

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПЛИТКИ С ПОВЫШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Раков М.А., кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
Костин В.В., кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

***Аннотация.** Еще совсем недавно бетон не привлекал внимания из-за своей «серости». Сегодня он настолько поменял свой внешний вид, что иной раз его очень трудно отличить от натурального камня. Современный бетон способен передать практически любые тончайшие линии, воспроизвести разнообразную текстуру, окраситься в самые разные цвета. Он способен имитировать валуны, пористые древневосточные известняки, желто-серые пески, гладкие булыжники, монолитную скалу с трещинами и выбоинами, осколки рифа и многое другое. Бетонными изделиями можно замечательно украсить фасад здания или дома: он достаточно декоративен, относительно легкий, удобен и прост для монтажа и не имеет радиоактивного фона. Помимо всего прочего, он обладает высокой морозостойкостью.*

***Ключевые слова:** декоративный бетон, добавки пластификаторы, микронаполнители, прочность на сжатие, морозостойкость, категория поверхности*

Архитектурный облик современного города зависит не только от зданий и сооружений, которыми он застроен, но во многом и от ландшафта, их окружающего. До недавнего времени традиционными материалами, применяемыми в городском строительстве и определяющими внешний вид, являлись слабо выразительный железобетон и асфальтобетонное покрытие дорог. Однотипные дома окружали унылые дворовые территории и тротуары. В настоящее время появились технологии, которые позволяют сделать облик любого двора, площади, пешеходной зоны, стоянки в прямом смысле неповторимым. Речь идет об искусственной тротуарной плитке, растущая популярность которой объясняется не только многообразием ее конфигураций и богатством цветовой гаммы, но и некоторыми, чисто техническими преимуществами, например, перед асфальтобетоном:

– на поверхности плитки, уложенной на песчаную основу, не образуются лужи, так как вода свободно уходит в зазоры между отдельными плитками;

– плитка не размягчается под действием летнего солнца и не выделяет вредных веществ;

– при необходимости проведения ремонта подземных коммуникаций, плитку можно легко снять, а затем снова уложить на место, что позволяет экономить значительные средства;

– плитка имеет лучшие показатели по морозостойкости, а в случае, когда по истечении времени некоторые элементы все же подверглись разрушению, их очень легко заменить.

Вышеперечисленные качества искусственной тротуарной плитки уже сегодня сделали ее основой программ по благоустройству территорий многих крупных городов страны, а в индивидуальном строительстве и вовсе материалом, не имеющим альтернативы.

Основная цель исследований – разработка составов эффективных декоративных цветных цементно-песчаных фасадных и тротуарных плиток, далее плиток с использованием отсевов дробления щебня, микрокремнезема, фибры, суперпластифицирующей добавки (СП 4) и воды, при этом изделия должны обладать хорошими декоративными и эксплуатационными свойствами и иметь категорию поверхности А1.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- исследовать влияние отсевов дробления щебня и песка на свойства плиток;
- исследовать влияние фибры на свойства плиток;
- установить основные зависимости влияния микрокремнезема на свойства плиток;
- исследовать влияние суперпластифицирующей добавки (СП4) на свойства плиток;
- изучить основные свойства плиток: прочность на сжатие, морозостойкость, истираемость, трещиностойкость, категорию поверхности.
- разработать технологию производства плиток и изучить технико-экономические параметры;
- осуществить опытное внедрение данной технологии на производстве;
- составить технологические условия и технологические карты на производство плиток.

Научная новизна работы заключена в оценке влияния суперпластифицирующей добавки (СП4) на свойства плиток. Одновременно была обоснована возможность получения эффективных плиток на основе заполнителей из отсевов дробления щебня и песка в совокупности с микрокремнеземом и фиброволокном, выявлено влияние пигментов на прочность при сжатии плиток и влияние фибры, микрокремнезема и отсева на свойства плиток.

В результате экспериментов разработаны составы фасадных и тротуарных плиток из цветного мелкозернистого бетона на основе комплексного использования отсевов дробления, микрокремнезема, пигмента и фибры с применением суперпластифицирующей добавки (СП4), технология получения цветных плиток, технические условия и технологические карты для производства цветных плиток.

На основе полученных результатов проведено опытно-промышленное опробование разработанных составов по получению цветной фасадной и тротуарной бетонной плитки с использованием отсевов дробления, микрокремнезема и фибры. Внедрение предложенных технологий по производству фасадных бетонных изделий на отсевах дробления осуществлялось на предприятии ООО «АРТ-Камень» в 2021 году, в 2013–2014 годах – в фирме «Фонд Высоких технологий».

Предварительно состав бетона подбирали по рекомендациям Ю.М. Баженова, изложенным в учебном пособии «Технология бетона» [1]. Далее состав подбирался экспериментально (табл. 1). В состав добавлен отсев для снижения усадки, повышения трещиностойкости и прочности на изгиб, а также для увеличения показателя по морозостойкости, микрокремнезем для предотвращения появления высолов и ускорения набора прочности, фибра для повышения трещиностойкости и прочности на изгиб.

Способ вибропрессования предусматривает прессование плиток из жестких смесей под высоким давлением. Способ отличается высокой производительностью и малой трудоемкостью, однако он не позволяет получить плитки с категорией поверхности А1.

Существует две технологии изготовления бетонных тротуарных плит методом вибролитья: однослойная и двухслойная. Метод вибролитья заключается в том, что уплотнение бетонной смеси происходит в формах на вибростолах под действием вибрации, вызываемой электромеханическими вибраторами. Двухслойный метод не совершенен, поскольку при вибрации может произойти перемешивание слоев.

Однослойная технология производства состоит из следующих основных операций: подготовка форм для изготовления плитки; приготовление бетона и заливка форм;

формование на вибростоле; выдержка в течение 1 суток в формах; распалубка изделий; упаковка и хранение.

Технологические регламенты способа вибролитья:

1. Заливка. Бетонная смесь заливается в форму и помещается на вибрирующий стол, где и находится в течение 30–40 сек.

2. Равномерное распределение. Вибрация воздействует на жидкую бетонную смесь таким образом, что она равномерно распределяется по всей поверхности формы, удаляются пузырьки до появления гладкой поверхности.

3. Размещение на стеллаже. После вибрационного стола изделие размещают на специальном стеллаже – там оно твердеет нужное время, распалубка происходит через 1 сутки и после этого изделия еще 6 суток твердеют под пленкой.

Таблица 1

Состав бетонной смеси

Цвет изделия	Расход компонентов в кг на 1 м ³								R _{сж} , МПа
	Цемент серый/белый	Песок	Отсев	Вода	Микрокремнезем	Фибра	Добавки	Пигмент	
Салатный	500	1100	400	275	50	1,5	10	15 (зеленый)	42,0
Красный	500	1100	400	275	50	1,5	10	25 (красный)	43,0
Коричневый	500	1100	400	275	50	1,5	10	25 (коричневый)	40,0
Белый	500 (белый)	1100	400	275	-	1,5	10	-	42,0
Зеленый	500	1100	400	275	50	1,5	10	25 (зеленый)	43,4
Светло-кремовый	500 (белый)	1100	400	275	50	1,5	10	-	42,1
Морской волны	500	1100	400	275	50	1,5	10	12,5 (желтый) 12,5 (зеленый)	41,9
Зеленовато-желтый	500 (белый)	1100	400	275	50	1,5	10	15 (желтый)	44,0
Желтый	500 (белый)	1100	400	275	50	1,5	10	25 (желтый)	43,5
Темно-желтый	500	1100	400	275	50	1,5	10	25 (желтый)	42,1
Травяной	500	1100	400	275	50	1,5	10	10 (желтый) 5 (зеленый)	43,2
Песочный	500	1100	400	275	50	1,5	10	10 (желтый) 5 (коричневый)	45,1
Серо-кремовый	500	1100	400	275	50	1,5	10	20 (оксид титана)	33,4
Серый	500	1100	400	275	50	1,5	10	-	40,0

Технологическую сложность представляет подготовка формовочных смесей (рис. 1). Отсев и песок доставляются на завод автотранспортом, складываются на улицах, оттуда с помощью бульдозера доставляются в бункеры (13). В зимнее время происходит оттаивание заполнителей с помощью паровых регистров. Цемент с помощью пневмотранспорта загружается в силосы емкостью до 50 т (4). Добавку привозят в тарах объемом 1 м³ и вливают в бак (2).



Рис. 1. Технологическая схема в аппаратном исполнении

Окончательная подготовка формовочной смеси осуществляется в бетоносмесителе (9) принудительного действия, представляющего собой неподвижный барабан, в котором происходит перемешивание при помощи лопастей. При подаче и перемешивании смеси бетоносмеситель должен работать непрерывно. Отсев и песок из бункеров (13) дозируются на ленту (10) и подаются в бункер с шиберным затвором. Затвор открывается, отсев и песок высыпаются в работающий бетоносмеситель, затвор закрывается, и бункер снова наполняется отсевом и песком. С помощью дозатора подается вода температурой 18–20 °С из бака (1) и добавка из цистерны (2). В емкости (7) происходит перемешивание воды и добавки. Цемент подается из силоса (4) с помощью трубопровода (5) в дозатор (8). Пигменты, микрокремнезем и фибра подаются вручную через окошечко в мешалке. Время перемешивания бетонной смеси составляет 1–2 минуты, затем через выходную воронку смесь подается на производственную линию в бадью на тележке. Объем готового замеса – 0,2 м³.

Для контроля качества бетонной смеси технолог составляет паспорт бетонной смеси, для контроля прочности бетона – отбирает пробу, определяет осадку конуса бетонной смеси и формует три образца размером 10×10×10 см. Бетонная смесь должна быть маркой по подвижности ПЗ, П4, так как более жесткая смесь не позволит получить гладкую беспористую поверхность изделия. Отобранные три образца в возрасте 28 суток испытывают на прочность согласно ГОСТ 10180-2012.

Характеристика продукции полученной методом вибролитья (табл. 2, 3):

- изделия имеют строгую геометрию формы и параллельную поверхность;
- конечные изделия имеют очень привлекательный внешний вид и приятную гладкую поверхность с категорией А1.

Полученные технические характеристики тротуарных плиток: марка по морозостойкости плиток составила F200, предел прочности на изгиб – 6–7 МПа, водопоглощение по массе – 5–6 %, истираемость – 0,2 г/см².

Для улучшения эффекта растекания бетона по поверхности формы используются современные добавки, что увеличивает подвижность бетонной смеси без увеличения количества воды, улучшает прочностные характеристики плитки, морозостойкость и трещиностойкость. Использование красящих пигментов позволяет получать широкий ассортимент изделий по цвету. К недостаткам способа относится необходимость приобретения большого количества форм и их промывки перед каждой формовкой.

Таблица 2

Номенклатура фасадной плитки

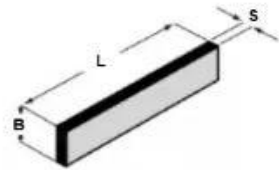
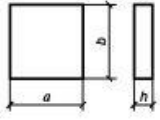
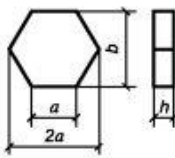


Класс бетона	Конфигурация	Длина L , мм	Ширина B , мм	Толщина S , мм
V30		200	65	10

Таблица 3

Номенклатура тротуарной плитки

Марка	Конфигурация	Размеры, мм			Масса, кг	Количество плит в 1 м ² , шт.
		Длина a	Ширина b	Толщина h		
КВАДРАТНЫЕ ПЛИТЫ						
1К. 5		200	200	30	7,68	25,0
ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ПЛИТЫ						
1 П.5		375	250	30	22,5	10,67

ШЕСТИУГОЛЬНЫЕ ПЛИТЫ						
1Ш.5		250	432	30	38,8	6,17
ФИГУРНЫЕ ПЛИТЫ						
1Ф1.7		200	200	30	6,28	38,18
1Ф3.7		200	186	30	6,47	38,49

Библиографический список

1. Баженов Ю.М. Технология бетона: учебник. 5-е изд. Москва: Издательство АСВ, 2015. 528 с.

DECORATIVE TILES WITH INCREASED STRENGTH CHARACTERISTICS

Rakov M.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
 Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts
 Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)
 Kostin V.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
 Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Abstract. *More recently, concrete did not attract attention because of its “dullness”. Today, it has changed its appearance so much that sometimes it is very difficult to distinguish it from natural stone. Modern concrete is able to convey almost any of the thinnest lines, reproduce a variety of textures, and be painted in a variety of colors. It is able to imitate boulders, porous ancient oriental limestones, yellow-gray sands, smooth cobblestones, monolithic rock with cracks and potholes, reef fragments and much more. Concrete products can be wonderful to decorate the facade of a building or house: it is quite decorative, relatively light, convenient and easy to install and does not have a radioactive background. Among other things, it has high frost resistance.*

Keywords: *decorative concrete, plasticizer additives, microfillers, compressive strength, frost resistance, surface category.*