

УДК 691.328.1  
МРНТИ 67.09.33

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2021.2-28>

**И.В. Колесникова<sup>1\*</sup>, Д.Р. Алгужина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Международная образовательная корпорация (Кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

\*Corresponding author: [kolesnikova\\_inna\\_00@mail.ru](mailto:kolesnikova_inna_00@mail.ru)

**Информация об авторах:**

Колесникова Инна Владимировна – доктор технических наук, ассоциированный профессор, Международная образовательная корпорация (Кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-6004-7343>, email: [kolesnikova\\_inna\\_00@mail.ru](mailto:kolesnikova_inna_00@mail.ru)

Алгужина Д.Р. – магистрант, Международная образовательная корпорация (Кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-7448-8027>

## **РАЗРАБОТКА БЕСПРОГРЕВНЫХ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ УСКОРЕННОГО ТВЕРДЕНИЯ ДЛЯ ЗАВОДСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты разработки многокомпонентных составов самоуплотняющихся бетонов ускоренного твердения на основе местной сырьевой базы города Алматы. Достижение требуемых показателей обеспечивается введением в бетонные смеси минеральных наполнителей и комплекса минеральных и органических модификаторов.

**Ключевые слова:** высокофункциональный бетон, наполнители, минеральные добавки, ускорение твердения, модификаторы, самоуплотняющийся бетон.

**Введение.** Экология и экономия ресурсов – одни из основных глобальных проблем современности и будущего. Эффективность производства строительных материалов, изделий и конструкций в целом и бетонных, железобетонных изделий и конструкций, в частности, в соответствии с концепцией «устойчивого строительства» также рассматривается в этих аспектах. В этой связи актуальны вопросы не только по использованию местного сырья и техногенных продуктов, отходов перерабатывающих производств, но экономии цемента, которая способствует уменьшению «углеродного следа» и расхода топливно-энергетических ресурсов.

**Материалы и методы.** Для решения этих вопросов в настоящее время в мире проводятся интенсивные исследования по одному из перспективных направлений – разработке безпрогревных и малопрогревных технологий получения изделий из высокофункциональных бетонов высокой прочности и общестроительного назначения. Один из видов таких бетонов – самоуплотняющийся (СУБ). Его использование позволяет формировать тонкослойные изделия, конструкции сложных форм, в т.ч. двоякой кривизны, массивные густоармированные конструкции, исключая при этом энергоемкие и оказывающие негативное влияние на здоровье работников производства переделы виброуплотнения и тепловой обработки. При этом возможно обеспечение изделиям и конструкциям большого диапазона свойств в

зависимости от их назначения в строительном объекте.

В странах Европы активно ведется разработка и внедрение высокофункциональных бетонов на предприятиях: от 30 до 70% сборных конструкций изготавливаются сегодня, например, на основе безпрогревных литых бетонов. Развитие технологии и применения самоуплотняющихся бетонов наблюдается и в России. Однако до настоящего времени остается актуальной задача достижения разопалубочной прочности таких бетонов в ранние сроки, особенно, для заводских технологий. Длительное твердение СУБ без ТВО увеличивает сроки оборачиваемости форм, не позволяет обеспечить даже средние мощности предприятия [1,2,3,4]. Использование же ТВО снижает эффективность и конкурентоспособность технологии СУБ для производства изделий основной номенклатуры в традиционных технологиях. При этом надо отметить, что имеются российские научные исследования по разработке режимов ТВО с более низкими температурами и продолжительностью обработки.

Известны исследования по решению вопросов ускорения твердения для подвижных и жестких бетонных смесей, в то время как сокращение ранних сроков твердения для литых смесей изучено мало. Несмотря на ряд работ ведущих ученых Баженова Ю.М., Калашникова В.И., Трофимова Б.Я. и др., которые внесли вклад в решение задач ускорения твердения высококачественных бетонов из литых бетонных смесей, вопросы остаются. Это обусловлено сложностью состава таких бетонов, являющихся многокомпонентными. Кроме того для СУБ, в соответствии с концепцией его получения, используют местное сырье, в качестве которого используются материалы с различными характеристиками минералогического, химического состава, с различным строением, дисперсностью, фракционными и гранулометрическими характеристиками. Анализ научных источников ближнего и дальнего зарубежья показал, что актуальными вопросами по изучению влияния на скорость твердения цементных систем литых бетонных смесей на основе являются: оптимальная гранулометрия и дисперсность наполнителей, влияние карбонатных наполнителей (приводятся противоречивые данные исследований), влияние пластификаторов карбоксилатного типа на начальные сроки твердения в зависимости от состава цементной композиции, эффективность ускорителей нового поколения в многокомпонентных системах, изменение реологических характеристик бетонной смеси в начальные сроки твердения с целью определения их оптимальных показателей для деформирования слоя бетона (при формировании криволинейных элементов на стендах с подвижной рабочей поверхностью) и др.

**Результаты и обсуждение.** Основной объем бетонов, используемый в строительстве в Республике Казахстан, составляют бетоны общестроительного назначения. Практики использования литых бетонных смесей высокофункциональных бетонов для изготовления основной номенклатуры конструкций нет, результаты немногочисленных исследований и единичный опыт реализации их разработок АО НИИСтромпроектом (г. Алматы) в практике монолитного строения не дал эффективного результата. В связи с этим исследования по получению СУБ для Казахстана остаются актуальными. Есть интерес к продукту как у строительных компаний, так и у предприятий по

производству ЖБИ. Однако много вопросов, важных для организации опробования и внедрения в производство остаются: подготовка минерального сырья, контроль по обеспечению непрерывной гранулометрии минеральных компонентов, обеспечение гомогенности распределения модификаторов в бетонной смеси. Эти задачи, а также недостаточные в Республике исследования по СУБ на основе композиций из местного сырья требуют решения.

В КазГАСА (МОК) ранее были проведены исследования и получены составы СУБ для производства плит перекрытий по заказу АО «Ремстройтехника» (г. Алматы). Составы СУБ предполагали совместное введение в качестве минеральных наполнителей цеолитов и каменной муки из эффузивных горных пород местных месторождений.

На следующем этапе были поставлены цели получить СУБ ускоренного твердения для заводских технологий на основе исследований влияния органических и минеральных модификаторов и их взаимовлияния в наполненных цементных системах при формировании свойств композита. Влияние модификаторов определялось как в «чистых системах» в цементном тесте, стандартных цементных растворах, так и в бетонных смесях. Для этого предварительно расчетно-экспериментальным методом определено три основных состава литых СУБ ускоренного твердения М300-М500 при условии минимизации расхода цемента и применения различных наполнителей и функциональных добавок. Расчеты производились на основе метода подбора состава самоуплотняющейся бетонной смеси по методу Х.Окамуры. В качестве сырьевых материалов использовались: ПЦ М400 Д0 (для бетона В15, 22,5), М500 (для бетона В30-35), цеолит местного месторождения, каменная мука карьера Балтабай-1 (Алматы), мраморная мука из отходов камнеобработки, щебень гранитный из изверженных пород мультифракционной фракции 3-10 мм и песок Мкр 3-3,5 карьера Балтабай.

Были проведены эксперименты по определению водоредуцирующего эффекта различных видов и дозировок СП и ГП и влияние их на расплыв, жизнеспособность бетонной смеси. Расплыв определялся с использованием усеченного конуса для определения нормальной консистенции раствора, с определением предварительной интерполяции с характеристиками конуса Абрамса.

Исследовалось действие пластификаторов Master Glenium 977, Sika EWR-300, EWR-100, 20HE, T-100. Наибольшие показатели пластифицирующей способности и водоредуцирования обеспечили Sika EWR-100, Sika EWR-300, Master Glenium 977 (табл.1,2).

Таблица 1 – Влияние вида и дозировки СП и ГП на расплыв конуса

№	Вид добавки	Расплыв конуса (см)					
		Кол-во добавки в растворе от массы цемента (%)					
		0,2	0,5	1	1,2	1,5	2
1	Master Glenium977	-	-	11	15	17	23(52)
2	Sika EWR-300	-	10	10	18.5	18	25(57)
3	Sika EWR-100	-	10	11	17	17.5	25(57)
4	Sika 20 HE	-	-	9.5	11	17	19(43)
5	Sika T-100	-	-	10	12	16.5	20(45)

Таблица 2 – Результаты определения водоредуцирующего эффекта СП с постоянным распылом

№	Состав(г)		Добавка	В <sub>эф</sub>	В/Ц	Распыл (см)
	Цемент	Песок	2%			
1	500	1500	-	-	1	24(54)
2	500	1500	Master Glenium977	0.45	0.55	24(54)
3	500	1500	EWR-300	0.49	0.51	24(54)
4	500	1500	EWR-100	0.47	0.54	24(54)
5	500	1500	T-100	0.4	0.6	24(54)

Установлено, что при получении композиций на нормальноотвердеющем портландцементе использование Sika EWR-300, Master Glenium 977 увеличивает сохраняемость показателей удобоукладываемости до 20%. ГП Sika EWR 100 обеспечивает наибольший замедляющий эффект. Особенности действия ГП, очевидно, связаны с различием конформации молекул добавки при их синтезе: соотношением длины главной и боковых цепей (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Влияние различных СП на жизнеспособность бетонной смеси

№ п.п	Вид СП	В/Ц	Распыл, мм			Время, через которое раствор не растекается, мин	P <sub>y</sub> , %	
			После перемешивания	Через, мин.				
				15	30			45
1	Без СП	0.8	25.6	23	15.5	нет	45 мин	-
2	Master Glenium	0.5	26.8	26	20.1	12	50 мин	90
3	EWR-300	0.5	26.7	26.2	20.2	12,1	54 мин	83
4	EWR-100	0.53	26.2	26	17.3	нет	45 мин	100
5	T-100	0.54	26.3	24.5	15	нет	45 мин	400

Таблица 4 – Влияние СП и ГП на сроки схватывания цементного теста (дозировка 2%)

№	Состав	Начало схватывания	Конец схватывания	В/Ц
1.	Цемент	1ч. 20 мин.	4ч. 52 мин.	0,4
2.	Цемент, Master Glenium	1 ч. 58 мин.	5 ч. 45 мин.	0,32
3.	Цемент, Sika EWR-300	1 ч. 53 мин.	Более 6 ч. 30 мин.	0,3
4.	Цемент, Sika EWR-100	2 ч. 32 мин.	6 ч. 30мин.	0,32

Определялась кинетика и динамика повышения введением ГП ранней и марочной прочности бетонов. Эксперименты показали эффективный прирост прочности при введении ГП EWR-300 и Master Glenium 977, обеспечивающих повышение прочности образцов в первые часы твердения, через 1, 7 и 28 суток до 47% (рис. 1).

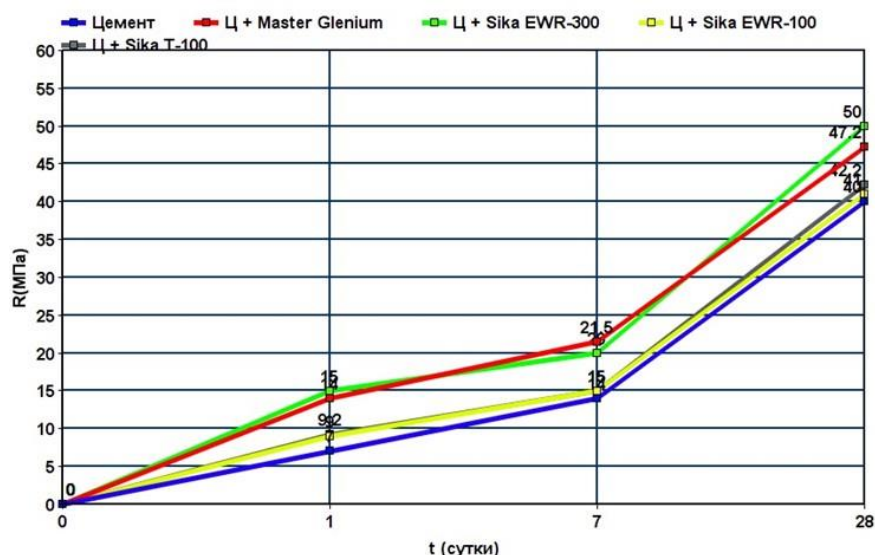


Рисунок 1 – Влияние вида СП на набор прочности бетона во времени

Сравнение функциональной эффективности ускорителей твердения проводили с использованием хлорида кальция и добавок нового поколения Master X-SEED, Sika Sigunit (рис. 1). Новое поколение ускорителей в отличие от хлорида кальция не вызывает коррозии арматуры и имеет ряд других преимуществ. Master X-SEED BASF представляет собой суспензию активных наночастиц, способствующих образованию дополнительных центров кристаллизации гидросиликатов кальция, может применяться в бетонах на различных типах цементов как для ускорения твердения без ТВО, так и в условиях ТВО. Ускоритель твердения Sika Sigunit L-5601 AF – неорганическое комплексное соединение на основе алюминия, инициирующее образование гидратных алюмосиликатных фаз, рекомендуется использовать в торкретбетонах, совместим с другими модификаторами, однако производитель рекомендует устанавливать совместимость и эффективность на конкретных составах.

Определялись сроки схватывания цементных композиций, учитывая влияние этих характеристик на жизнеспособность бетонных смесей. При определении дозировок добавок ориентировались на рекомендации производителей. Ускорители твердения Master X-SEED BASF и Sika Sigunit L-5601 AF показали сопоставимые значения: значительно сократилось время начала и конца схватывания цементного теста, период схватывания уменьшился более чем на 40% (табл. 5).

При введении различных дозировок ускорителей Master X-SEED BASF и Sika Sigunit L-5601 AF в базовые составы СУБ отмечается эффективное ускорение набора прочности. При этом повышение дозировки с 2 до 3% Master X-SEED 100 в составах А и С не обеспечивает сравнительно больших показателей, напротив, наблюдается даже некоторое их снижение. Наибольший эффект при введении Sika Sigunit L-5601 AF обеспечивается в составе В при расходе добавки 7%. Особенности действия ускорителей твердения объяснимы различием составов бетонов и применяемых модификаторов, влияющих на комплексный эффект и требует дальнейшего изучения (табл. 6).

Таблица 5 – Влияние различных видов ускорителей твердения на сроки схватывания цементного теста

№	Состав	Дозировка (%)	Начало	Конец	Период схватывания
1	Цемент	0	1 ч 20 мин	4 ч 52 мин	6 ч 12 мин
2	Ц + Master X-SEED 100	1	40 мин	3 ч 23 мин	4 ч 3 мин
3		2	34 мин	3 ч 00 мин	3 ч 34 мин
4		3	30 мин	3 ч 14 мин	3 ч 44 мин
5	Ц + Sika Sigunit L-5601	6	55 мин	3 ч 23 мин	4 ч 28 мин
6		7	39 мин	3 ч 30 мин	4 ч 22 мин
7		8	29 мин	3 ч 00 мин	3 ч 39 мин
8	Ц + Хлорид кальция	1	1 ч 10 мин	3 ч 40 мин	4 ч 50 мин
9		2	1 ч 00 мин	3 ч 32 мин	4 ч 32 мин

Таблица 6 – Влияние вида и дозировки ускорителя твердения на прочность бетона составов А, В, С 9 часов/1сутки/28 суток соответственно

№	Вид добавки	Дозировка (%)	Предел прочности на сжатие, МПа		
			Состав А*	Состав В*	Состав С*
1	Master X-SEED 100	2	15/17/39,4	13/16/29	14/18,8/34,6
		3	16/16,5/30	13/16,2/30,1	14/18/30
2	Sika Sigunit L-5601 AF	7	14/14,6/21	14,9/17,2/38	14,4/18/20
		8	15/15/26,4	13/17/33,2	11/18,8/20

Состав А\*: щебеночный бетон, каменная мука из отсеков щебня эффузивных горных пород местного месторождения, цеолит, Sika EWR 300

Состав В\*: щебеночный бетон, мраморная мука, микрокремнезем, Master Glenium

Состав С\*: щебеночный бетон, каменная мука из отсеков щебня эффузивных горных пород местного месторождения, микрокремнезем, Sika EWR 300

Изучение эффективности использования ТВО для ускорения твердения композиций СУБ с добавками-ускорителями твердения показало, что ТВО обеспечивает сравнительный рост прочности в среднем на 7%. В связи с этим в основном при изготовлении конструкций из бетонов общестроительного назначения проведение ТВО представляется нецелесообразным (рис. 2).

Влияние дисперсности и природы минеральных порошков на ускорение твердения и удобоукладываемость изучалось в цементных растворах состава, кг: Ц-600, П-800, ГП-2%, УТ-2%. Каменную муку из отсеков щебня эффузивных горных пород, мраморную муку, микрокремнезем и цеолит вводили взамен цемента в количестве соответственно 5,10,15,20,30%. Дисперсность наполнителя характеризовалась прохождением 90% пробы через сито 0.16. Получены данные, что в диапазоне от 5 до 30% замены микрокремнеземом и цеолитом части цемента изменение распыла не превышает 5%, отмечается нивелирование эффекта ГП. Увеличение доли наполнителя взамен части цемента не оказывает значительного влияния на распыл. При увеличении количества цеолита и микрокремнезема наблюдалось существенное увеличение водопотребности: при

введении 10, 20, 30% взамен массы цемента наблюдался рост В/Ц соответственно на 7, 20, 40%. В то время как введение каменной и мраморной муки в количестве 20 и 30% увеличивало В/Ц менее, чем на 20%.

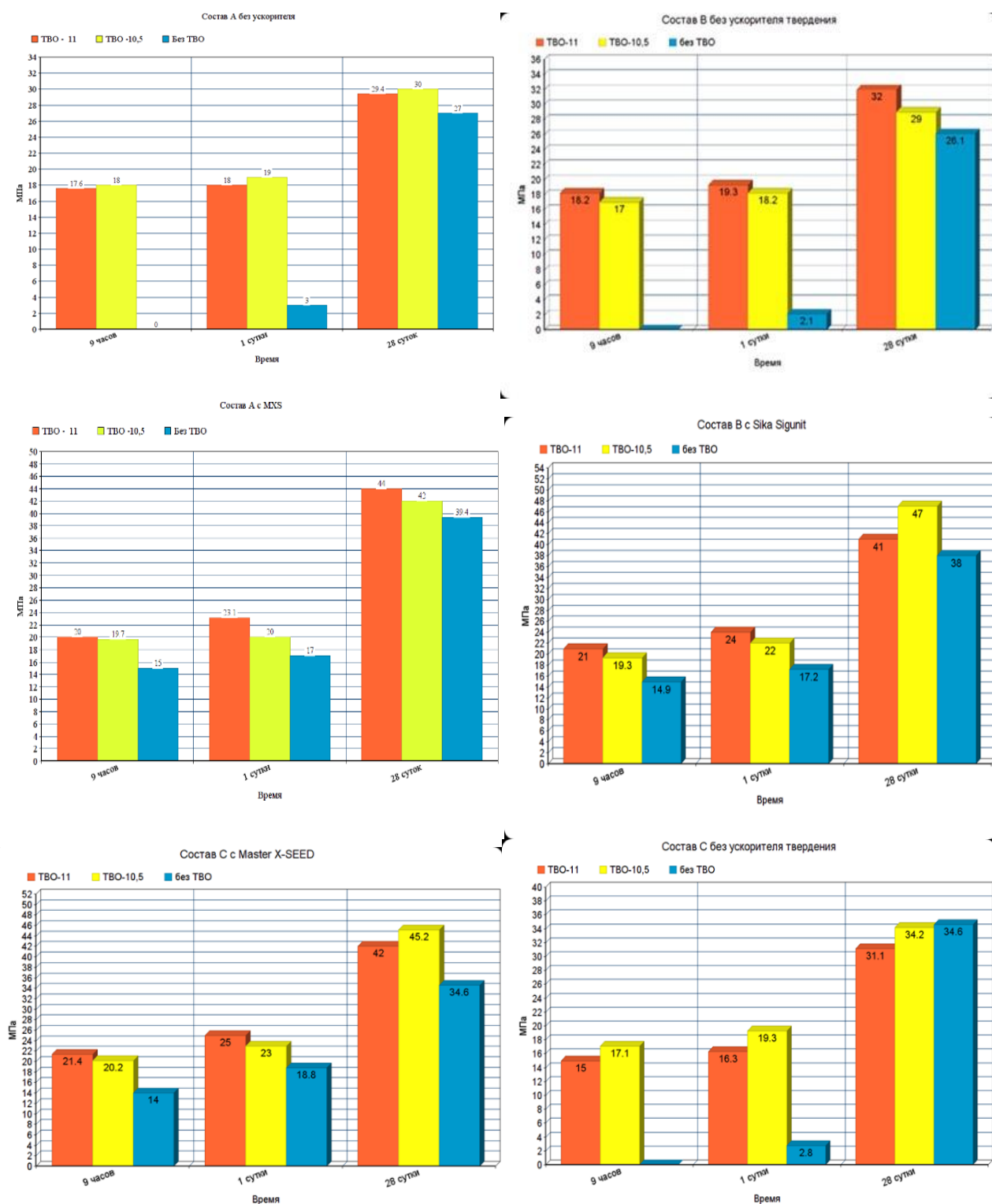


Рисунок 2 – Сравнение показателей прочности трех составов с применением TBO и без TBO, с ускорителем и без ускорителя

При введении КМ и ММ наполнителей наблюдается прирост прочности около 20-30% на ранних стадиях твердения. При уменьшении дисперсности активных наполнителей по мере увеличения дозировки происходит значительная потеря прочности около 30-50% (табл. 7, 8).

Таблица 7 – Показатели прочности цементно-песчаной смеси с введением минеральных наполнителей различной степени дисперсности

№	Цемент	МД (%)	Показатели прочности (МПа)				
			ММ-1	ММ-2	Мкр.-1	Мкр.-2	Без нап.
1	600	0	-	-	-	-	7/12/39
2	570	5	5/12/34	5/12/30	10/14/43	11/13,8/40	-
3	540	10	5/12/35	5/12/28	11/14/44	11/14/42	-
4	480	20	8/14/36	7/13.6/29	11/15/44	12/15,1/41	-
5	420	30	8/14/36	7/13/23	12/15/45	12/15/44	-

Таблица 8 – Показатели прочности на сжатие образцов с каменной мукой и цеолитом разной дисперсности 9 час/1сут/28сут

№	Цемент	Кол-во, %	Показатели прочности (МПа)						
			КМ-1	КМ-2	КМ-3	Цео-1	Цео-2	Цео-3	Без нап.
1	600	0	-	-	-	-	-	-	7/12/39
2	570	5	7/11/39	7/13/40	7,2/12/39	7/12/35	7,4/12/39	7/12/40	-
3	540	10	7/12/39	7/13/40	7,1/12/38	7/12/36	7,4/11/30	5/10/31	-
4	480	20	8,4/12/42	7/13/42	7/13/37	7/12/39	6/10/27	3/10/29	-
5	420	30	10/14/45	9/13/46	9/13/37	7/12/40	6/8/20,4	3,1/9/27	-

Гранулометрический состав минеральных порошков, вводимых в композиции, были исследованы на анализаторе частиц Frithish Nanotec ANALYSETTE (рис.3,4).

Согласно рисунку 3: а – 78.9% пробы находятся в диапазоне от 1.449 мкм до 0.052 мкм(52нм). Максимальный размер частицы 1,646 мкм, б – 89,7% пробы находится в диапазоне 1,367 мкм до 0,049 мкм. Максимальный размер частиц 1,504 мкм. Согласно рисунку 4: а – 83% пробы находится в диапазоне от 151,886 мкм до 102 мкм. Средний диаметр 83,209 мкм; б – средний диаметр частиц 13,74 мкм. 74% пробы находится в диапазоне от 25,3 мкм до 3 мкм (рис. 3,4).

Были определены оптимальные области дисперсность-содержание минерального порошка-предел прочности на сжатие песчаного раствора (рис.5,6). Максимальные показатели прочности на сжатие характерны для введения 20% и менее каменной муки с размерами частиц в диапазоне 50-100 мкм; 15% мраморной муки при максимальном размере частиц 100 мкм. В случае введения цеолита наиболее высокие показатели прочности достигаются при введении порошка с размерами частиц от 70 до 100мкм, при этом повышение дозировки



до 30% значительного влияния не оказывает, при повышении дисперсности происходит снижение прочности.

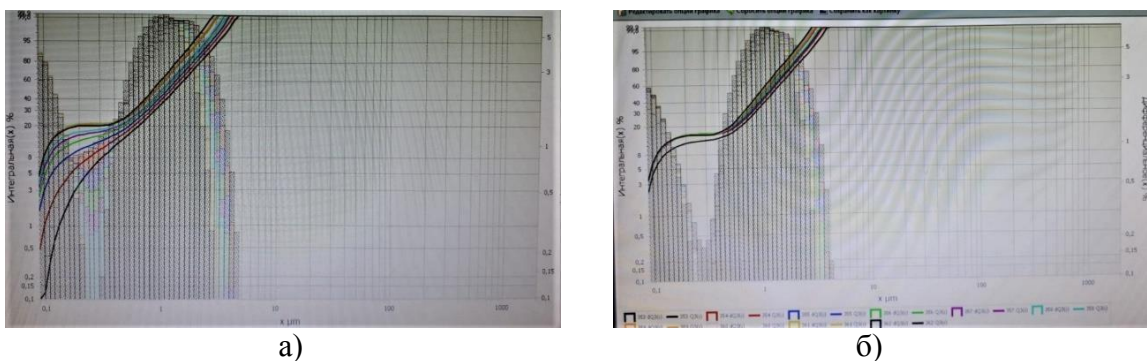


Рисунок 3 – Гранулометрический состав: а – цеолита; б – микрокремнезема

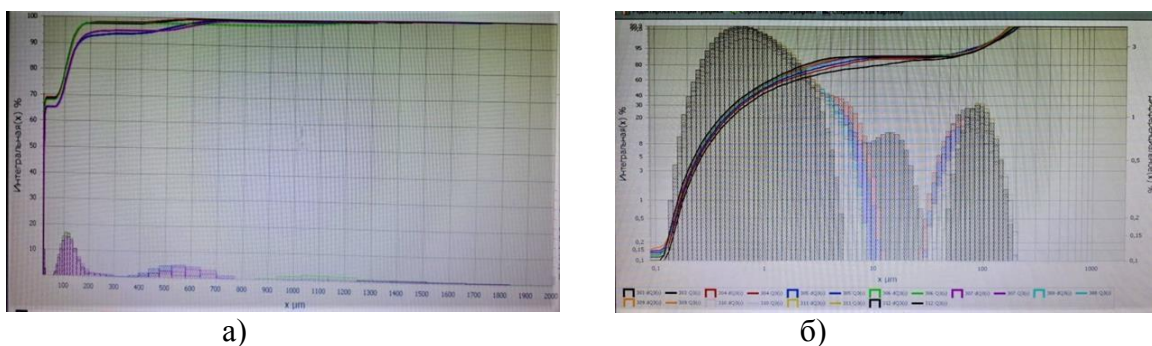


Рисунок 4 – Гранулометрический состав: а – карбонатной муки; б – мраморной муки

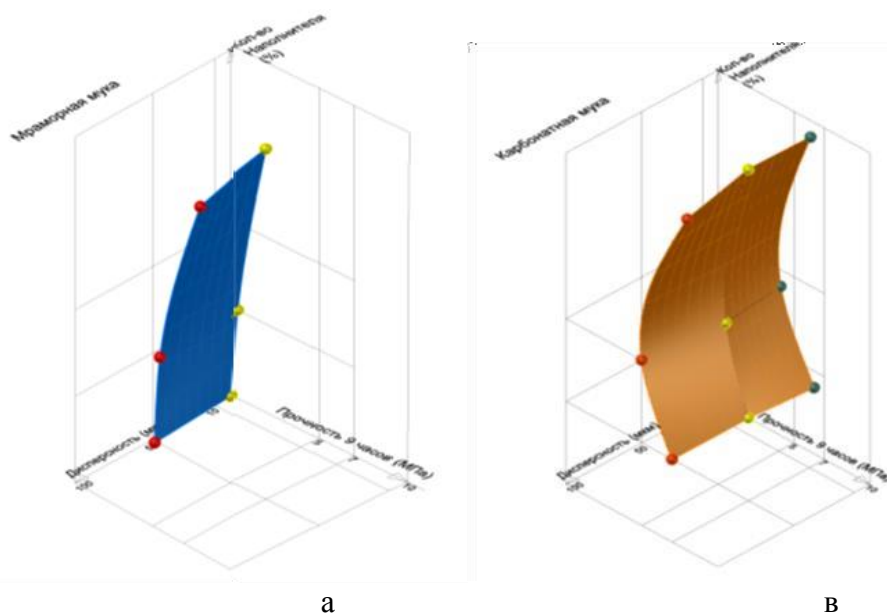


Рисунок 5 – Оптимальные области дисперсность-дозировка-прочность при введении: а – мраморной муки; б – каменной муки

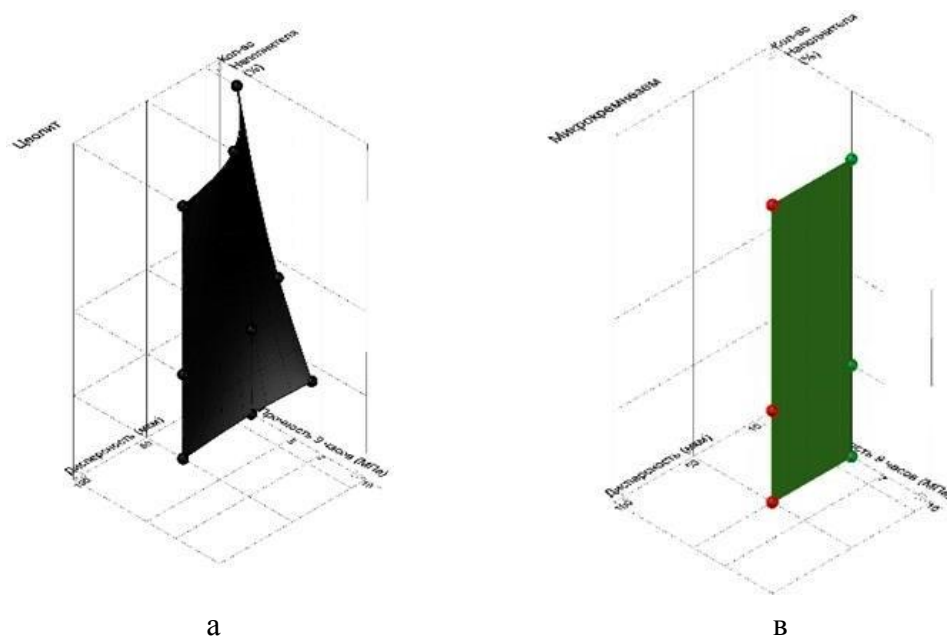


Рисунок 6 – Оптимальные области дисперсность-дозировка-прочность при введении:  
а – цеолита, б – микрокремнезема

Состав и свойства разработанных составов приведены в табл. 9, 10.

Таблица 9 – Показатели прочности составов

№	Состав	Прочность, МПа				
		7 часов	9 часов	12 часов	1 сутки	28 суток
1	Состав А	8,3	15	17	20	44,8
2	Состав В	8	14,9	17,2	18,8	40,3
3	Состав С	10,1	14	18	20,2	50

Таблица 10 – Составы СУБ ускоренного твердения

№	Компонент	Количество (кг/м <sup>3</sup> )		
		Состав А	Состав В	Состав С
1	Цемент	360-380	420-460	480-520
2	Песок	740-800	820-850	890-900
3	Щебень	960	880	910
4	В/Ц	0,5	0,53	0,51
Наполнители				
5	Каменная мука	110	-	70
6	Мраморная мука	-	110	
7	Микрокремнезем	-	70	50
8	Цеолит	70	-	-
Ускорители твердения				
9	Sika Sigunit	-	7%	-
10	Master X-SEED	2,2%	-	1,5%
СП				
11	Sika EWR 300	2,3%	-	2%
12	Master Glenium	-	2%	-

**Заклучение.** В результате исследований установлена возможность использования местных сырьевых материалов для получения составов СУБ общестроительного назначения с расходом цемента, сопоставимым с применяемыми в традиционных технологиях составах. Изучено влияние отдельных модификаторов на цементные системы и эффекты от введения их комплекса в наполненные цементные системы. Полученные составы обеспечивают сокращение сроков естественного твердения, что повысит оборачиваемость форм и производительность технологических линий.

Применение безпрогревных СУБ для бетонов общестроительного назначения для сборных ЖБИ, как показали расчеты, позволит снизить расход электроэнергии в среднем от 146 кВт/ч до 125/48 кВт/ч [5,6].

#### **Литература:**

1. Zhiwei Qian, Guang Ye, Erik Schlangen and Klaas van Breugel Microla., *Influences of mineral composition of cement on the mechanical properties of cement paste // Delft University of Technology, the Netherlands. 2017 ORCID: 0000-0002-8474-639X, 0000-0001-8128-7258, 0000-0001-5671-8888, 0000-0002-3968-277X*
2. Kubens S, Peng H, Oesterheid S, Wallevik OH. *Some effects of silica fume on variations in rheology of mortar due to production date of cement. // Annual Transactions of the Nordic Rheology Society. 2018; P.16. ORCID: 0000-0002-0885-9050, 0000-0002-0800-7106, 0000-0002-0885-9050, 0000-0002-8416-7312*
3. Wallevik OH, Kubens S, Müller F. *Influence of cement-admixture interaction on the stability of production properties of SCC. In: De Schutter G, Boel V, eds. 5th International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete. Ghent, Belgium: RILEM Publications SARL 2017:211-6. ORCID: 0000-0002-8416-7312, 0000-0002-0885-9050, 0000-0001-9556-5386*
4. Nunes S., Oliveira P.M., Coutinho J.S, Figueiras J. *Rheological characterization of SCC mortars and pastes with changes induced by cement delivery. // Cement & Concrete Composites. 2011 ;33(1). ORCID: 0000-0001-8993-3162, 0000-0002-3009-6803.*
5. Дорогобид Д.Н., Букин И.В. *Применение комплексных модифицирующих добавок и их влияние на энергосбережение при производстве строительных материалов и изделий // Омский научный вестник. – 2010. – №3. – С. 304.*
6. Саркисов Ю.С., Асосков Ю.Ф. *О некоторых путях энерго- и ресурсосбережения в производстве бетонных изделий // Вестник ТГАСУ. – 2010. – № 3.*

#### **References:**

1. Zhiwei Qian, Guang Ye, Erik Schlangen and Klaas van Breugel Microla., *Influences of mineral composition of cement on the mechanical properties of cement paste // Delft University of Technology, the Netherlands. 2017 ORCID: 0000-0002-8474-639X, 0000-0001-8128-7258, 0000-0001-5671-8888, 0000-0002-3968-277X (in Russian)*
2. Kubens S, Peng H, Oesterheid S, Wallevik OH. *Some effects of silica fume on variations in rheology of mortar due to production date of cement. // Annual Transactions of the Nordic Rheology Society. 2018; P.16. ORCID: 0000-0002-0885-9050, 0000-0002-0800-7106, 0000-0002-0885-9050, 0000-0002-8416-7312 (in Russian).*
3. Wallevik OH, Kubens S, Müller F. *Influence of cement-admixture interaction on the stability of production properties of SCC. In: De Schutter G, Boel V, eds. 5th International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete. Ghent, Belgium: RILEM Publications SARL 2017:211-6. ORCID: 0000-0002-8416-7312, 0000-0002-0885-9050, 0000-0001-9556-5386 (in Russian).*
4. Nunes S, Oliveira PM, Coutinho J.S, Figueiras J. *Rheological characterization of SCC mortars and pastes with changes induced by cement delivery. // Cement & Concrete Composites. 2011 ;33(1). ORCID: 0000-0001-8993-3162, 0000-0002-3009-6803 (in Russian).*

5. *Dorogobid D.N., Bukin I.V. The use of complex modifying additives and their influence on energy saving in the production of building materials and products // Omksiy scientific bulletin. 2010. No. 3. p.304 (in Russian).*
6. *Sarkisov Yu.S., Asoskov Yu.F. On some ways of energy and resource conservation in the production of concrete products // Bulletin of TSUACE. 2010 No. 3. (in Russian).*

**И.В. Колесникова<sup>1\*</sup>, Д.Р. Алгужина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Халықаралық білім беру корпорациясы (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

\*Corresponding author: [kolesnikova\\_inna\\_00@mail.ru](mailto:kolesnikova_inna_00@mail.ru)

**Авторлар жайлы ақпарат:**

Колесникова Инна Владимировна – техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, ХБК (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-6004-7343>, email: [kolesnikova\\_inna\\_00@mail.ru](mailto:kolesnikova_inna_00@mail.ru)

Алгужина Д.Р. – магистрант, ХБК (ҚазБСҚА кампусы), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-7448-8027>

## **ЗАУЫТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ҮШІН ЖЫЛЫТЫЛМАЙТЫН ӨЗДІГІНЕН ТЫҒЫЗДАЛАТЫН ТЕЗДЕТІЛГЕН БЕРІКТЕНДІРУ БЕТОНДАРЫН ӘЗІРЛЕУ**

**Аңдатпа.** Мақалада Алматы қаласының жергілікті шикізат базасы негізінде өздігінен тығыздалатын жедел қатаю бетондарының көпкомпоненттік құрамын әзірлеу нәтижелері қарастырылады. Қажетті көрсеткіштерге қол жеткізу бетон қоспаларына минералды толтырғыштар мен минералды және органикалық модификаторлар кешенін енгізу арқылы қамтамасыз етіледі.

**Түйін сөздер:** жоғары функционалды бетон, толтырғыштар, минералды қоспалар, қатайтуды жеделдету, модификаторлар, өздігінен тығыздалған бетон.

**I.V.Kolesnikova<sup>1\*</sup>, D.R.Alguzhina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>International Educational Corporation (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

\*Corresponding author: [kolesnikova\\_inna\\_00@mail.ru](mailto:kolesnikova_inna_00@mail.ru)

**Information about authors:**

Колесникова Инна Владимировна – Doctor of technical Science, associate prof., IEC (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-6004-7343>, email: [kolesnikova\\_inna\\_00@mail.ru](mailto:kolesnikova_inna_00@mail.ru)

Алгужина Д.Р. – Master degree student, IEC (KazGASA campus), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-7448-8027>

## **DEVELOPMENT OF HEAT-FREE SELF-COMPACTING CONCRETES OF ACCELERATED HARDENING FOR FACTORY TECHNOLOGIES**

**Abstract.** The article discusses the results of the development of multicomponent compositions of self-compacting concrete of accelerated hardening on the basis of the local raw material base of the city of Almaty. The achievement of the required indicators is ensured by the introduction of mineral fillers and a complex of mineral and organic modifiers into the concrete mixtures.

**Keywords:** high-functional concrete, fillers, mineral additives, hardening acceleration, modifiers, self-compacting concrete