology of building production.

Madina S. Salamanova –candidate of technical science, associate Professor of the Department of technology of building production.

Magomed S. Hubaev– assistant of the Department of technology of building production.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 30.05.2016.

Received 30.05.2016.

Принята в печать 01.07.2016.

Accepted for publication 01.07.2016.