

ЛИТЕРАТУРА

1. Опалубочная система и технология МОДОСТР. – Минск, 2003 г. – 80 с.
2. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. Под редакцией А.А.Уманского. – М.1960, с. 230 – 234

УДК 693.574

Остапенко В.И. (БНТУ, г. Минск)

ФИЛЬТРПРЕССОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНОСТОГО ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА

Значительные резервы в повышении эффективности капитального строительства, ремонта, реконструкции заложены в улучшении эксплуатационных свойств, повышении долговечности и снижении энергозатрат на производство покрытий пола, в том числе использующихся при устройстве полов, а также возможность использования прессов, высвобождающихся из металлообрабатывающей промышленности. На долю устройства полов приходится до 15 % стоимости здания, а при капитальном ремонте – 30 % сметной стоимости (или 40 % от стоимости отделочных работ). По данным ЦНИИ производств стоимость полов (без перекрытия) составляет до 20 % стоимости общехозяйственных работ, а трудоемкость их устройства составляет 12..17 % общей трудоемкости строительства. [1].

Покрытия полов из бетонных плит для многих общественных и промышленных зданий имеют ряд существенных преимуществ перед покрытиями из других материалов. Однако обширная практика применения покрытий из бетонных плит, полученных по наиболее производительной кассетной технологии, показала, что они в ряде случаев имеют неудовлетворительное качество и недостаточный срок службы. Кроме того, изготовление бетонных, мозаичных и цементно-песчаных плит требует относительно высокого расхода цемента и продолжительной тепловлажностной обработки (до 16 часов, термосная тепловлажностной обработки – до 48 часов).

Устройство полов из плит является индустриальным решением, позволяющим максимально сократить трудоемкость отделки пола в построечных и ремонтных условиях. Кроме того, применение плиточного покрытия позволяет вводить пол в эксплуатацию в более ранний срок по сравнению со сплошным, что очень существенно при ремонте общественных и жилых зданий. Основной недостаток строительства покрытия из бетонных плит по сравнению со сплошным – большая вероятность разрушения кромок плит, сколы и дефекты углов, поэтому одна из задач этой работы – увеличение прочности таких плит.

Повышение износостойкости и беспыльности декоративного слоя, а также увеличение морозостойкости и уменьшение водопоглощения, высолобразования плит пола особенно важно для общественных и промышленных зданий (при уменьшении толщины плиты ее можно применять и как облицовочную), эксплуатация которых связана с особо интенсивным движением, переменными температурами, повышенной влажностью и солью, приносимой на обуви людей. Такие объекты, как вокзальные и торговые залы, холлы, крыльцо клиник, больниц, гостиниц и зрелищных зданий, подземные пешеходные переходы и т.п. Следовательно, проблема улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств декоративных плит пола стоит особенно остро.

Одним из путей повышения долговечности мелкозернистого бетона является повышение его плотности, прочности и уменьшение пористости за счет снижения остаточного водоцементного отношения бетона после формования изделий. Особенность фильтрационного прессования состоит в том, что на стадии приготовления сырьевой смеси вводят обильное количество воды затворения, получают пластичную смесь, в которой начинает активно протекать процесс гидратации портландцемента. Затем осуществляют прессование смеси с удалением избыточной влаги и воздуха. При фильтрпрессовой технологии и оптимальном давлении прессования остаточное водоцементное отношение достигается 0,18÷0,22 (для гидратации портландцемента достаточно 15..17 % воды). При сжатии цементно-песчаных смесей происходит разрушение (раздавливание) цементных флокул, обводнение необводненных частиц портландцемента и песка. Вследствие этого в процесс гидратации вовлекается большее количество частиц портландцемента, а благодаря большому прессующему давлению (10..20 МПа) и комплексной химической добавке процесс гидратации протекает очень актив-

но, что позволяет отказаться от тепловлажностной обработки изделий. Плиты пола получают высокого качества из цементно-песчаных смесей с пределом прочности бетона при сжатии, соответствующего классам В30+В55 [2].

При прессовании дисперсных гидросиликатов кальция нестабильной структуры, затворенных водой за счет формирования контактно-конденсационной связи между макрочастицами, без изменения химического состава и агрегатного состояния вещества образуется прочный водостойкий камень. Интенсификация гидратации цемента в бетонах, твердеющих под давлением, происходит за счет повышения проникающей способности молекул воды, находящихся под действием гидростатического давления, и увеличения тем самым поверхностей взаимодействия цемента с водой, а также за счет снижения внутренних структурных связей в большей части объема пленок, обволакивающих зерна вяжущего. Увеличение поверхностей взаимодействия способствует росту количества новообразований, а это повышает уровень насыщения растворной составляющей (жидкой фазы) продуктами гидратации [3].

Фильтрпрессовая технология позволяет исключать недостатки других способов формования (вибропрессование, прессование, прокат, тромбование). Этот способ формования позволяет устранить также такой недостаток, как запрессовка воздуха, присущий способу полусухого прессования изделий, избежать перерасхода энергии при гиперпрессовании (с усилиями от 40 до 100 МПа). По сравнению с вибропрессованием, в процессе которого уплотнение формовочной смеси выполняется при низком давлении (0,015 МПа), фильтрационное прессование осуществляется с усилиями в сотни раз выше.

В НИИЦСМ разработана технология и определены технологические факторы, влияющие на физико-механические характеристики изделий из декоративного бетона, полученных по фильтрпрессовой технологии.

Для получения декоративного бетона плит пола и облицовочных плит применяют цемент марки 500 Д0 (активностью 51,2 МПа). В качестве заполнителя используют кварцевый песок Заславского карьера насыпной плотностью 1650 кг/м³ и модулем крупности 2,7. Комплексной химической добавкой являлся полиметаллический водный концентрат для бетонов и растворов (СТБ 1113-98) и диметилсульфоксид (ДМСО). Красителем служили железный сурик, окись хрома, сажа и др., а заполнителем – отходы гранита, мрамора и стеклобой (фракций 5,5÷5 и 5÷10 мм).

Плиты изготавливали на гидравлических прессах в пресс-формах размерами: 200×200, 600×600 мм с использованием в качестве фильтра металлической сетки и картона, который после четырехкратного использования заменялся на новый.

Расход цемента на плиты с учетом ее двухслойности составил: 310..420 кг/м³ на подстилающий слой и 480..530 кг/м³ на лицевой слой.

Применение комплексной химической добавки позволило повысить степень гидратации цемента. Присутствие в ней ДМСО позволяет получить коллоидный клей, существенно увеличивающий прочность мелкозернистого декоративного бетона, а также формированию мелкокапиллярной пористости. Это позволяет снизить водопоглощение на 0,4÷0,5 % (по сравнению со смесями без его применения) и высолообразование.

Изучено влияние модифицирующих комплексных добавок на прочность бетона в ранние сроки твердения и интенсивность изменения прочности бетона при сжатии при твердении в нормально-влажных условиях. Ударная прочность определялась на копре Педжа на образцах кубах 50×50×50 мм в 28 суточном возрасте. Водопоглощение по массе определяли на образцах 200×200×40 мм. Истираемость определялась по ГОСТ 13087 на круге истирания типа ЛКИ-3 в возрасте 28 суток на образцах 70×70 мм в плане.

Результаты по динамике набора прочности при сжатии приведены на графике, а по другим свойствам – в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что плиты пола, произведенные по фильтрпрессовой технологии из модифицированного декоративного мелкозернистого бетона из рядового цемента 500 Д0, обладают высокими физико-механическими показателями, что существенно расширяет область их применения, а такие показатели, как истираемость и водопоглощение по сравнению с самой производительной кассетной технологией улучшились более, чем в 4 раза. При морозостойкости более 300 циклов для дорожных бетонов, плиты пола и облицовочные плиты являются долговечным и недорогим заменителем природного камня. Для сравнения свойств в табл. 1 приведены физико-механические показатели бетонов плит пола по данным Григорьев А.Б., Попов К.Н., Фиговский О.Л., Вартавян А.А., Мепаришвили Г.В. [4].

Рост прочности фильтрпрессового модифицированного мелкозернистого бетона в основном идет до 7-суточного возраста и бетон набирает к этому времени до 90..95 % прочности, а прочность бетона при сжатии, необходимую для укладки плит пола или облицовочных плит (40 МПа), набирает за трое суток при нормальных условиях и за семь суток при 5 °С за счет применения комплексной химической добавки (ДМСО + ПВК), это полностью исключает применение тепловлажностной обработки изделий.

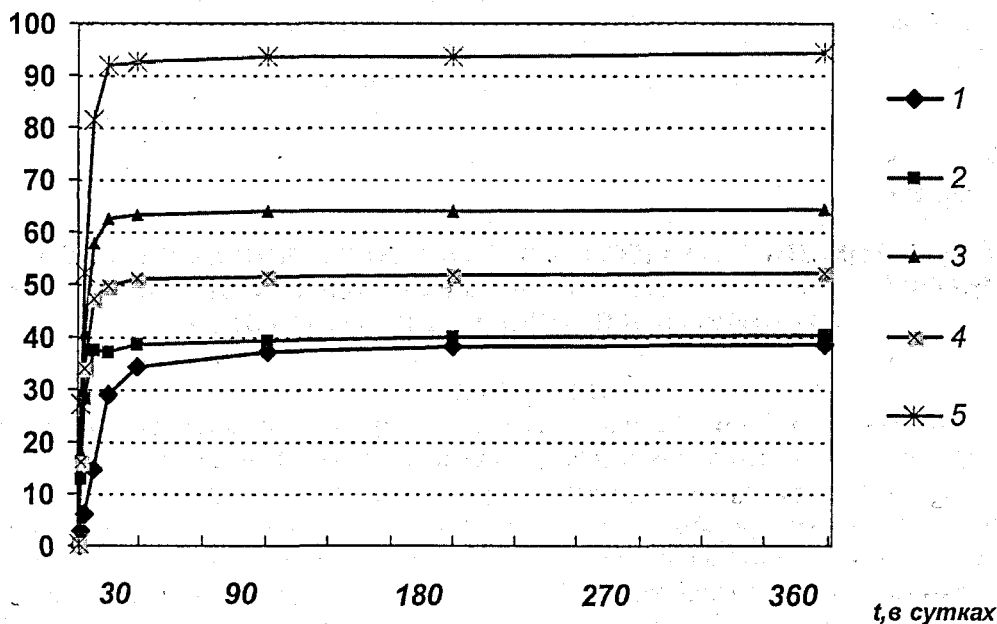


Рисунок 1 – Изменение прочности бетона при сжатии во времени: 1) вибропрессованого с пригрузом 0,15 МПа; 2) фильтрпрессованого при давлении 10 МПа; 3) фильтрпрессованого при давлении 10 МПа и комплексной химической добавкой; 4) фильтрпрессованого при давлении 20 МПа; 5) фильтрпрессованого при давлении 20 МПа и комплексной химической добавкой.

Таблица 1 – Физико-механические свойства плит

Плиты пола	Прочность при сжатии, МПа	Ударная прочность, Дж/см ³	Истираемость, г/см ²	Водопоглощение по массе, %
Фильтрпрессовые	60	85	0,65	1,5
	90	110	0,55	1
Бетонные	30	70	0,9	6,5
	40	80	0,65	5,5
Силикатно-бетонные	50	61	0,3	3,5
Цементно-песчаные	30	60	1,2	7
Мраморно-мозаичные	25	52	0,85	5,5
Мозаичные	30	65	2,2	8

Получение распалубочной прочности изделия $0,4 \pm 0,48$ МПа при расходе цемента $480..510$ кг/м³ (с учетом двухслойности плиты) позволяет осуществлять немедленную распалубку изделия. Такая распалубочная прочность достаточна для съема и транспортировки плит пола и облицовочных плит.

Суточная прочность на сжатие в $18..26$ МПа, получаемая при естественном твердении бетона, позволяет начинать упаковку плит через день-два после изготовления, чтобы на третьи сутки отправить их заказчику. Это увеличивает оборачиваемость площади цеха и делает более гибким производство.

Проведенные исследования показали, что декоративный мелкозернистый бетон обладает высокими физико-механическими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов К.Н., Кадло М.Б. Современные материалы для устройства полов. Журнал "Строительные материалы" №3, 2000.- 2 с.
2. Галузо Г.С., Повидайко В.Г., Остапенко В.И. и др. Технология фильтрационного способа изготовления и физико-технические свойства стеновых и облицовочных изделий из мелкозернистого бетона. Тезисы докладов международной конференции "Высокие технологии и научно-технический прогресс в строительном комплексе Республики Беларусь" - Минск 1999 -59 с.
3. Блещик Н.П. Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси.-Минск, 1977 - 187 с.
4. Григорьев А.Б., Попов К.Н., Фиговский О.Л. Бетон для мозаичных покрытий полов. Журнал "Строительные материалы" №2, 1992.- 2-4 с.

УДК 624.012.45

Павлова И.П., Тур В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ РАСШИРЯЮЩЕГОСЯ КОМПОЗИТА ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРОЦЕССА РАСШИРЕНИЯ НАПРЯГАЮЩЕГО БЕТОНА

ВВЕДЕНИЕ

Одной из серьезных проблем, возникающих при производстве конструкций из высококачественных бетонов, имеющих низкое водовяжущее отношение, являются усадочные деформации, в частности, аутогенная усадка, приводящая к образованию микротрещин в структуре твердеющего бетона в раннем возрасте [14]. На протяжении целого ряда лет техническая мысль была направлена на поиск средств и способов полного исключения или частичного снижения деформаций усадки до значений, не приводящих к трещинообразованию бетона. В последнее время изучению аутогенной усадки посвящено значительное число аналитических и экспериментальных работ [19, 28, 29, 36]. Одним из возможных путей решения проблемы усадки является применение специальных вяжущих. Так, в высококачественных бетонах было предложено [30, 44] использовать взамен части портландцемента добавку метакаолинов, сульфоалюминатные и ферроалюминатные комплексы. Как отмечено в работах [19, 28], применение названных добавок позволяет не только компенсировать усадочные деформации, но и получить расширение композитной системы даже в изолированном состоянии [30, 44].

В Республике Беларусь на протяжении ряда лет ведутся целенаправленные исследования расширяющихся вяжущих, бетонов на их основе и самонапряженных конструкций [15, 16]. Использование напрягающего бетона рационально не только с позиций снижения негативных последствий усадки, но, прежде всего, из-за возможности получать регулируемое исходное напряженно-деформированное состояние элементов конструкции, положительно влияющее на их эксплуатационные характеристики и, как следствие, на ее долговечность. При проектировании составов напрягающих бетонов наряду с прогнозированием характерной для традиционных бетонов основополагающей величины прочности на сжатие возникает необходимость целенаправленного получения требуемых величин самонапряжения и свободного расширения, контролируемых соответствующим стандартом [9]. К сожалению, к настоящему времени не существует научно-обоснованных практических рекомендаций по расчету составов напрягающих бетонов исходя из получения заданных деформативно-прочностных характеристик к моменту стабилизации процесса расширения. Немногочисленные известные методики подбора составов напрягающего бетона сводятся к использованию некоторых эмпирических зависимостей [5], дающих в ряде случаев результаты, противоречащие физическому смыслу рассматриваемого явления [17].

Учитывая сложность явлений, происходящих в процессе расширения композитной системы, задачу прогнозирования характеристик свойств напрягающего бетона целесообразно решать с применением структурно-механического моделирования.

При этом, для адекватной оценки собственных напряжений необходимо рассматривать в неразрывной связи химическую (объясняющую источник и механизм расширения вяжущего), геометрическую (описывающую взаимосвязь между изменением объемов отдельных частиц и объема всей структуры в целом) и механическую (связанную главным образом с представлениями о собственных напряжениях, их релаксацией в деформирующейся структуре, прочности механических контактов и т. д.) стороны процесса расширения [15]. В настоящее время все они представляют собой достаточно разобщенные области исследовательских интересов, поэтому известные результаты зачастую не только раз-