Строительные материалы и изделия

DOI: https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-3-13
УДК 691.3

А.А. Леденев, Н.С. Перова, А.Н. Внуков, С.П. Козодаев, Е.В. Баранов, В.Т. Перцев

ЛЕДЕНЕВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – к.т.н., старший научный сотрудник (автор, ответственный за переписку), SPIN: 6903-9810, ORCID: 0000-0003-2493-8952, ledenoff@mail.ru
ПЕРОВА НАДЕЖДА СЕРГЕЕВНА – к.т.н., старший научный сотрудник, ktojbk@mail.ru
ВНУКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ – к.т.н., начальник отдела, vnukov.aleksei@mail.ru
КОЗОДАЕВ СЕРГЕЙ ПЕТРОВИЧ – к.т.н., доцент, SPIN: 8005-7525, ORCID: 0000-0001-5228-9545, kozodaev.s@mail.ru
БАРАНОВ ЕВГЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ – к.т.н., доцент, SPIN: 8769-7148, ORCID: 0000-0002-6431-0345, baranov.evg@mail.ru
Воронежский государственный технический университет (Военный учебно-научный центр «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»)
ПЕРЦЕВ ВИКТОР ТИХОНОВИЧ – д.т.н., профессор, SPIN: 6131-6819, ORCID: 0000-0002-8882-4930, perec v@mail.ru
Воронежский государственный технический университет
Воронеж, Россия

Оперативный ремонт и восстановление аэродромного покрытия и объектов аэродромной инфраструктуры

Аннотация: Для проведения оперативного ремонта и восстановления аэродромного покрытия и объектов аэродромной инфраструктуры необходимо применение материалов, которые обладают улучшенными физико-механическими свойствами и позволяют в максимально сжатые сроки решать задачи по подготовке летного поля к приему воздушных судов. В настоящей статье представлена разработка рационального состава и исследование свойств универсальной бетонной смеси для оперативного ремонта и восстановления аэродромного покрытия и объектов аэродромной инфраструктуры. Для обеспечения требуемых характеристик бетона предлагается специальный ремонтный состав универсальной бетонной смеси с применением новой комплексной органоминеральной модифицирующей добавки полифункционального действия. Методом планирования активного многофакторного эксперимента составы органоминеральных добавок оптимизированы в универсальную бетонную смесь. Экспериментально установлено, что применение универсальной бетонной смеси позволяет обеспечить улучшенные физико-механические свойства бетона и оперативно проводить ремонтно-восстановительные работы различных повреждений круглогодично. Приведены рекомендации по технологии применения универсальной бетонной смеси в реальных условиях при разрушении летного поля аэродрома.
Ключевые слова: объекты аэродромной инфраструктуры, восстановление аэродромных покрытий, универсальная бетонная смесь, комплексная органоминеральная добавка, прочность бетона

Введение

В настоящее время существует большая сеть ранее действующих, законсервированных, поврежденных и неподготовленных аэродромов, которые не эксплуатируются и требуют ремонта. Между тем их можно использовать для обеспечения перелета авиационных частей. На таких аэродромах могут оставаться запасы материально-технических средств, например щебня, песка и других материалов для ремонтно-восстановительных работ. Но зачастую таких

© Леденев А.А., Перова Н.С., Внуков А.Н., Козодаев С.П., Баранов Е.В., Перцев В.Т., 2021
Статья: поступила: 29.06.2021; рецензия: 06.07.2021; финансирование: Воронежский государственный технический университет.

запасов нет, однако для оперативного ремонта и восстановления аэродромного покрытия и объектов аэродромной инфраструктуры необходимы специальные строительные материалы.

К строительным материалам, в том числе бетону, применяемым при строительстве, ремонте и восстановлении военно-строительных комплексов, в частности аэродромов и объектов аэродромной инфраструктуры, предъявляются требования по специальным свойствам: скорость набора необходимой прочности, динамическая прочность, стойкость к удару, водо- и газонепроницаемость, коррозионная стойкость, жаростойкость и др.

Для проведения ремонта и восстановления аэродромной инфраструктуры, подготовки летного поля аэродромов, мест стоянок воздушных судов, соединительных и магистральных рулежных дорожек необходимо применение материалов, обладающих улучшенными физико-механическими свойствами и позволяющих выполнять оперативный ремонт и восстановление [7, 10].

При выборе материалов для ремонтно-восстановительных работ также следует учитывать следующие факторы [7, 10]:

- условия эксплуатации ремонтируемой конструкции;
- глубину разрушения;
- степень коррозии арматуры;
- расположение ремонтируемого участка конструкции (вертикальная или горизонтальная плоскости);
- время, необходимое для твердения смеси;
- условия ремонта (температура, влажность наружного воздуха и др.);
- совместимость с ремонтируемой поверхностью;
- отсутствие усадки смеси при твердении и наборе прочности;
- модуль упругости получаемого бетона – не менее, чем у ремонтируемого бетона;
- прочность сцепления (адгезия) с ремонтируемой поверхностью;
- долговечность и др.

В настоящее время для ремонта и восстановления часто применяют материалы на минеральной основе, рассчитанные под различные нагрузки. Основной недостаток таких материалов – низкая скорость набора требуемой прочности до начала нормальной эксплуатации аэродрома и объектов аэродромной инфраструктуры, низкий ресурс отремонтированных участков, отсутствие возможности корректировки состава в зависимости от поставленных задач и условий применения.

Цель данной статьи – разработка рационального состава, а также исследование свойств универсальной бетонной смеси для оперативного ремонта и восстановления аэродромного покрытия и объектов аэродромной инфраструктуры.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1) обосновать выбор компонентов специального ремонтного состава – универсальной бетонной смеси (УБС);

2) оптимизировать составы исследуемых органоминеральных модифицирующих добавок (ОМД) полифункционального действия в УБС;

3) экспериментально исследовать физико-механические свойства УБС;

4) разработать рекомендации по технологии применения УБС в реальных условиях при разрушении летного поля аэродрома.

Методология исследований и порядок экспериментов

Для разработки состава УБС рекомендуются следующие материалы:

- портландцемент (ЦЕМ I 42,5Н);
- фракционированный кварцевый песок;
- щебень гранитный фракции 5–10 мм (при глубине повреждений более 5 см);
- комплексная ОМД, состоящая из поверхностно-активного вещества (ПАВ) – суперпластификатора, ускорителя твердения (для летнего времени), противоморозной добавки (для зимнего времени), тонкомолотого минерального наполнителя (известняка).

Исследование и разработка новых составов и технологии ОМД для ремонтных смесей предусматривают применение комплекса модифицирующих добавок, позволяющих направленно регулировать структуру и получать бетоны на цементной основе с требуемыми свойствами [4–6, 11–14].

Технология получения ОМД предусматривала следующие операции:

- суперпластификатор (ПАВ) и известняк перемалывались вместе (сухой помол) в шаровой мельнице до требуемой дисперсности (удельной площади поверхности 700 м^2/кг);
- затем добавлялись ускоритель твердения или противоморозная добавка в сухом виде;
- все компоненты совместно перемешивались в смесителе принудительного действия в течение 15–30 мин [9].

В итоге получалась ОМД, соотношение компонентов в которой принималось таким образом, чтобы обеспечивались требуемые дозировки ПАВ и ускорителя твердения (или противоморозной добавки) для интенсификации гидратации и твердения цемента в зависимости от его расхода на 1 м^3 бетонной смеси.

На основании исследований [8] предложены следующие химические компоненты в составе ОМД: пластифицирующая добавка – суперпластификатор С-3, ускоритель твердения – сернокислый натрий Na_2SO_4, противоморозная добавка – формиат натрия HCO_2Na. Выбор данных компонентов обусловлен тем, что ранее при их использовании получены наилучшие результаты по физико-механическим свойствам цементного камня. Дозировки компонентов в ОМД для УБС в зависимости от условий применения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура ОМД для УБС в зависимости от условий применения

Компоненты ОМД	Климатические условия	
	лето	зима
Химический компонент ОМД	С-3 0,4–1,2%, Na_2SO_4 1–2%	С-3 0,4–1,2%, HCO_2Na 4–8%
Минеральный компонент ОМД	Тонкомолотый известняк 15%	

Первоначально проводились исследования на цементном тесте и камне. Определение рациональных дозировок суперпластификатора, ускорителя твердения и противоморозной добавки в составе ОМД для УБС выполнялось путем постановки и планирования активного многофакторного эксперимента. Основной уровень и интервалы варьирования изучаемых факторов ОМД с суперпластификатором, добавкой ускорителя твердения и с противоморозной добавкой в цементной системе представлены соответственно в табл. 2 и табл. 3.

Функцией отклика являлась соответственно прочность цементного камня в возрасте 1 сут нормального твердения и прочность цементного камня после твердения в течение 28 сут при отрицательной температуре (–16 °С).

Таблица 2

Основной уровень и интервал варьирования изучаемых факторов ОМД с суперпластификатором и добавкой ускорителя твердения

Наименование фактора	Уровни			Интервал варьирования
	нижний (-1)	средний (0)	верхний (+1)	
Дозировка С-3, % от массы цемента	0,4	0,8	1,2	0,4
Дозировка Na_2SO_4, % от массы цемента	1	1,5	2	0,5

Таблица 3

Основной уровень и интервал варьирования изучаемых факторов ОМД с суперпластификатором и противоморозной добавкой

Наименование фактора	Уровни			Интервал варьирования
	нижний (-1)	средний (0)	верхний (+1)	
Дозировка С-3, % от массы цемента	0,4	0,8	1,2	0,4
Дозировка HCO_2Na, % от массы цемента	4	6	8	2

При реализации плана эксперимента для каждого состава формовались образцы-кубы цементного камня 2×2×2 см и испытывались на прочность при сжатии. Исследования УБС проводили на смеси требуемой подвижности и из нее формовали образцы-кубы размером 10×10×10 см. Испытания на прочность при сжатии образцов-кубов проводили по стандартной методике [1], в том числе испытывались образцы бетона без ОМД.

Для определения эффективности действия ОМД в составе УБС проводили испытания по ГОСТ 24211-2008 и ГОСТ 30459-2008 [2, 3]. Исследования проводили по методике, предусматривающей определение критерия эффективности ускорения набора прочности бетона в возрасте 1 сут по формуле

$$\Delta R_y = \frac{R^{осн} - R^{контр}}{R^{осн}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $R^{осн}$ – прочность разработанного состава УБС через 1 сут, МПа; $R^{контр}$ – прочность бетона без добавок через 1 сут, МПа.

Также определяли критерий эффективности по величине набора прочности бетона при температуре –16 °С по отношению к прочности бетона при температуре +20 °С по формуле

$$\Delta R_n = \frac{R_{28}^{осн}}{R_{28}^{контр}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $R_{28}^{осн}$ – прочность бетона из УБС в возрасте 28 сут, твердевшего при отрицательной температуре (по условиям эксперимента температура составляла –16 °С), МПа; $R_{28}^{контр}$ – прочность бетона из УБС в возрасте 28 сут, твердевшего в нормальных условиях, МПа.

Результаты экспериментальных исследований на цементном камне и бетоне из УБС обрабатывались с учетом положений математической статистики.

Результаты исследований, их обсуждение

В ходе выполненных исследований получены результаты определения прочностных свойств цементного камня в зависимости от дозировки изученных добавок в составе ОМД. В общем случае математическая модель для определения уравнений регрессии имеет следующий вид:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2, \quad (3)$$

где b_0 – свободный коэффициент; b_1, b_2 – коэффициенты, отражающие силу влияния на выходную переменную каждого фактора в отдельности; b_{12} – коэффициент, учитывающий силу парного взаимодействия факторов; b_{11}, b_{22} – коэффициенты, отражающие степень кривизны изучаемой поверхности отклика.

Для данной математической модели определяли коэффициенты, дисперсию этих коэффициентов, оценивали их значимость по критерию Стьюдента. На основании экспериментальных данных получены следующие математические модели в виде уравнения регрессии прочности при сжатии цементного камня:

1) для составов цементного камня с суперпластификатором и ускорителем твердении:

$$R_{сж} = 57,967 + 2,3x_2 - 7,784x_1^2, \quad (4)$$

2) для составов цементного камня с суперпластификатором и противоморозной добавкой:

$$R_{сж} = 29,67 - 5,7x_2^2. \quad (5)$$

Далее по критерию Фишера определялась адекватность каждого уравнения регрессии. В результате установлено, что полученные уравнения адекватны. По полученным уравнениям регрессии (4) и (5) построены поверхности отклика, представленные на рисунках 1, 2.

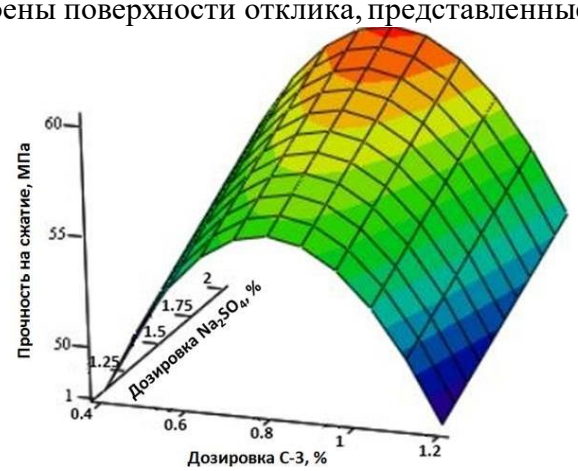

Рис. 1. Прочность цементного камня в зависимости от дозировки суперпластификатора С-3 и ускорителя твердения Na_2SO_4 в составе ОМД.
Здесь и далее рисунки авторов

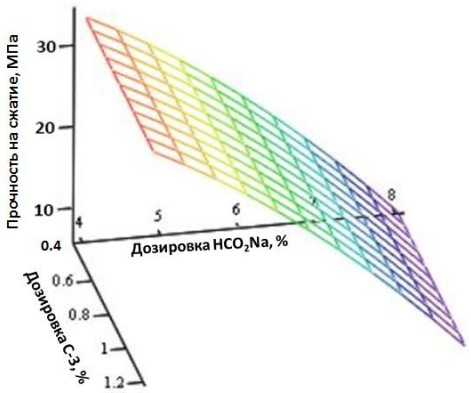

Рис. 2. Прочность цементного камня в зависимости от дозировки суперпластификатора С-3 и противоморозной добавки HCO_2Na в составе ОМД

Построенные поверхности отклика позволяют наглядно определить области оптимальных дозировок суперпластификатора и ускорителя твердения или противоморозной добавки в составе ОМД для УБС, обеспечивающих максимальные показатели прочности. Рисунок 1 показывает интервалы рациональной области дозировок химических добавок, обеспечивающих пластификацию смеси и быстрый набор прочности цементного камня до максимальных значений:

- дозировка С-3 – 0,65–0,95% от массы цемента;
- дозировка Na_2SO_4 – 1,75–2% от массы цемента.

Рисунок 2 иллюстрирует: рациональная область дозировок химических добавок, обеспечивающих пластификацию смеси и набор прочности цементного камня при отрицательных температурах, лежит в интервалах:

- дозировка С-3 – 0,4–1,2% от массы цемента;
- дозировка HCO_2Na – 4–4,5% от массы цемента.

Представленные исследования позволяют оптимизировать составы ОМД для получения УБС с улучшенными физико-механическими свойствами.

Для дальнейших исследований на УБС приняты следующие дозировки химических добавок в ОМД:

- суперпластификатора С-3 – 0,8% от массы цемента;
- ускорителя твердения Na_2SO_4 – 2% от массы цемента;

- противоморозной добавки HCO_2Na – 4% от массы цемента.

Исследования проводились на следующих составах УБС (расход компонентов на 1 м^3):

1) для повреждений глубиной до 5 см: цемент – 500 кг, фракционированный песок – 1500 кг, ОМД (с суперпластификатором С-3 и ускорителем твердения) – 90 кг;

2) для повреждений глубиной 5–30 см: цемент – 500 кг, фракционированный песок – 740 кг, щебень гранитный – 1000 кг, ОМД (с суперпластификатором С-3 и ускорителем твердения) – 90 кг;

3) для повреждений глубиной до 5 см: цемент – 500 кг, фракционированный песок – 1500 кг, ОМД (с суперпластификатором С-3 и противоморозной добавкой HCO_2Na) – 100 кг;

4) для повреждений глубиной 5–30 см: цемент –500 кг, фракционированный песок – 740 кг, щебень гранитный – 1000 кг, ОМД (с суперпластификатором С-3 и противоморозной добавкой HCO_2Na) – 100 кг.

Содержание воды в исследованных УБС варьировалось и подбиралось исходя из требуемой удобоукладываемости 10–15 см по осадке стандартного конуса.

Результаты проведенных исследований сведены в табл. 4. Установлено, что применение разработанных ОМД в УБС позволяет обеспечить ускоренный набор прочности бетона отремонтированного участка до 35 МПа через 1 сут, что в 3,5 раза выше по сравнению с бетоном без добавок. Критерий эффективности ΔR_y составил 71,4%. Также применение ОМД в УБС позволяет обеспечить набор прочности бетона до 20 МПа при отрицательных температурах. Критерий эффективности ΔR_n составил 62,5%. Полученные прочностные характеристики бетона с применением УБС позволяют обеспечить подготовку отремонтированного участка аэродромного покрытия к приему воздушных судов.

Таблица 4

Рекомендуемые составы УБС и результаты испытаний физико-механических свойств

Состав УБС на 1 м^3, кг							Осадка конуса, см	Прочность при сжатии МПа, в возрасте		Эффект действия ОМД, %	
Компоненты смеси			Компоненты ОМД								
цемент	песок	щебень	молотый известняк	С-3	Na_2SO_4	HCO_2Na		1 сут	28 сут	ΔR_y	ΔR_n
500	1500	-	76	4	10	-	10–15	26	-	70	-
	740	1000	76	4	10	-		35	-	71,4	-
	1500	-	76	4	-	20		-	15*	-	50
	740	1000	76	4	-	20		-	20*	-	62,5
	1500	-	-	-	-	-		7,8	30**	-	-
	740	1000	-	-	-	-		10	32**	-	-
*Прочность при сжатии при температуре –16 °С; **прочность при сжатии при температуре +20 °С											

В качестве практических рекомендаций предлагается следующая технология применения разработанной УБС в реальных условиях для оперативного ремонта и восстановления разрушенных аэродромных покрытий.

К месту ремонта и восстановления доставляется затаренная в ламинированные бумажные мешки по 25–50 кг сухая УБС, в состав которой входят:

- портландцемент;
- фракционированный кварцевый песок;
- комплексная ОМД, состоящая из ПАВ (суперпластификатор), тонкомолотого минерального наполнителя (известняка), ускорителя твердения (для летнего времени);
- комплексная ОМД, состоящая из ПАВ (суперпластификатор), тонкомолотого минерального наполнителя (известняка), противоморозной добавки (для зимнего времени).

Мешки с УБС складируются либо под навесом, либо в сохранившихся сооружениях аэродрома. УБС из мешков выгружается в сборный бункер смесительной установки, откуда с

помощью дозаторов загружается в бетоносмеситель. К смесительной установке с помощью автотранспорта доставляется вода, которая из емкости с помощью дозаторов добавляется в бетоносмеситель. При больших повреждениях заполнитель (щебень гранитный) также доставляется с помощью автотранспорта. Заполнитель помещается в сборный бункер, откуда с помощью дозатора дозируется в бетоносмеситель. Приготовление УБС в бетоносмесителе осуществляется в течение 2–3 мин до образования однородной консистенции. Свежеприготовленная с добавлением воды УБС направляется к разрушенному участку покрытия для укладки и уплотнения.

Например, при разрушении аэродромного покрытия суммарной площадью 1000 м^2 с толщиной бетона 0,25 м потребуется 250 м^3 УБС. Зная расход сырья на 1 м^3 УБС (см. табл. 4), можно рассчитать требуемое количество материалов на ремонтно-восстановительные работы покрытия.

Заключение

Итак, нами предложены эффективные составы и технология УБС для ремонтно-восстановительных работ аэродромных покрытий и объектов аэродромной инфраструктуры. С применением метода постановки и планирования активного многофакторного эксперимента получены математические модели в виде уравнений регрессии, позволяющие оптимизировать составы ОМД для получения УБС с улучшенными физико-механическими свойствами. Применение УБС с оптимизированными составами обеспечивает ускоренный набор прочности через 1 сут и набор прочности при отрицательных температурах. Предложенные рекомендации по применению УБС позволяют в максимально сжатые сроки решать задачи по подготовке летного поля аэродрома к приему воздушных судов.

Дальнейшие направления исследований предусматривают оценку структурных характеристик сформированного цементного камня из разработанной УБС, а также определение водонепроницаемости, морозостойкости и истираемости бетона из УБС с целью прогнозирования его долговечности.

Вклад авторов в статью: А.А. Леденев – планирование и организация проведения всех экспериментальных исследований, анализ и обобщение результатов; Н.С. Перова – проведение экспериментальных исследований по определению оптимальных дозировок компонентов органоминеральных добавок на цементном камне; А.Н. Внуков – постановка цели исследований, подготовка рекомендаций; С.П. Козодаев – организация проведения экспериментальных исследований по определению свойств универсальной бетонной смеси, анализ и обобщение результатов; Е.В. Баранов – обработка и анализ результатов экспериментальных испытаний на цементном камне; В.Т. Перцев – общее руководство исследованиями, подготовка заключения.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Введ. 2013-07-01. М.: Стандартинформ, 2013. 30 с.
2. ГОСТ 24211-2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. Введ. 2011-01-01. М.: Стандартинформ, 2010. 58 с.
3. ГОСТ 30459-2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности. Введ. 2011-01-01. М.: Стандартинформ, 2010. 15 с.
4. Калашников В.И., Тараканов О.В. О применении комплексных добавок в бетонах нового поколения // Строительные материалы. 2017. № 1–2. С. 62–67.
5. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Дондуков В.Г. Цементы и добавки для производства высококачественных бетонов // Строительные материалы. 2017. № 11. С. 4–10.
6. Касторных Л.И., Деточенко И.А., Аринина Е.С. Влияние водоудерживающих добавок на некоторые свойства самоуплотняющихся бетонов. Ч. 2. Реологические характеристики бетонных смесей и прочность самоуплотняющихся бетонов // Строительные материалы. 2017. № 11. С. 22–27.

7. Кульчицкий В.А., Макагонов В.А., Васильев Н.Б., Чеков А.Н., Романков Н.И. Аэродромные покрытия. Современный взгляд. М.: Физико-математическая лит-ра, 2002. 528 с.
8. Леденев А.А., Перцев В.Т., Джафар Рамадан Аль Судани. Комплексные модификаторы полифункционального действия для придания бетонам специальных свойств // Научный вестник ВГАСУ. Сер. Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1(8). С. 56–63.
9. Перцев В.Т., Леденев А.А. Разработка эффективных комплексных органоминеральных добавок для регулирования реологических свойств бетонных смесей: монография. Воронеж: ВГАСУ, 2012. 136 с.
10. Технические рекомендации по устранению дефектов железобетонных изделий и конструкций / НИИМосстрой. М., 2007. 24 с.
11. Duanle Li, Dongmin Wang , Caifu Ren, Yafeng Rui. Investigation of rheological properties of fresh cement paste containing ultrafine circulating fluidized bed fly ash. Construction and Building Materials. 2018;188:1007–1013.
12. Gang Pan, Pengcheng Li, Lianjun Chen, Guoming Liu. A study of the effect of rheological properties of fresh concrete on shotcrete-rebound based on different additive components. Construction and Building Materials. 2019;224:1069–1080.
13. Mardani-Aghabaglou Ali, Tuyan Murat, Yilmaz Gokhan, Arioz Omer, Ramyar Kambiz. Effect of different types of superplasticizer on fresh, rheological and strength properties of self-consolidating concrete. Construction and Building Materials. 2013;47:1020–1025.
14. Shuai Zhang, Wei-Guo Qiao, Peng-Cheng Chen, Kai Xi. Rheological and mechanical properties of microfine-cement-based grouts mixed with microfine fly ash, colloidal nanosilica and superplasticizer. Construction and Building Materials. 2019;212:10–18.

FEFU: SCHOOL of ENGINEERING BULLETIN. 2021. N 3/48
Building Materials and Products www.dvfu.ru/en/vestnikis

DOI: https://doi.org/10.24866/2227-6858/2021-3-13

Ledenev A., Perova N., Vnukov A., Kozodaev S., Baranov E., Pertsev V.

ANDREY LEDENEV, Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher (Corresponding author), SPIN: 6903-9810, ORCID: 0000-0003-2493-8952, ledenoff@mail.ru
NADEZHDA PEROVA, Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher, ktojbk@mail.ru
ALEXEY VNUKOV, Candidate of Engineering Sciences, Chief of Department Research, vnukov.aleksei@mail.ru
SERGEY KOZODAEV, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, ORCID: 0000-0001-5228-9545, kozodaev.s@mail.ru
EVGENY BARANOV, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, ORCID: 0000-0002-6431-0345, baranov.evg@mail.ru
Voronezh State Technical University (Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy)
VICTOR PERTSEV, Doctor of Engineering Science, Professor, ORCID: 0000-0002-8882-4930, perec_v@mail.ru
Voronezh State Technical University
Voronezh, Russia

Operational repair and restoration of airfield coverage and airfield infrastructure facilities

Abstract: To carry out operational repair and restoration of airfield surface and airfield infrastructure facilities, it is necessary to use materials with improved physical and mechanical properties which allow to solve the problem of proper preparation of the airfield for aircraft accommodation the shortest terms possible. This article covers the development of a rational composition and the detailed study of properties of the universal concrete mixture for operational repair and restoration of airfield pavement and airfield infrastructure facilities.

To ensure the required characteristics of concrete, a special repair composition for the universal concrete mixture is proposed. This composition is made with the new combined multi-purpose organic-mineral modifying additive. Using the method of the pre-planned active multifactorial experiment, the compositions of organic-mineral additives are optimized into a universal concrete mixture. It has been experimentally established that the use of the universal concrete mixture leads to improvement of the physical and mechanical properties of concrete and allows to carry out repair and restoration works all year round. Recommendations on the technology of using the universal concrete mixture in actual conditions of the deteriorated airfield of an airfield are given herein.

Keywords: objects of airfield infrastructure, restoration of airfield pavements, universal concrete mixture, complex organic-mineral additive, concrete strength

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

REFERENCES

1. GOST 10180-2012 Concrete. Methods for determining the strength of control samples. Enter. 2013-07-01. M., Standartinform, 2013, 30 p.
2. GOST 24211-2008. Admixtures for concretes and mortars. General specifications. Enter. 2011-01-01. M., Standartinform, 2010, 58 p.
3. GOST 30459-2008. Admixtures for concretes and mortars. Determination and estimate of the efficiency. Enter. 2011-01-01. M., Standartinform, 2010, 15 p.
4. Kalashnikov V.I., Tarakanov O.V. About the use of complex additives in concretes of a new generation. Construction Materials. 2017(1–2):62–67.
5. Kaprielov S.S, Sheinfeld A.V., Dondukov V.G. Cements and additives for producing high-strength concretes. Construction Materials. 2017(11):4–10.
6. Kastornykh L.I., Detochenko I.A., Arinina E.S. Effect of water-retaining admixtures on some properties of self-compacting concretes. Part 2. Rheological characteristics of concrete mixes and strength of self-compacting concretes. Construction Materials. 2017(11):22–27.
7. Kul'chitskii V.A., Makagonov V.A., Vasil'ev N.B., Chekov A.N., Romankov N.I. Airfield of a covering. A modern sight. M., Physical and Mathematical Literature, 2002, 528 p.
8. Ledenev A.A., Pertsev V.T., Dzhafar Ramadan Al' Sudani. Complex modifiers of the multifunctional actions for giving to concrete of special properties. Scientific Bulletin VGASU. A serial Physical and Chemical Problems and High Production Engineering of Construction Materials Technology. 2014(8):56–63.
9. Pertsev V.T., Ledenev A.A. Development of effective complex organomineral additives for regulation of rheological properties of concrete mixtures: monography. Voronezh, Voronezh GASU, 2012, 136 p.
10. Engineering recommendations about elimination of imperfections of concrete products and constructions. M., 2007, 24 p.
11. Duanle Li, Dongmin Wang, Caifu Ren, Yafeng Rui. Investigation of rheological properties of fresh cement paste containing ultrafine circulating fluidized bed fly ash. Construction and Building Materials. 2018;188:1007–1013.
12. Gang Pan, Pengcheng Li, Lianjun Chen, Guoming Liu. A study of the effect of rheological properties of fresh concrete on shotcrete-rebound based on different additive components. Construction and Building Materials. 2019;224:1069–1080.
13. Mardani-Aghabaglou Ali, Tuyan Murat, Yilmaz Gokhan, Arioz Omer, Ramyar Kambiz. Effect of different types of superplasticizer on fresh, rheological and strength properties of self-consolidating concrete. Construction and Building Materials. 2013;47:1020–1025.
14. Shuai Zhang, Wei-Guo Qiao, Peng-Cheng Chen, Kai Xi. Rheological and mechanical properties of microfine-cement-based grouts mixed with microfine fly ash, colloidal nanosilica and superplasticizer. Construction and Building Materials. 2019;212:10–18.