

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ

УДК 621.311

Требования, предъявляемые к поверхности бетонных изделий

Л.А. Мамаев^a, В.С. Федоров^b, С.Н. Герасимов^c, Р.М. Фарзалиев^d

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^apro_uch@brstu.ru, ^bfedorov-v-s@yandex.ru, ^csdm_gerasimov@rambler.ru, ^dfarzaliev-R-M@mail.ru

Статья поступила 10.06.2013, принята 10.08.2013

Бетонные изделия должны обладать высокой точностью геометрических размеров, чистотой обработки и ровностью поверхности, достаточной адгезией для обеспечения возможности покрытия их отделочными материалами, трещиностойкостью. Кроме того, железобетонные сооружения находятся в неблагоприятных условиях эксплуатации, что также влияет на долговечность сооружений, изготавливаемых из таких изделий. Даже небольшие выступы или углубления, заполняясь водой, могут стать очагами разрушения покрытия. Из глубинных слоев к поверхности, вследствие разности температур, подсыхает вода и увеличивает степень водонасыщения поверхностных слоев, что ведет к их разрушению. Быстрый и полный отвод воды с бетонных поверхностей за счет уменьшения шероховатости плоскости поверхностного слоя является одним из важнейших факторов, обеспечивающих долговечность фасадных элементов зданий, дорожных и аэродромных покрытий. Кроме того, железобетонные изделия должны обладать высокой точностью геометрических размеров, чистотой обработки и ровностью поверхности, достаточной адгезией для обеспечения возможности покрытия их отделочными материалами, трещиностойкостью при транспортировке и эксплуатации. Требования, предъявляемые к качеству бетонных изделий, регламентируются в Российской Федерации соответствующими ГОСТами, техническими условиями (ТУ) и СНиПами. Обзор нормативных документов по железобетонным конструкциям и изделиям, используемым в различных областях строительства, показал, что особенно большое значение имеют вопросы чистоты поверхности.

Ключевые слова: шероховатость, поверхность, заглаживание, долговечность, изделие, прочность, формование, строительство.

Requirements to concrete products surface

L.A. Mamaev^a, V.S. Fedorov^b, S.N. Gerasimov^c, R.M. Farzaliev^d

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

^apro_uch@brstu.ru, ^bfedorov-v-s@yandex.ru, ^csdm_gerasimov@rambler.ru, ^dfarzaliev-R-M@mail.ru

Received 10.06.2013, accepted 10.08.2013

Concrete products must possess high accuracy of geometrics observance, surface finish and evenness, sufficient adhesion for finishing materials covering, crack resistance. Besides, ferroconcrete constructions are used in adverse service conditions that, in turn, influence the durability of constructions produced of such items. Even small asperities or cavities, being filled with water, can become the coating damage centers. Due to the temperature difference, water leaking from the deep layers to the surface increases the extent of the surface layers water saturation and results in their damage. Rapid and complete water drainage from concrete surfaces due to the reduction in surface layer roughness is one of the major factors providing durability of the facade building elements, road and airfield pavements. Besides, ferroconcrete products must possess crack resistance during their transporting and operation. In the Russian Federation, the requirements to the concrete products quality are regulated by the appropriate State Standards, specifications (TU) and the Construction Norms and Regulations. The review of normative documents on ferroconcrete structures and products used in various construction areas has demonstrated that the surface finish issues are of great importance.

Keywords: roughness, surface, float finish, durability, product, strength, forming, construction.

Введение. В строительстве существуют два направления отделки поверхности изделий: отделка поверхности до термовлажностной обработки изделия, то есть в незатвердевшем виде, и отделка поверхности затвердевших изделий. Первый вид отделки наиболее распространен, экономически более целесообразен, так как легко деформируемая поверхность изделия заглаживается до необходимой чистоты с меньшими затратами. Второй вид отделки используется главным обра-

зом для обработки поверхностей, прилегающих к плоскостям формы. Этот вид отделки обычно сводится к устранению дефектов формования.

Обзор требований к поверхности бетонных изделий. Отделка незатвердевших бетонных поверхностей во многих случаях осуществляется вручную или разнообразными машинами и является трудоемкой операцией, сдерживающей рост производительности во многих областях строительства.

Обзор каталогов и нормативных документов по железобетонным конструкциям и изделиям показал, что большое значение имеют вопросы чистоты поверхности изделий, отформованных из бетонных смесей, в жилищном, промышленном, дорожном, аэродромном и гидротехническом строительстве [1, 2, 3, 4, 5, 9]. Подготовка поверхностей изделий должна выполняться

согласно требованиям СНиП 3.04.03-85 и соответствовать ГОСТ 13015.0-83. Основное назначение бетонных поверхностей приведено в табл. 1. Категория бетонной поверхности конструкций конкретных видов должна соответствовать установленным стандартам или техническими условиями на эти конструкции.

Таблица 1

Основное назначение бетонных поверхностей конструкции в соответствии со СНиП 3.04.03-85 и ГОСТ 13015.0-83

Категория бетонной поверхности конструкции	Основное назначение поверхности конструкции	Основной способ получения поверхности...	
		... примыкающей к форме при формировании конструкции	... открытой при формировании конструкции
1	2	3	4
A1	Глянцевая поверхность, не требующая отделочного покрытия, на строительной площадке	Формование конструкций в формах со стеклопластиковой или другой глянцевой поверхностью	–
A2	Поверхность, подготовленная под улучшенную окраску (без шпатлевания на строительной площадке) или высококачественную окраску (с одним слоем шпатлевки на строительной площадке)	Формование конструкций в горизонтальном положении с использованием качественных эмульсионных смазок и, при необходимости, методом водной пластификации. Формование конструкций в горизонтальном или вертикальном положении с последующим механизированным шпатлеванием всей поверхности на предприятии	–
A3	Поверхность, подготовленная под декоративную отделку пастообразными составами (без шпатлевания на строительной площадке); под улучшенную или высококачественную окраску (соответственно с одним или двумя слоями шпатлевки на строительной площадке); под оклейку обоями	Формование конструкций в горизонтальном положении, а также в вертикальном положении с последующим механизированным шпатлеванием части поверхности на предприятии	Формование конструкций в горизонтальном положении с заглаживанием поверхностей специализированными машинами
A4	Поверхность, подготовленная под оклейку обоями, линолеумом и другими рулонными материалами; под облицовку плиточными материалами на клею	Формование конструкций в горизонтальном или вертикальном положении	Формование конструкций в горизонтальном положении с заглаживанием поверхностей специализированными машинами
A5	Поверхность, подготовленная под облицовку плиточными материалами на растворе	То же	Формование с последующим заглаживанием поверхности
A6	Поверхность, подготовленная под простую окраску, а также не отделываемая поверхность, к которой не предъявляют требования по качеству	”	То же
A7	Поверхность, невидимая в условиях эксплуатации	”	Формование с выравниванием поверхности в процессе вибрирования

Бетонные поверхности конструкций подразделяют на категории А1 – А7 [10]. При этом размеры раковин, местных наплывов и впадин на бетонной поверхности

и окопов бетона ребер конструкций не должны превышать значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Размеры раковин, местных наплывов и впадин на бетонной поверхности в соответствии со СНиП 3.04.03-85 и ГОСТ 13015.0-83

Категория бетонной поверхности конструкции	Диаметр или наибольший размер раковины	Высота местного наплыва (выступа) или глубина впадины	Глубина окола бетона на ребре, измеряемая по поверхности конструкции	Суммарная длина околов бетона на 1 м ребра
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
A1	Глянцевая (по эталону)		2	20
A2	1	1	5	50
A3	4	2	5	50
A4	10	1	5	50
A5	не регламентируется	3	10	100
A6	15	5	10	100
A7	20	не регламентируется	20	не регламентируется

Бетонная поверхность, подготовленная к нанесению антикоррозионной защиты, не должна иметь выступающей арматуры, раковин, наплывов, околов ребер, масляных пятен, грязи и пыли. Подготовленная бетон-

ная поверхность, в зависимости от вида защитного покрытия, должна соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3. Класс шероховатости определяется по табл. 4.

Таблица 3

Подготовленная бетонная поверхность, в зависимости от вида защитного покрытия, в соответствии с ГОСТ 13015.0-83

Показатели	Значения показателей качества поверхности, подготовленной под защитные покрытия			
	лакокрасочные	мастичные, шпатлевочные и наливные на основе синтетических смол	клеечные	футеровочные и облицовочные
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1. Шероховатость:				
класс шероховатости	3-Ш	2-Ш	3-Ш	Устанавливается в зависимости от свойств подслоя покрытия
суммарная площадь отдельных раковин и углублений на 1 м ² , %, при глубине раковин, мм:				
до 2	До 0,2	–	–	–
« 3	–	До 0,2	До 0,2	–
поверхностная пористость, %	До 5	До 20	До 10	–
2. Влажность поверхностная, % по массе	До 4	До 4	До 4	До 4

Таблица 4

Класс шероховатости в соответствии со СНиП 3.04.03-85 и ГОСТ 13015.0-83

Класс шероховатости	Расстояние между выступами и впадинами, мм	Класс шероховатости	Расстояние между выступами и впадинами, мм
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1-Ш	Св. 2,5 до 5,0	3-Ш	Св. 0,6 до 1,2
2-Ш	« 1,2 « 2,5	4-Ш	« 0,3 « 0,6

В США, Англии, Франции и Германии в 1980-е годы была введена классификация бетонных поверхностей, а также определены точные условия их эксплуатации, которые определяют их долговечность. Стандарты, разработанные American Society of Testing and Materials (ASTM), American Concrete Institute (ACI),

British Standards (BS), Deutschland Institution fur Normen (DIN), вводят точные разделения изделий на классы. Примерами могут быть классификации согласно ACI 302 для бетонных промышленных полов (табл. 5) и BS 8204, определяющая точность обработки бетонных полов (табл. 6) и DIN (табл. 7).

Таблица 5

Виды бетонных полов по классификации Американского института бетона (ACI 302)

Категория	Нагрузка	Место применения	Рекомендуемое сопротивление сжатию, МПа	Рекомендуемые виды обработки	Высота неровности, мм, на длине 4 м
1	2	3	4	5	6
I	небольшое движение пешеходов	жилищное строительство	21	заглаживание	4
II	интенсивное движение пешеходов	общее строительство	24	заглаживание, выглаживание	как выше (в случае терразита до 3 мм)
III	как выше	склады, коммуникация	25	заглаживание, поверхностное упрочнение	4
IV	интенсивное движение с дополнительным движением легких машин	как выше	28	заглаживание, поверхностное упрочнение	5
V	движение промышленных поездов	промышленные помещения	28	заглаживание, поверхностное упрочнение + текстурная обработка	6
VI	движение промышленных поездов на стальных колесах	как выше	31	как выше (с твердым металлическим наполнителем бетона)	10
VII	как IV, V, VI	морозильники, камеры, укладка на старом фундаменте	35..55	специальная обработка	10

Таблица 6

Классификация качества обработки поверхности согласно BS 8204

Класс	Место применения	Максимальная шероховатость R_n (мм), измеряемая на длине 3 м
1	2	3
SR 1	высокий стандарт на специальных объектах – складах	3
SR 2	обычный стандарт в торговых и промышленных объектах	5
SR 3	для остальных объектов	10

Таблица 7

Классификация качества обработки поверхности согласно DIN 18202

№	Место применения	Расстояние ниже горизонтальной линии на длине, мм,:				
		0,1 м	1 м	4 м	10 м	15 м
1	2	3	4	5	6	7
1	Конструкционные плиты закладываемые в грунт	10	15	20	25	30
2	Конструкционные плиты с точной геометрией изготовления	5	8	12	15	20
3	Покрытия с высокоточной геометрией изготовления.	2	4	10	12	15
4	Покрытия специального назначения	1	3	9	12	15

Обзор каталогов и нормативных документов по бетонным и железобетонным конструкциям показал, что особенно большое значение имеют вопросы чистоты поверхности в жилищном, промышленном, дорожном, аэродромном и гидротехническом строительстве [7, 10].

Необходимая чистота любых видов поверхностей достигается различными способами. Выбор способа в значительной мере определяется видом используемого формовочного оборудования. При горизонтальном способе формирования открытую поверхность легко можно обрабатывать до необходимого класса шероховатости, заглаживая еще не затвердевшую бетонную смесь. Иначе обстоит дело с поверхностями, обращенными к форме. Отделывать их можно лишь после пропаривания и распалубки изделия. При этом приходится обрабатывать уже затвердевший бетон, что намного усложняет задачу. Основными дефектами на поверхностях, обращенных к форме, оказываются неровности, передаваемые самой формирующей плоскостью, раковины или борозды от пузырьков и струек воздуха, выщербины и сколы, образующиеся вследствие прилипания бетона к поддону, пустоты из-за недостаточного уплотнения смеси, обнажения арматурных каркасов, следы смазки и пр. Такого рода дефекты предотвращают периодическим шлифованием поддонов форм или облицовкой их специальными пластмассами.

Однако эти способы не всегда эффективны, поэтому часто затвердевшие поверхности отделывают после распалубки изделий. С этой целью наносят на них специальные растворы и затем затирают поверхности при помощи специальных машин.

Вывод

Таким образом, проводимые в данной области исследования [4, 5, 6, 9, 10] показывают, что при обработке незатвердевшей поверхности изделий бетоноотделочными машинами главным критерием, определяющим качество поверхности, является шероховатость поверхности и, во многих случаях, прочность поверхностного слоя изделия.

Литература

1. Болотный А.В. Заглаживание бетонных поверхностей. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-е, 1979. 128 с.
2. Белокобыльский С.В., Кашуба В.Б., Ситов И.С. Повышение прочностных характеристик бетонного изделия обработкой его поверхности высокочастотным рабочим органом бетоноотделочной машины // Вестн. машиностроения. 2008. № 1. С. 83-85.
3. Белокобыльский С.В., Мамаев Л.А., Кашуба В.Б., Ситов И.С. Вибрационная технологическая машина с управляемым динамическим состоянием для поверхностной обработки упруго-

вязкопластичных сред // Современные наукоемкие технологии. 2009. № 1. С. 5.

4. Герасимов С. Н. Определение рациональных параметров и режимов работы вибрационного дискового рабочего органа для обработки бетонных поверхностей: дис. ... канд. техн. наук. Хабаровск, 2003. 210 с.

5. Кашуба В.Б. Разработка методологических основ создания бетоноотделочных машин с дисковыми высокочастотными рабочими органами: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13. Братск, 2008. 205 с.

6. Мамаев Л.А. Методология совершенствования теории взаимодействия рабочих органов бетоноотделочных машин с поверхностью обрабатываемых сред: дис. д-ра техн. наук. СПб.: СПбГАСУ, 2007. 360 с.

7. Мамаев Л.А., Федоров В.С., Герасимов С.Н. Инновационные технологии обработки поверхностей бетонных изделий // Строительные и дорожные машины. 2010. № 3. С. 8-12.

8. Мамаев Л.А., Федоров В.С., Герасимов С.Н. Определение заглаживающей способности дискового рабочего органа заглаживающей машины // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2010. № 1 (25). С. 89 – 91.

9. Ситов И.С. Динамика взаимодействия брусового рабочего органа бетоноотделочной машины с обрабатываемой средой: дис. ... канд. техн. наук. Братск, 2008. 197 с.

10. Федоров В.С. Совершенствование процесса и агрегата финишной обработки незатвердевших бетонных поверхностей: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13. Братск, 2011. 167 с.

References

1. Bolotny A.V. Float finish. L.: Stroyizdat. Leningr. otdeleniye, 1979. 128 s.
2. Belokobyl'sky S.V., Kashuba V.B., Sitov I.S. Improvement in strength characteristics of a concrete product by means of processing its surface by a high-frequency operating device of a concrete-finishing machine // Vestnik mashinostroeniya. 2008. № 1. S. 83-85.
3. Belokobyl'sky S.V., Mamaev L.A., Kashuba V.B., Sitov I.S. Vibrating production machine with a controlled dynamic state for elastoviscoplastic medium surfacing // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2009. № 1. S. 5.
4. Gerasimov S.N. Determination of the rational parameters and operating modes of a vibration disk-type operating device to process concrete surfaces: dis. ... kand. tekhn. nauk. Khabarovsk, 2003. 210 s.
5. Kashuba V.B. Elaboration of the methodological foundation to design concrete-finishing machines equipped with vibration disk-type operating: dis.... kand. tekhn. nauk: 05.02.13. Bratsk, 2008. 205 s.
6. Mamaev L.A. Methodology to improve the theory of interaction of the operating devices of concrete-finishing machines and the working mediums surface: dis. ... d-ra tekhn. nauk. SPb.: SPb GASU, 2007. 360 s.
7. Mamaev L.A., Fedorov V.S., Gerasimov S.N. Innovative technology for processing concrete products surfaces // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2010. № 3. S. 8-12.
8. Mamaev L.A., Fedorov V.S., Gerasimov S.N. Determination of the smoothing ability of a finishing machine disk-type operating device // Sovremennye tekhnologii. Sistemny analiz. Modelirovaniye. 2010. № 1 (25). S. 89 – 91.
9. Sitov I.S. The interaction dynamics of a beam-type operating device of a concrete-finishing machine and the working medium: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.02.13. Bratsk, 2008. 197 s.
10. Fedorov V.S. Improvement of the process and the device for finishing the unhardened concrete surfaces: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.02.13. Bratsk, 2011. 167 s.