

Bayer im Internet: <http://www.bayer.com>

Эта информация и наш технический совет – представленные в устной, письменной форме или посредством испытаний – дается с честными намерениями, но без гарантии. Наш совет не освобождает Вас от обязательства проверить его правильность и проверить наши продукты относительно их пригодности для определенных методов и целей. Ответственность за применение, использование и переработку наших продуктов, а также

произведенных на их основе Ваших изделий вне нашего контроля, полностью ложится на изготовителя. Продажа наших продуктов производится в соответствии с нашими Общими Условиями продаж и поставок.

Заказ №
Отпечатано в ООО "Типографии ПринтХаус", тел.: (095) 132-7218

Bayer AG
Geschäftsbereich
Anorganische Industrieprodukte
D-51368 Leverkusen






CONSTRUCTIVE
SOLUTIONS

ОКРАСКА БЕТОНА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



Современные планировщики, архитекторы и строители имеют в своем распоряжении огромное количество различных строительных материалов, которые отвечают не только высоким техническим требованиям, но и соответствующим эстетическим запросам. Важным элементом при создании нашего жизненного пространства является цвет, в частности бетонной кровельной черепицы, брусчатки и т.д.

Материалы из окрашенного бетона появились на рынке строительных материалов уже несколько десятилетий тому назад, их производство лишь незначительно отличается от производства соответствующих неокрашенных материалов.

В данной брошюре приведены результаты лабораторных исследований в области окрашивания бетона, кроме того, в ней учтен и производственный опыт. Целью данного издания является практическая помощь потребителям цветных пигментов для изготовления высококачественных продуктов.

FORSCHUNGSINSTITUT DER ZEMENTINDUSTRIE, DÜSSELDORF



Grundprüfung für Pigmente
nach DIN V 53 237

Tagebuch-Nr.
405/05
MI

Pigment:	Rotpigment		
Bezeichnung durch Hersteller - Einlieferer:	Bayferrox 110		
Eingeliefert von:	Bayer AG Werk Uerdingen	Eingang am:	30.05.1996

Leim/Mörtel (CEM I 42,5 R)		ohne Pigment	mit Pigment	Differenz
Erstarren	Beginn	160 min	135 min	- 25 min
	Ende	200 min	200 min	0 min
	Wasserspruch	29.0 M-%	30.0 M-%	-
Raubeständigkeit (Le Chatelier)		0.5 mm	1.0 mm	-
Druckfestigkeit 28 Tage (in N/mm ²)	Einzelwerte	61.1	62.2	-
		62.2	66.0	
		61.6	62.6	
		61.9	62.9	
		61.7	62.6	
	Mittelwert	61.3	64.2	
		61.6	63.4	+ 2.9 %

Mikroskopischer und chemischer Befund		Hauptbestandteile
Wasserlösliche Anteile	0.21 M-%	Hämatit (Fe ₂ O ₃)
Chloridgehalt	< 0.01 M-%	
Nitratgehalt	< 0.01 M-%	
Sulfatgehalt als SO ₄ ²⁻	< 0.01 M-%	Die Überprüfung erfolgte durch Röntgenbeugungsanalyse

Anmerkungen

Die Anforderungen an Einzelpigmente bei der Grundprüfung nach DIN V 53 237 wurden erfüllt.

Die Hauptbestandteile des Pigments entsprechen nach Art den Angaben des Pigmentherstellers.

Düsseldorf, den 24.09.1996

Sachbearbeiter *Fischer*



Forschungsinstitut der Zementindustrie
Hauptabteilung Betontechnik

i. V. *U. L. T.*

Сырье для производства окрашенных товаров из бетона

1. Пигмент

Выбор пигмента имеет решающее значение для качества конечного продукта. Многолетние наблюдения за цветными изделиями из бетона в различных климатических условиях показывают, что неорганические пигменты фирмы Байер отличаются высокой устойчивостью красителя.

Требования к пигментам, применяемым для окраски бетона.

Цветные пигменты должны быть устойчивы по отношению к агрессивной среде, создаваемой сильнощелочным вяжущим цементом. Кроме того, они должны быть свето- и погодостойкими. Пигменты не должны растворяться в воде для затворения. В процессе изготовления окрашенного бетона они должны равномерно и устойчиво распределяться в нем. Неорганические пигменты, а в особенности оксидные, невероятно хорошо отвечают этим требованиям.

Этим требованиям отвечают такие пигменты, производимые фирмой Байер АГ, как Байферрокс, зеленая окись хрома хромоксидгрюн. Именно эти пигменты обладают "вечным качеством". Современные производственные установки, а также система управления качеством, существующая на протяжении многих лет, способствуют тому, что неорганические пигменты, используемые для окраски бетона, отвечают всем тем требованиям, которые предъявляются к ним.

Важнейшие оксидные пигменты

Цвет	Наименование	Байер-пигмент
Черный	Черный железокислый	Байферрокс – черный
Красный	Красный железокислый	Байферрокс – красный
Желтый	Желтый железокислый	Байферрокс – желтый
Коричневый	Коричневый железокислый	Байферрокс – коричневый
Зеленый	Зеленая окись хрома	Хромоксидгрюн

Какие оттенки можно получить, используя пигменты для окраски бетона?

С помощью оксидных пигментов, используемых для окраски бетона, можно получить практически любой тон или оттенок, пользующийся наибольшим спросом. В первую очередь речь идет о той цветовой гамме, которая свойственна природе. Используя его в строительстве, мы достигаем гармоничного слияния с природой.

Красный:	от желто-красного до сине-красного
Желтый:	от зелено-желтого до красно-желтого
Коричневый:	от светло-коричневого до темно-коричневого
Черный:	от темно-серого до "антрацита"

Кроме того, можно окрасить цемент в зеленый цвет.

Добиться получения чистого цвета, например желтого, можно, лишь используя белый цемент. Эффект блеска, или свечение, который достигается в случае использования пластика или лака; невозможен на поверхности бетона вследствие его особой структуры и состава.

Интенсивность окраски

Интенсивность окраски является важным показателем качества пигментов. Показатели окрашивающей способности являются решающими для оценки экономичности данного пигмента. Под

выявляется разница между окрашивающей способностью этих двух образцов. Вышеупомянутое лабораторное исследование проводится путем смешивания определенного количества пигмента с определенным количеством

Определение относительной окрашивающей способности пигментов Байферрокс

Стандарт DIN 53 237 является основой для исследования пигментов марки Байферрокс, и в первую очередь для оценки их окрашивающей способности. При этом сухая смесь исследуемого пигмента и тяжелого шпата сравнивается со смесью соответствующего пигмента Байферрокс – стандарт и тяжелого шпата. Относительная окрашивающая способность рассчитывается следующим образом:

$$\text{Относительная окрашивающая способность} = \frac{\text{весовые части пигмента-эталоны}}{\text{весовые части исследуемого пигмента}} \times 100\%$$

По желанию клиента ему могут быть предоставлены образцы стандартных пигментов, используемых для контроля продукции. Таким образом гарантируется входной контроль за пигментами, соответствующими нормам качества.

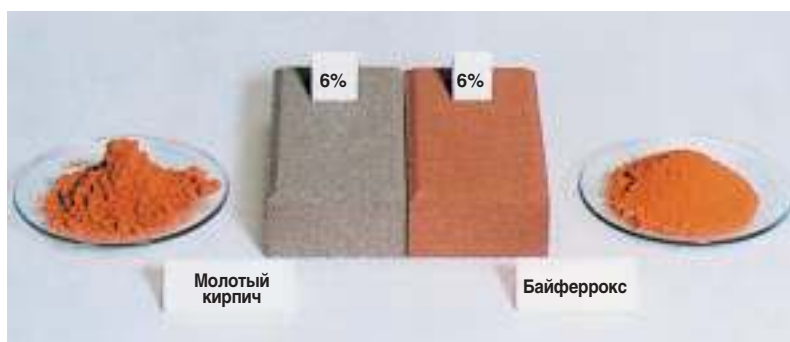
интенсивностью окрашивания понимается способность пигмента окрасить в свой цвет окружающую его среду.

Приведем наглядный пример:

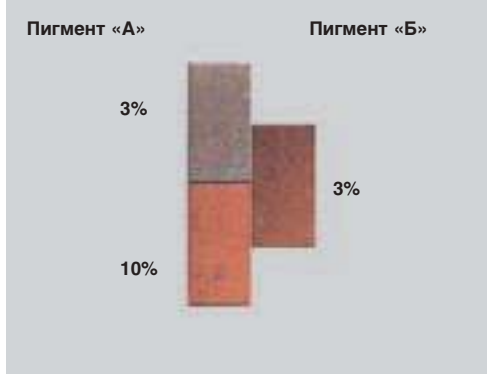
На фотографии представлены два красных пигмента. Слева – кирпичная мука, справа – красный пигмент Байферрокс. Лишь при окрашивании бетона или во время лабораторных исследований

тяжелого шпата в соответствии со стандартом DIN 53 237.

Этот стандарт является также критерием для допустимых отклонений в окрашивающей способности пигментов Байферрокс.



Сравнение пигментов с низкой и высокой окрашивающей способностью.



Давайте вернемся к вопросу изготовления цветного бетона на практике. Предположим, что для его окрашивания мы решили использовать красный железистоокисный пигмент «А». Для получения определенного тона необходимо 10% данного пигмента. Однако, если мы посмотрим на изображенные на рисунке бетонные бруски, мы увидим, что такого же эффекта можно добиться, добавив 3% красного пигмента «Б».

Вывод: даже если пигмент «А» дешевле, тем не менее он не всегда экономичнее.

Как осуществляются поставки пигментов?

Требования, предъявляемые к качеству пигментов, значительно изменились на протяжении последних лет. В первые годы их существования на строительном рынке пигменты применялись исключительно в виде порошка. Со временем они стали применяться в виде водного раствора. Новая форма хорошо зарекомендовала себя: наряду с полным отсутствием пыли, появилась возможность более точной дозировки. С другой стороны, эти пигментные составы содержат слишком много воды, что значительно увеличивает расходы по их транспортировке по сравнению с порошкообразными пигментами. Кроме того, велика опасность оседания пигмента в том случае, если пигментная суспензия долгое время не перемешивалась.

По причинам, приведенным выше, пигментные суспензии следует использовать на стройплощадках, находящихся недалеко от места их производства.

Результатом новейших разработок в области пигментов явилось создание сухих сыпучих продуктов.

Они были специально созданы для строительной промышленности и позволяют без каких-либо проблем опорожнять резервуары, мешки и другие упаковки. Как расфасовка, так и дозирование таких продуктов не сопровождается пылеобразованием.

По желанию наших заказчиков мы можем предоставить более подробную информацию о формах поставки наших продуктов и видах его упаковки.

Пигменты и окружающая среда

Производство Байферрокса зеленой окиси хрома осуществляется на предприятиях фирмы Байер АГ с помощью современных технологий, при этом соблюдаются все требования по защите окружающей среды и принимаются все возможные меры по экономии природных ресурсов.

Названные выше пигменты не являются токсичными и не раздражают кожу и слизистую оболочку. Тем не менее при работе с ними следует избегать пылеобразования в целях соблюдения санитарно-гигиенических норм на рабочем месте.

Байферрокс, зеленая окись хрома не наносят вреда организмам, обитающим в водной среде, благодаря своей нерастворимости, однако приводят к окрашиванию воды. В случае попадания пигмента в окружающую среду их следует собрать в сухом или увлажненном виде.

2. Собственный цвет цемента и его воздействие на цвет окрашенного бетона

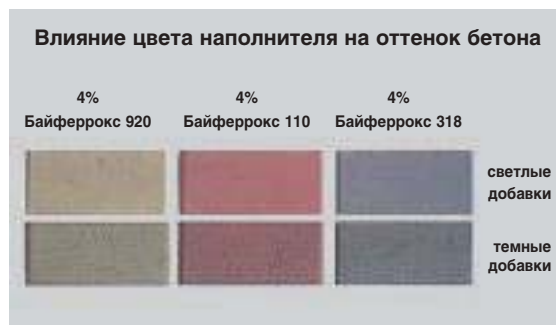
Сероватый оттенок не красит не только свежевывстиранное белье. Серый цвет приглушает все цвета и оттенки. Поэтому при окраске бетона, который производится на основе нормального портландцемента, бывает невозможно добиться таких яркости и сочности цвета, которые достигаются при использовании белого цемента.

Степень насыщенности и чистоты цвета, которая достигается при использовании белого цемента, зависит и от самого пигмента. В том случае если речь идет о черном пигменте, то окрашенный им бетон на основе серого цемента практически не отличается от окрашенного им же бетона, в состав которого входит белый цемент. В случае использования темно-коричневого или красного пигмента это отличие является незначительным. Что касается желтого пигмента, то в данном случае это отличие заметно. Чем выше степень чистоты желаемого оттенка, чем он светлее, тем выше необходимость использования белого цемента.

Даже неспециалист может понять, чем отличается вышеописанное отличие белого цемента от серого. Однако для специалиста важно знать и другое: цвет серого цемента можно варьировать в диапазоне от светло- до темно-серого. Смена сорта цемента или замена поставщика часто приводят к тому, что изменяется конечный цвет полученного после окраски бетона. Причиной этого опять же является разница в первоначальном цвете цемента.

3. Наполнители

При изготовлении цветного бетона частицы наполнителя обволакиваются окрашенным цементным вяжущим. При этом может случиться, что частицы интенсивно окрашенного наполнителя не покрываются им полностью, что приводит к тому, что цвет собственного наполнителя влияет на конечный оттенок бетона. Этот эффект особенно наблюдается при производстве цветного бетона.



Еще заметнее влияние цвета наполнителя становится вследствие атмосферного воздействия, когда зерна наполнителя более отчетливо проступают на бетонной поверхности. В таких случаях визуально смешивается цвет цемента и проступающего наполнителя. Подобное же воздействие на светлые тона бетона (например, желтые или зеленые) оказывает собственный цвет песка. Это влияние значительно снижается, когда речь идет о коричневом или черном бетоне.



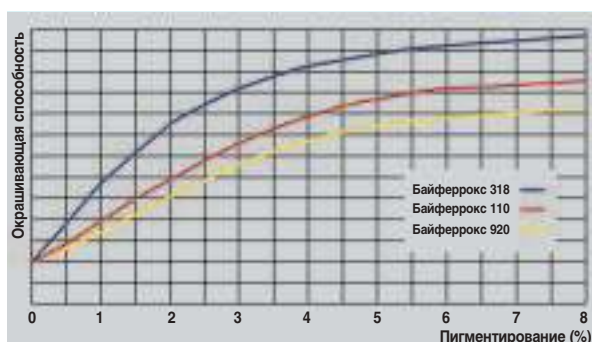
Взаимодействие между составом смеси и цветом бетона

1. Влияние количества пигмента на конечный результат

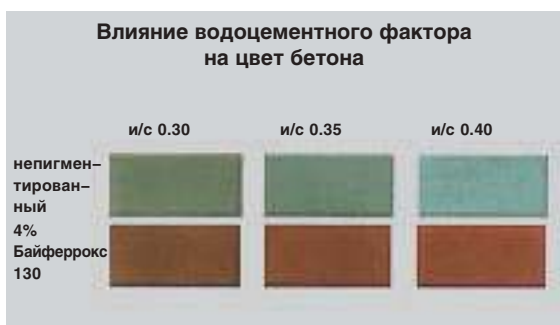
Сведения об оптимальном количестве пигмента необходимы для получения желаемых результатов, помогают сэкономить средства, т.к. в данном случае вы не будете применять больше продукта, чем необходимо. В том случае если мы увеличиваем количество пигмента, то тем самым на первом этапе мы достигаем линейного увеличения интенсивности окрашивания. При дальнейшем увеличении количества пигмента наступает момент, когда цвет перестает меняться, изменение его интенсивности перестает быть хоть сколько-нибудь значительным. Таким образом, увеличение количества используемого пигмента становится с этого момента экономически невыгодным. Определение диапазона насыщения зависит в том числе и от системных характеристик бетона: однако в среднем в случае применения пигментов Байферрокс, отличающихся высокой окрашивающей способностью, их количество не должно превышать 5% (из расчета на количество связующего). В случае использования пигментов с более низкой окрашивающей способностью граница насыщения достигается при добавлении значительно большего количества пигмента. Однако может случиться так, что количество пигмента, необходимое для того, чтобы добиться получения какого-то определенного оттенка, может вырасти до такой степени, что это приведет к увеличению мучной фракции, а это, в свою очередь, может повлечь за собой негативные последствия и вызовет ухудшение технологических качеств бетона.

2. Соотношение воды и цемента и цвет бетона

Неторопливо потягивая пиво, задумывались ли вы когда-нибудь о том, почему пивная пена

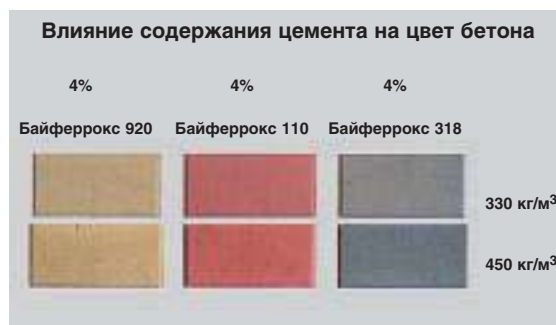


белая, в то время как само ячменное пиво желтое? Пена состоит из массы воздушных пузырьков, которые рассеивают свет подобно тому, как это делают белые пигменты. Этот пример является очень важным для понимания взаимосвязи между цветом бетона и водоцементным соотношением. Избыток воды для затворения испаряется из бетона и оставляет пустоты в виде мелких пор. Эти поры подобны пузырькам в пивной пене: они рассеивают падающий свет и таким образом просветляют бетон. Чем выше величина водоцементного отношения, тем более светлым кажется бетон. Если мы посмотрим на фотографии, то увидим, что на серый бетон без добавления пигментов это правило распространяется так же, как и на окрашенный бетон.



Как применяются эти сведения на практике?

Если сравнивать оттенки разных видов бетона, резко отличающихся друг от друга содержанием воды (например, бетонную брусчатку и монолитный бетон), то можно заметить, что даже при одинаковом количестве использованного пигмента цвет сравниваемых образцов различен. Однако другая картина наблюдается при сравнении образцов в рамках одной группы продуктов. Диапазон консистенций, которые гарантируют идеальную обрабатываемость бетона, в данном случае резко ограничен, что заставляет производителя, как правило, строго следить за тщательным соблюдением дозирования воды для затворения. По этой причине цветовые колебания в рамках одной линии продуктов, обусловленные величиной водоцементного отношения, являются, скорее, исключением, чем нормой. Подобные отличия могут стать более заметными, если слишком высокая влажность бетона повлечет за собой более интенсивное взмучивание на его поверхности. В этом взмученном слое, называемом также при производстве брусчатки "апельсиновой коркой", содержатся мельчайшие частицы бетона, являющиеся его компонентами: цемент, мучная фракция, а также излишки пигмента, которые придают бетону другой вид по сравнению с поверхностью, для которой характерна незначительная взмученность.



3. Цвет бетона в зависимости от содержания цемента

При окраске бетона окрашивается не наполнитель, а цементное вяжущее, которое покрывает отдельные частицы наполнителя. Размышляя о том, влияет ли содержание цемента в цветном бетоне на цвет окрашенного бетона, мы можем упрощенно представить себе, что в данном случае речь идет о двухкомпонентной смеси, а именно о смеси цветного цементного вяжущего и наполнителя. Чем больше мы «разбавляем» цветное цементное вяжущее наполнителем, тем менее насыщенным становится цвет бетона. Это теоретическое предположение подтверждается и на практике. При одинаковом уровне пигментирования, который обычно рассчитывается в процентах в расчете на вес цемента, бетон с высоким содержанием цемента имеет значительно более интенсивную окраску, нежели чем бетон с низким содержанием цемента.

Производство цветных продуктов из бетона

1. Дозирование и распределение пигментов в бетоне

В настоящее время роль качества неуклонно растет. По этой причине такие понятия, как дозирование и распределение пигментов в бетоне; установятся очень важными критериями качества, так как высококачественный окрашенный продукт – это результат точной дозировки пигмента, добавленного к строительному материалу и равномерного распределения/диспергирования достаточного количества пигмента.

Если говорить о диспергировании пигмента, то следует заметить, что вопрос о времени подачи пигмента в бетоносмеситель имеет на практике решающее значение. Хорошо зарекомендовал себя на практике метод, при котором пигмент смешивается с наполнителем за 15 секунд до подачи цемента.

В дальнейшем процесс смешивания происходит так же, как и в случае непигментированного бетона. В любом случае не следует смешивать все компоненты одновременно или добавлять цемент в качестве первого компонента сразу же после подачи песка. Само собой разумеется, что большое значение имеет и время смешивания, а также тот факт, была ли достигнута однородность смеси или нет. Для каждого смесителя определено минимальное время смешивания. В бетоносмесителях принудительного действия этот период составляет от 1,5 до 2 минут. В том случае, если на предприятии по производству бетона доля цветного бетона является достаточно высокой, то возникает вопрос об автоматизации подачи пигмента. Известно, что любое техническое решение имеет как свои положительные, так и отрицательные стороны. В вопросе о преимуществах сухого или влажного дозирования тоже

Диспергирование пигментов

Рекомендуемая последовательность заполнения смесителя: наполнители + пигмент – смешать предварительно + цемент + вода.

Время смешивания (для принудительного действия) – от 1,5 до 2 минут

График смешивания:

Песок + пигмент	около 15–20 секунд
Песок + пигмент + цемент	около 15–20 секунд
Песок + пигмент + цемент + вода	около 1–1,5 минуты

Для каждого смесителя определен минимальный срок смешивания. В том случае, если процесс смешивания был короче или был нарушен определенный порядок подачи компонентов, однородность смеси может быть не достигнута. Время смешивания в значительной степени зависит от мощности смесителя. Приведенные выше данные о продолжительности перемешивания являются лишь ориентировочными сведениями.

нет готового рецепта. Мы со своей стороны могли бы дать лишь рекомендации, которые в совокупности с детальным знанием местных условий и с учетом различных торгово-экономических показателей могли бы оказать нашим клиентам помощь в решении данного вопроса. Таблица, с которой вы сможете ознакомиться на следующей странице, демонстрирует в упрощенной форме преимущества и недостатки различных методик дозирования. Наряду с очевидными преимуществами автоматической подачи пигментов, производителю бетона открывается и ряд возможностей по расширению цветовой палитры окрашиваемого бетона. Выпускаются следующие основные пигменты с маркой Байферрокс: красный, черный и желтый. Однако на основе любого из этих тонов можно добиться целого ряда различных тонов и оттенков.

Атмосферное воздействие на окрашенный бетон

Римский акведук, который 2000 лет тому назад снабжал Кельн водой из Эфеля, был построен из трассового цемента. Если бы этот античный «бетон» окрасили с помощью натуральной окиси железа, которая была известна уже тогда, то водопровод, который еще частично сохранился, по сей день сохранил бы свой цвет. Отклонения от первоначального тона в подобных случаях незначительны. Изменения цвета связаны с различными причинами и могут носить как временный (например, выцветы известняка), так и постоянный характер (например, обнажение наполнителя).

1. Высаливание известняка на бетоне

Высаливание бетона – это бич всех его производителей. Особенно важна эта проблема тогда, когда цвет имеет решающее значение и предъявляются повышенные эстетические требования к внешнему виду строительных материалов. Но прежде всего хотелось бы заметить, что ни пигменты марки Байферрокс, ни зеленая окись хрома, не оказывают никакого воздействия на высаливание бетона. Но само собой разумеется, что белые известковые пятна гораздо более заметны на окрашенном, нежели чем на натуральном сером или даже белом бетоне.

Известковые пятна возникают на поверхности бетона, потому что при схватывании цемента происходит образование свободной извести, которая, растворяясь в воде для затворения (первичное высаливание) и в примесной воде, например в дождевой или талой (высаливание), попадает на поверхность бетона и, вступая в реакцию с углекислым газом, находящимся в воздухе, превращается в нерастворимый карбонат кальция. При этом важную роль имеет пористость бетона.

Чем выше плотность бетона, тем менее он склонен к появлению известкового высаливания. Находящийся на поверхности бетона карбонат кальция вступает в медленно протекающую реакцию с растворенным в воде углекислым газом и превращается в гидрокарбонат, растворимый в воде. Таким образом появившиеся высаливания могут



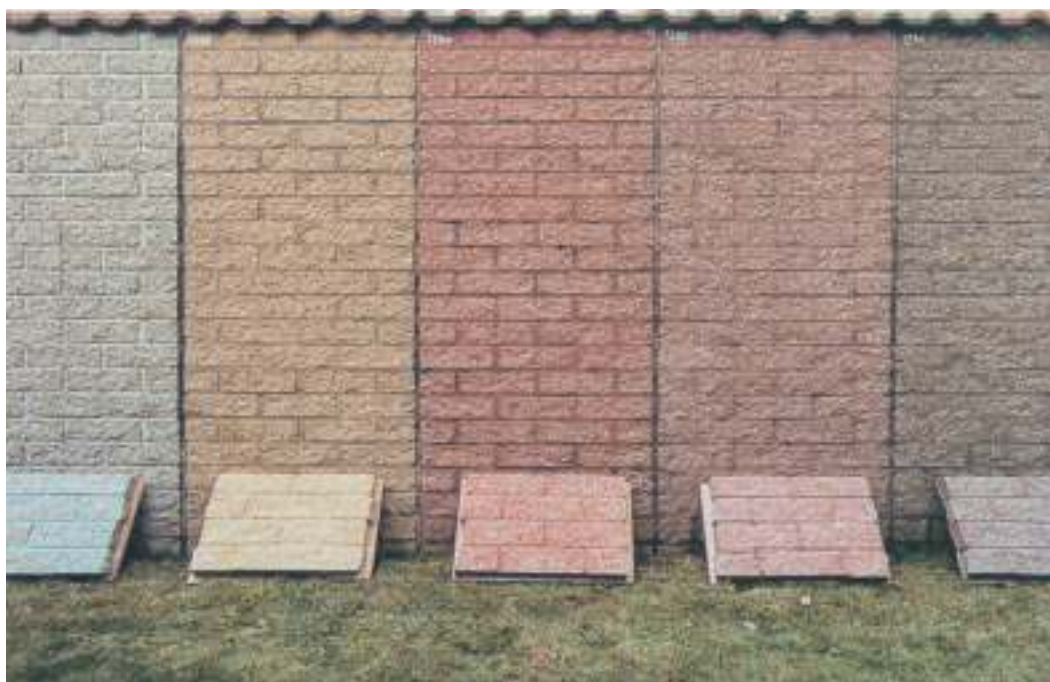
и исчезнуть. Само собой разумеется, что и кислые частицы, находящиеся в атмосфере, растворяют известковые отложения на поверхности бетона. Фирма Байер АГ подготовила специальное издание, касающееся вопросов известковых отложений на бетоне, которое может быть предложено клиенту по его желанию.

2. Выветривание цементного камня

В зависимости от состава смеси, способа уплотнения и т.д. на поверхности бетона находится более или менее толстый слой, который состоит из мельчайших частиц наполнителя и цемента. Атмосферное воздействие на протяжении многих лет приводит к тому, что происходит обнажение частиц наполнителя, находящихся на поверхности бетона, что, в свою очередь, приводит к тому, что цвет, этих частиц начинает влиять на общий цвет бетонной поверхности. То, что изменение цвета происходит в достаточно узких границах, находит свое подтверждение на фотографиях, приведенных ниже. По сравнению с образцом, который не подвергался атмосферному воздействию, бетонная стена, которая в течение 25 лет подвергалась любым атмосферным воздействиям, практически не изменила цвет, если не принимать во внимание легкое поверхностное загрязнение.

3. Погодостойкость пигментов

В том случае, если погодостойкие пигменты Байферрокс, зеленая окись хрома применяются для окраски строительных материалов, то можно быть уверенным в том, что устойчивость и долгосрочность окраски гарантированы. Это утверждение не голословно и опирается на накопленный опыт и результаты почти двадцатипятилетних исследований в области устойчивости пигментов. Во время этих исследований выяснилось, что только соответствующие результаты испытаний на атмосферную коррозию позволяют делать заявления о погодостойкости пигментов, применяемых для окраски строительных материалов.



Технологические характеристики цветного бетона

1. Прочность бетона и схватывание цемента

В стандарте DIN 53 237 V, который является рабочей основой для будущей Евронормы, подробно описаны требования, предъявляемые к пигментам, используемым для окрашивания строительных материалов, содержащих цемент и известь. Наряду с вопросами, касающимися проверки пигментов и т.д., стандарт определяет границы, в рамках которых пигмент оказывает влияние на схватывание цемента, а также прочность бетона. Результаты соответствующих тестов и исследований, уже проведенных и регулярно проводимых независимыми институтами, свидетельствуют о том, что соответствующие показатели для пигментов марки Байферрокс находятся в рамках нормы, которая определена стандартом.

2. Консистенция бетона

Пигменты – это продукты, которые отличаются очень небольшим размером частиц. Более точную информацию о средних размерах пигментных частиц, достаточно сильно отличающихся друг от друга в зависимости от типа пигмента, вы можете найти в образчике цветов (таблице цветов) пигментов марки Байферрокс. Для того, чтобы составить примерное представление о величине частиц пигментов, можно сказать, что величина пигментных частиц примерно в 10–20 раз меньше, чем размер цементных частиц. В этой связи перед потребителем пигмента возникает вопрос: не вызовет ли использование такого мелкозернистого продукта изменений в потребляемости воды бетоном? Что касается черных и красных пигментов марки Байферрокс, то их добавление в том количестве, которое принято на практике, не оказывает никакого практического воздействия на количество

потребляемой воды. Желтые железистоокисные пигменты отличаются от вышеупомянутых черных или красных железистоокисных пигментов тем, что они имеют игольчатую структуру и поэтому могут адсорбировать на поверхности большое количество воды. Однако этот эффект можно наблюдать лишь в том случае, когда уровень пигментирования превышает ок. 4–5%.



При использовании пигментов с сильной окрашивающей способностью, подобных вышеупомянутым желтым пигментам марки Байферрокс, эти величины, как правило, не превышаются и, как следствие, повышенная адсорбция воды вряд ли имеет для производителей бетона какое-либо значение. В том случае, если к бетону добавляют большое количество желтых железистоокисных пигментов, связывание воды на поверхности пигмента приводит к снижению оптимального водоцементного отношения и, как следствие, к изменению консистенции бетона. По сравнению с непигментированным бетоном в данном случае следует увеличить количество воды для достижения необходимой величины растекаемости, что, однако, может вызвать негативное воздействие на прочность бетона.