

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Панасюк М.В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Характеристики и технологии монтажа новейших гидроизоляционных, теплоизоляционных, пароизоляционных материалов / М.В.Панасюк- Ростов на Дону: «Феникс». – 2005. – 448 с.
2. Першина Л.О., Макаренко О.В. Аналіз сучасних рулонних покрівельних матеріалів // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Научний пошук в сучасному світі». – г. Махачкала, 31 травня 2015. – С.39-41.
3. Савельев А.А. Современные кровли. Устройство и монтаж. / А.А.Савельев - М.: «Аделант». – 2010. – 160 с.
4. Татьянченко А.А. Крыша и кровля / А.А.Татьянченко // Приватный дом – К.: «Эдипресс Украина» - 2012. – Спецвыпуск №2 – С.75.
5. Мельников И.В. Кровельные и гидроизоляционные материалы. / И.В.Мельников. – ЛитРес. – 2011. – 41 с.
6. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: Учебное пособие для строительных специальностей ВУЗов. / И.А.Рыбьев – М.: Высшая школа. - 2004. – 701 с.
7. Крыша и кровли. Черепица // Строительный портал «АссБуд». Режим доступа: [www.acsbud.ua](http://www.acsbud.ua) > Дом > Крыша и кровля.
8. Сравнение кровельных материалов // Сайт компании «Современная кровля». Режим доступа: [megakrovlya.com.ua/все-о-кровле/сравнение-кровельных-материалов/](http://megakrovlya.com.ua/все-о-кровле/сравнение-кровельных-материалов/).
9. Всеукраинский торговый центр в интернете [prom.ua](http://prom.ua) > Строительство > Строительные материалы > Кровельные материалы > Черепица. Режим доступа: [prom.ua](http://prom.ua).
10. Кровля и кровельные материалы // Сайт кровельной компании «RoofMagazine». Режим доступа: [www.roofmagazine.net](http://www.roofmagazine.net).
11. Сравнительный анализ кровельных материалов // Сайт МПП «Руслана». Режим доступа: [ruslana.vin.ua/index.php/cherepitsa/sravnenie-krovelnykh-materialov](http://ruslana.vin.ua/index.php/cherepitsa/sravnenie-krovelnykh-materialov).

УДК 693.5

**Бугаевский С.А.**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

**МИНИМИЗАЦИЯ ОТСКОКА ПРИ ТОРКРЕТИРОВАНИИ МОКРЫМ СПОСОБОМ**

**Введение.** Для возведения монолитных железобетонных конструкций находят широкое применение технология торкретирования, заключающаяся в нанесении бетона на поверхность под давлением. При этом образуется уплотненный слой торкрет-бетона, свойства которого в ряде случаев выше, чем у вибрируемого бетона. Торкрет-бетон обладает повышенной механической прочностью при сжатии и растяжении, водонепроницаемостью, лучшим сцеплением с поверхностью обрабатываемой конструкции, быстрее набирает прочность при равных условиях ухода за бетоном.

**Анализ публикаций.**Для улучшения свойств торкрет-бетона применяются различные добавки (суперпластификаторы, ускорители схватывания, минеральные добавки). Они влияют на быстрое схватывание

(начало и конец схватывания происходят соответственно в течение 3 и 12 мин); увеличение толщины наносимого слоя торкрет-бетона; уменьшение отскока торкрет-бетона при нанесении на вертикальные и потолочные поверхности; быстрый набор прочности торкрет-бетоном до 3,5-7,0 МПа; достижение проектной прочности на 3-7 суток. Применение фибры в качестве армирующих компонентов торкрет-бетона повышает его способность к пластической деформации, трещиностойкость, прочность при растяжении и изгибе, сопротивление к динамическим и огневым воздействиям [1-3].

Различают два способа нанесения торкрет-бетона – мокрый и сухой. Технология мокрого торкретирования, обладает рядом преимуществ, по сравнению с сухим торкретированием: пониженное пылеобразо-

вание; однородный состав уложенного бетона; возможность работы в стесненных условиях; минимальный отскок бетонной смеси при укладке; минимальные затраты на защиту рабочей площадки.

Недостатком существующих способов торкретирования является отскок, во многом определяющий требования к материалам для торкрет-бетона, его составу, правилам производства работ и непосредственно влияющий на прочностные свойства бетона возводимых конструкций. Отскок представляет собой материал, отраженный от торкретируемой поверхности за счет упругой энергии удара в нее струи наносимого материала. Величина отскока и его состав определяются упругостью торкретируемой поверхности и наносимого материала. В начале торкретирования, при ударе факела торкретируемого материала в достаточно жесткую поверхность, количество отраженного материала больше, чем в последующей фазе работ при ударе струи в значительно менее упругий слой свеженанесенного торкрет-бетона [4].

Отскок увеличивается при повышении крупности заполнителя, а также при торкретировании по арматурной сетке из-за ее вибрации [4].

При торкретировании бетонной смеси по мере наслоения зерен цемента и заполнителя на поверхности образуется сплошная пленка торкрет-бетона. С ростом толщины этой пленки начинает изменяться характер столкновений, переходя из упругих в неупругие. Энергия полета крупных частиц начинает гаситься податливостью пленки, и многие из них остаются на поверхности. При достижении толщины слоя торкрет-бетона в 1,0-1,5 мм процесс торкретирования достигает установившегося режима, и дальнейшее наращивание торкретного слоя идет примерно при постоянной величине отскока. Однако отмечается, что в момент дальнейшего торкретирования бетонными смесями на поверхности свежего торкрет-бетона имеется масса заполнителя, еще не покрытого цементной пленкой. Следовательно, между ними и вновь подлетающими заполнителями бетонной смеси возможны упругие столкновения. Отскок части смеси неизбежен,

причем с частицами песка удаляется также и цемент, снижая эксплуатационные характеристики торкретного слоя [5].

Факторы, влияющие на снижение отскока торкрет-бетона, наносимого мокрым способом [2, 4, 6]:

- уровень квалификации сопловщика (оператора торкрет-машины);
- выбор оптимального расстояния от насадки до торкретируемой поверхности (0,8-1,2 м);
- снижение скорости выхода струи торкретируемого материала, однако это приводит к ухудшению степени уплотнения торкрет-бетона (диапазон 130-170 м/с);
- применение легких заполнителей, имеющих низкий модуль упругости;
- увеличение расхода цемента в составе бетонной смеси;
- введение в воду затворения химических добавок (ускорителей твердения);
- введение в состав бетонной смеси фибры (торкрет-фибробетон);
- нанесение торкрет-бетона в два слоя (первый слой характеризуется более высоким содержанием цемента, наличием минеральных добавок и уменьшенным количеством заполнителя с зернами крупного размера).

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы является исследование факторов, влияющих на уменьшение отскока при торкретировании бетонной смеси мокрым способом.

В основу исследования поставлена задача систематизации факторов, влияющих на уменьшение отскока при торкретировании, и выработка практических рекомендаций по применению торкрет-бетона.

**Исследование факторов, влияющих на уменьшение отскока при торкретировании.** В Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры предложен способ торкретирования бетонными смесями на активированном вяжущем [5], при котором возможно снижение количества отскока на вертикальные поверхности до 6-7 % и на потолочные поверхности – до 8-9 %. В ходе исследования определялась зависимость величины отскока от числа фракций песка в составе торкрет-бетона (табл. 1).

Таблица 1 – Определение отскока при торкретировании вертикальных поверхностей [5]

Ц/П по массе	Вид торкрет-бетона	Величина отскока, %, при числе фракций песка в смеси		
		1(средняя)	2 (мелкая + крупная)	3 (мелкая + средняя+ крупная)
1:1,7	обычный	24,8	21,2	15,1
	на активированном вяжущем	9,9	8,7	7,3
1:2,5	обычный	29,2	23,7	18,4
	на активированном вяжущем	10,1	8,9	7,4
1:3	обычный	31,3	21,2	17,4
	на активированном вяжущем	8,7	7,9	7,8
1:3,5	обычный	30,2	22,1	18,2
	на активированном вяжущем	9,4	8,7	8,2

Основной принцип разработанной технологии состоит в приложении комплекса активационных воздействий на цементную систему и сочении высокоактивного вяжущего с активным микронаполнителем. Оптимизация свойств бетона возможна при повышении вяжущего потенциала цемента и химической активности микронаполнителя совместно с развитием высокого пластифицирующего эффекта в активированном цементном тесте. Использование комплекса активационных воздействий приводит к получению материала с заданными свойствами.

При торкретировании бетонной смесью на активированном вяжущем, цементная система обладает значительным запасом кинетической энергии, поэтому удерживающая сила превосходит силу отдачи. Это положение подтверждается существенным снижением отскока при торкретировании смеси на активированном вяжущем, в сравнении с обычным торкретом (табл. 1). опыты проведены с использованием портландцемента ПЦІ-500, и получена прочность торкрет-бетона 71-73 МПа [5].

Следует отметить, что начало схватывания активированной смеси происходит

намного раньше, по сравнению с обычным торкретом, что также способствует повышенной адгезии к торкретируемой поверхности и по своему эффекту подобно введению в состав бетонной смеси для торкретирования добавки ускорителя твердения.

Во Львовском региональном научно-техническом центре ГосдорНИИ проводились исследования по оценке влияния водоцементного отношения, расстояния от торкерт-сопла до рабочей поверхности и скорости выхода торкерт-смеси на прочность торкерт-бетона и потерю материала во время отскока [7]. Оптимальное расстояние от сопла до рабочей поверхности по соотношению показателей прочность и минимальный отскок получено 1,2 м (табл. 2). Этот показатель существенно зависит от состава бетонной смеси и не может быть фиксированным. Рекомендуется при нанесении первого слоя бетонной смеси сопло держать на расстоянии 0,8-1,0 м от торкретируемой поверхности, а последующие слои наносить при меньшем расстоянии между соплом и поверхностью, но не менее 50 см [2].

Таблица 2 – Зависимость прочности торкрет-бетона и количества отскока от расстояния от сопла до рабочей поверхности [7]

Расстояние до рабочей поверхности, м	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
R <sub>сж</sub> , МПа	21,7	24,3	24,9	25,9	27,8	26,4	23,0	19,4
Величина отскока, %	26,5	21,0	17,3	14,1	12,0	13,9	16,9	12,1

Оценка влияния В/Ц отношения на прочность и потери через отскок проводилась с расстояния 1,2 м и скорости выхода смеси из сопла 130 м/с (табл. 3). Полученные результаты соответствуют рекомендациям по В/Ц отношению бетонной смеси при мокром способе торкретирования выше 0,55 [3].

Таблица 3 – Зависимость прочности торкрет-бетона и количества отскока от В/Ц [7]

Водоцементное отношение (В/Ц)	0,35	0,4	0,45	0,5
R <sub>сж</sub> , МПа	26,4	28,5	25,4	2,1
Величина отскока, %	19,1	13,1	12,0	11,2

В апреле 1999 г. в условиях организации «Строительный Торговый Дом» нами были проведены лабораторные и опытно-промышленные испытания бетонной смеси, содержащей модифицированную полимерную добавку, путем нанесения ее на несущие балки и перекрытия способом мокрого торкретирования. Внедрение проходило в г. Харькове при реконструкции здания Украинской фармацевтической академии по ул. Пушкинской, 27 с использованием бетонной смеси со следующими компонентами: портландцемент ПЦ I-500 (Балаклейский цементно-шиферный комбинат), песок Безлюдовского карьера (модуль крупности 1,01, содержание пылевато-глинистых частиц 3,2 %), добавка модифицированный пентафталевый полимер (МПП), добавка ХАК (водный раствор хлорида кальция и хлорида алюминия) [8].

Для послойного нанесения бетонной смеси использовали способ мокрого торкретирования с помощью усовершенствованного двухпоршневого дифференциального растворонасоса РД-2 конструкции А.Ф. Демьяненко, разработанного кафедрой механизации строительных процессов Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Разработанная машина является модернизированным растворонасосом, предназначенным для нанесения как строительных

растворов, так и бетонных смесей с максимальной крупностью заполнителя 10 мм и осадкой стандартного конуса 4-7 см [9].

Перемешивание материалов производилось в мешалке принудительного действия емкостью 250 л. Материалы и вода взвешивались с точностью  $\pm 5\%$ . Приготовление добавки ХАК осуществлялось в отдельной емкости в пропорции 3 части хлорида кальция, 1 часть хлорида алюминия и 16 частей воды. После получения однородной бетонной смеси в ее состав вводили полимерную добавку МПП и осуществляли дополнительное перемешивание в течение 3-5 мин. Приготовленная таким образом бетонная смесь подавалась в загрузочную воронку растворонасоса. От растворонасоса по трубопроводу смесь поступала к торкрет-соплу с кольцевым насадком [10] и набрызгивалась на обрабатываемую поверхность кольцевыми движениями торкрет-сопла, расположенного перпендикулярно к торкретируемой поверхности на расстоянии 0,8-1,0 м.

При В/Ц = 0,66 бетонной смеси (влажность песка составляла около 4,3 %) осадка конуса составляла в пределах 7-8 см. Введение полимерной добавки МПП позволило снизить В/Ц бетонной смеси до 0,55 и сохранить осадку конуса в пределах 8-9 см.

Нами проверялась максимальная толщина наносимого слоя бетонной смеси, не отпадающего от потолочной поверхности. Она составила для бетонной смеси без добавки – 3,5-4,0 см, а для бетонной смеси с добавкой МПП – 6,0-6,5 см. Таким образом, при использовании в составе бетонной смеси полимерной добавки МПП было достигнуто увеличение слоя наносимой бетонной смеси с 2,0-2,5 см до 3,5-4,0 см.

Была также произведена проверка прочности на сжатие торкрет-бетона путем набрызгаемого в формы-кубы размером ребра 10 см и последующим испытанием на прессе в лаборатории Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. При этом составы с полимерной добавкой МПП и без нее были приготовлены при В/Ц = 0,66. Полученная прочность на сжатие на 28 сут твердения составила порядка 25 МПа для обоих составов.

Определение отскока от потолочной поверхности показало уменьшение на 40-50 % его величины для бетонной смеси с полимерной добавкой МПП, по сравнению с бетоном без добавки. При этом общий отскок составил около 10-15 % от торкретируемой смеси. Объем нанесенного торкрет-бетона с предлагаемой добавкой составил 3 м<sup>3</sup>.

Проведенные испытания показали целесообразность применения в составе торкрет-бетона полимерных добавок, что позволило увеличить толщину наносимого слоя в 1,5-2,0 раза и уменьшить количество отскока бетона до 50 %, что, в свою очередь, привело к экономии времени, затрат труда, электроэнергии и количества материалов для выполнения работ по торкретированию железобетонных конструкций.

Для усовершенствования технологии возведения монолитных железобетонных конструкций способом мокрого торкретирования на полигоне ООО «Стальконструкция» (г. Харьков) в 2013 г. нами было проведено опытно-промышленное бетонирование из торкрет-фибробетоной смеси пятипространственных конструкций: гипар, нодоид, плита, сфера и цилиндр [11].

Характеристики и состав исходных материалов для получения торкрет-фибробетона следующие:

а) портландцемент ПЦ I-500-Н, в соответствии с ДСТУ Б В.2.7-46:2010 производства ПАО «Евроцемент-Украина» Харьковская обл., г. Балаклея.

б) мелкий заполнитель в виде намывного песка из Нагорьевского карьера ПАО «Харьковское карьероуправление» Харьковская обл., Харьковский район, пгт. Безлюдовка, а также отсева из плотных горных пород фр. 0-5 производства ОАО «Полтавский ГОК». Песок соответствовал требованиям ДСТУ Б В.2.7-32-95 и ДСТУ Б В.2.7-29-95. Основные свойства песка приведены в табл. 4 и 5. Отсев соответствовал требованиям ДСТУ Б В.2.7-34-2001, ДСТУ Б В.2.7-75-98 и ГОСТ 8267. Основные свойства отсева приведены в табл. 6 и 7.

в) крупный заполнитель в виде щебня фр. 5-10 мм из карьера ЗАО «Кременчугское карьероуправление КВАРЦ» Полтавская обл., г. Кременчуг. Щебень соответствовал требованиям ДСТУ Б В.2.7-75-98. Основные свойства его приведены в табл. 8 и 9.

г) многофункциональная добавка – противоморозная добавка Адинол-Рapid фирмы Isomat. Она позволяет укладывать бетон при низких температурах (до -15°C). Не содержит хлоридов и других коррозионных веществ. Является ингибитором коррозии (при концентрации 2 кг на 100 кг цемента). Уплотняет бетон, повышает его морозостойкость и водонепроницаемость. Применение добавки Адинол-Рapid ограничивает усадку свежего бетона, благодаря чему уменьшается трещинообразование. Практически полностью вступает в химические реакции с цементом и не вызывает последующего высолообразования. Представляет собой жидкость темно-желтого цвета с рН=5-7 плотностью 1,47-1,52 кг/л. Вводится в состав бетонной смеси либо с водой затворения, либо в готовую смесь перед использованием.

д) дисперсная арматуры – базальтовый, рубленый ровинг (фибра), в соответствии с ТУ У В.2.7-26.8-34323267-002:2009 производства ООО «Технобазальт-Инвест» Хмельницкая обл., г. Славута. Основные технические характеристики базальтовой фибры приведены в табл. 10.

Таблица 4 – Физико-механические свойства песка

№	Наименование характеристики	Един. изм.	Значение характеристики
1	Модуль крупности песка	%	1,45
2	Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1430
3	Содержание глины в комках	%	-
4	Содержание пылеватых и глинистых частиц	%	2,5
5	Средняя плотность зерен	г/см <sup>3</sup>	2,6
6	Влажность	%	6,0

## БУДІВНИЦТВО

Для получения торкрет-фибробетона был подобран следующий состав (на 1 м<sup>3</sup> бетона): цемент – 300 кг; щебень фр. 5-10 мм – 250 кг; гранотсев – 875 кг; песок – 875

кг; вода – 180 л (В/Ц=0,6); добавка Ади-нол-Рапид – 3 кг (1 %); фибра базальтовая – 1 кг. Осадка конуса составляла в пределах 7-9 см.

Таблица 5 – Зерновой состав песка

Диаметр сит:	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16
Ч.о., %	-	1,7	2,1	8,4	32,1	38,2	17,5
П.о., %	-	1,7	3,8	12,2	44,3	82,5	100

Таблица 6 – Физико-механические свойства отсева

№	Наименование характеристики	Един.изм.	Значение харак-теристики	Требования нор-мативов
1	Средняя плотность	кг/м <sup>3</sup>	3160	2800-3200
2	Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1500	1400-1750
3	Содержание глины в комках	%	-	не более 0,25
4	Содержание дробленных зерен	%	100	не менее 80
	Содержание зерен слабых пород	%	-	до 5
5	Содержание пыли	%	0,75	до 2

Таблица 7 – Зерновой состав отсева

Диаметр сит:	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Ч.о., %	-	26,55	35,4	15,9	7,6	4,1	9,8	0,65
П.о., %	-	26,55	61,95	77,85	85,45	89,55	99,35	100

Таблица 8 – Химический состав щебня

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
64,87-75,33	17,24-13,15	3,76-0,79	2,27-1,45	1,9-3,73	4,41-3,72

Таблица 9 – Физико-механические свойства щебня

№	Наименование характеристики	Един.изм.	Значение харак-теристики	Требования нормативов
1	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игольчатой формы	%	26,2	до 35
2	Содержание пылеватых и глинистых частиц	%	0,97	не больше 1
3	Содержание глины в комках	%	-	не больше 0,25
4	Содержание зерен слабых пород	%	1,2	до 5
5	Марка по дробимости – 1200	-	13,6	12-16
6	Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1310	не нормируется
7	Марка по морозостойкости – F300	%	1,95	не больше 2

Таблица 10 – Технические характеристики базальтовой фибры

№	Технический показатель	Един.изм.	Значение показателя	Требования норма-тива
1	Диаметр элементарных ниток	мкм	18,37	16-20
2	Длина рубленого волокна	мм	12	12
3	Доля веществ, удаляющихся при прокаливании	%	0,003	0,02-1,5
4	Массовая часть влаги	%	0,26	не более 1
5	Смазка	-	T10	T10

Для проведения экспериментов мы использовали прямоточный растворобетононасос с тарельчатыми клапанами и горизонтальным расположением цилиндров, разработанный в Харьковском национальном университете строительства и архитектуры (рис. 1). Основные технические характеристики приведены в табл.11.

Характерной особенностью примененного малогабаритного прямоточного двухпоршневого растворобетононасоса является возможность эффективно работать, прежде всего, на малоподвижных бетонных смесях и широком диапазоне строительных смесей [12].



Рис. 1. Растворобетононасос на строительной площадке и процесс торкретирования

Процесс мокрого торкретирования осуществлялся при следующих параметрах технологического процесса [13]: рабочее давление – 0,6 МПа; расстояние до торкретируемой поверхности – 0,8-1,0 м; расход воздуха на подачу бетонной смеси через сопло – 7 м<sup>3</sup>/мин; дополнительный расход воздуха через кольцевую щель сопла – 2 м<sup>3</sup>/мин; скорость набрызга на торкретируемую поверхность – 55-60 м/с.

Таблица 11 – Техническая характеристика растворобетононасоса

Технические характеристики	Един. изм.	Характеристика
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	4,0-4,5
Предельное рабочее давление	МПа	3,8-4,0
Частота движения поршней	мин <sup>-1</sup>	58
Дальность подачи по горизонтали	м	200
Дальность подачи по вертикали	м	70
Мощность эл. двигателя	кВт	7,5
Длина (габаритный размер)	м	1480
Ширина (габаритный размер)	м	810
Высота (габаритный размер)	м	930
Масса (без шлангов)	кг	500

При проведении экспериментов с торкрет-оборудованием использовано сопло с кольцевым насадком, которое обеспечило выравнивание скоростей воздушного потока по всему сечению и позволяло получить факельную, концентрированную подачу строительной смеси сжатым воздухом. Как видно из рис. 1 использование торкрет-сопла с кольцевым насадком обеспечивает процесс набрызга практически без отскока на торкретируемую поверхность. При бетонировании оболочек были заторкретированы балки размером 15×15×60 см и кубы 15×15×15 см. Прочность бетона определялась склерометром Шмидта, испытанием кубов в лаборатории на прессе, а также прибором «BetonEasyControl» (рис.2).



Рис. 2. Определение прочности торкрет-фибробетона монолитной железобетонной оболочки

Результаты измерений прочности на сжатие торкрет-фибробетона в возрасте 28 суток приведены в табл.12.

Таблица 12 - Прочность на сжатие торкрет-фибробетона

Метод измерения прочности	Склерометр Шмидта (образцы кубы и балки)	BetonEasyControl (образцы кубы и балки)	Сжатие кубов и половинок балок в лаборатории	Склерометр Шмидта (оболочки на полигоне)	BetonEasyControl (оболочки на полигоне)
прочность на сжатие, МПа	23,7	19,1	20,2	22,0	20,9

**Выводы.** Комплексный подход к снижению потерь материала при отскоке в момент бетонирования способом мокрого торкретирования железобетонных конструкций, заключается в следующем:

- используется растворобетонасос и сопло с кольцевым насадком в месте с подбором параметров технологического процесса (рабочее давление – 0,6 МПа, расстояние до торкретируемой поверхности – 0,8-1,0 м, расход воздуха на подачу бетонной смеси через сопло – 7 м<sup>3</sup>/мин, дополнительный расход воздуха через кольцевую щель сопла – 2 м<sup>3</sup>/мин и скорость набрызга наторкретируемую поверхность – 55-60 м/с);

- реализуется рациональный подбор фибробетонной смеси (соотношение компонентов цемент/щебень/гранотсев/песок, химических добавок и неметаллической фибры) и ее параметров (В/Ц).

Применение способа мокрого торкретирования для возведения фрагментов здания разной криволинейной формы обеспечило минимальный отскок бетонной смеси (<5 %), что позволяет повысить экономическую эффективность и производительность бетонирования железобетонных конструкций.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. European Specification for Sprayed Concrete. 1996. –35 p.
2. СТО 16216892-002-2010. Методические рекомендации по применению торкрет-бетона при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений. –М., 2010. – 44 с.
3. ТУ 5745-001-16216892-06. Технические условия. Торкрет-бетон. – М., 2006. – 10 с.
4. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон: Технология производства работ. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 576 с.
5. Павленко Т.М. Торкретирование гидротехнических сооружений смесями на активированном вяжущем // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний

збірник «Сучасні проблеми бетону та його технологій».– К.: НДІБК. – 2002, вип. 56. – С. 415-417.

6. Абдуллин К.Ф. Новые составы и технологическое оборудование для торкрет-бетона: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.05 / Абдуллин Камил Фергатович. – Казань, 2001. – 149 с.
7. Мазурак А.В., Балабух Я.А. Вплив технологічних чинників на міцність торкрет-бетону// Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – № 655: Теорія і практика будівництва. – С. 164–167.
8. Бугаевский С.А. Мелкозернистые цементные бетоны с добавкой полимера для ремонта мостовых железобетонных конструкций: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Бугаевский Сергей Александрович. – Харьков, 1999. – 165 с.
9. Емельянова И.А., Баранов А.Н., Задорожный А.А., Проценко А.Н., Регми У.К. Использование оборудования «мокрого» торкретирования в условиях реконструкции зданий и сооружений // Науковий вісник будівництва, вип. 2. – Харків: ХДТУБА. – 1998. – С. 26-30.
10. Патент України № 18160А, кл. E04B1/00, E04B1/01. Спосіб одержання торкрет-бетону / Емельянова И.А., Гончаренко Д.Ф., Баранов А.М., Иванов В.П., Задорожный А.О. – Публ. 31.10.1997, Бюл. №5.
11. Бугаевский С.А. Способ возведения элементов зданий криволинейной формы // Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва, вип. №2 (80). – Харків: ХНУБА ХОТВ АБУ. – 2015. – С. 116-126.
12. Емельянова И.А., Задорожный А.А., Гузенко С.А., Меленцов Н.А. Двухпоршневые растворобетонасосы для условий строительной площадки. – Харьков, 2011. – 196 с.
13. Меленцов Н.А. Создание растворобетонасоса с повышенной пропускной способностью клапанных узлов и стабильной подачей бетонных смесей: дис. ... кандидата техн. наук: 05.05.02 / Меленцов Николай Алексеевич. – Харьков, 2014. – 199 с.