УДК 69.059.7

© М. Ю. Пономарев, аспирант

© А. Ф. Юдина, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: ponomarevmih@mail.ru,

yudinaantonina2017@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-5-98-105

© М. Yu. Ponomarev, post-graduate student

© А. F. Yudina, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: ponomarevmih@mail.ru,

yudinaantonina2017@mail.ru

ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПРИ «БЕЗОТДЕЛОЧНОЙ» ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

PARAMETERS FOR DETERMINING THE SURFACE QUALITY ASSESSMENT FOR «NON-FINISHING» TECHNOLOGY FOR BUILDING MONOLITHIC STRUCTURES

Определены предпосылки применения «безотделочной» технологии устройства монолитных конструкций при возведении каркасно-монолитных зданий. Приведены примеры типичного брака при бетонировании. Рассмотрена существующая система строительного контроля и нормативная база определения качества поверхности монолитных конструкций. Определены основные свойства и параметры оценки поверхности при использовании предлагаемой технологии. Новый подход позволяет поднять систему качества и оценки монолитных конструкций на более высокий уровень. Приведена табличная система оценки поверхностей.

Ключевые слова: «безотделочная» технология, лицевая поверхность, система оценки качества, палуба, параметры оценки поверхности бетона.

The study determines the prerequisites for using the «non-finishing» technology for construction of monolithic structures, at erecting carcass-monolithic buildings. Examples of a typical spoilage in concreting are given. The existing system of construction control and the regulatory framework for determining the quality of monolithic structure surface is considered. The main properties and parameters of the surface evaluation using the described technology are determined. The new approach allows improving the system of quality and evaluation of monolithic structures up to a new level. A tabular system for evaluating of surfaces is provided.

Keywords: «non-finishing» technology, front surface, quality evaluation system, deck, parameters of concrete surface evaluation.

Предпосылки использования «безотделочной» технологии

Мировой опыт строительства показал, что разнообразие архитектурного облика зданий, объемно-планировочных и конструктивных решений обеспечивается монолитным строительством, так как оно является более мобильным, гибким и экономичным. Именно поэтому объемы монолитного строительства в развитых странах мира в настоящее время достигают 55...80 % [1].

Прежде всего стоит отметить, что процесс бетонирования — это наиболее важный и ответственный этап возведения монолитных железобетонных конструкций. Бетонная смесь,

потерявшая способность к тиксотропному разжижению, уже не формуется, а бетон, набравший прочность, трудно поддается исправлению. Формируемым поверхностям придать облицовочный вид будет достаточно проблематично [2]. В связи с этим данному этапу работ оказывают особое внимание. Бетонная смесь не только должна заполнить опалубку, принять ее конфигурацию и размеры, но и обеспечить получение высококачественной бетонной конструкции [3].

Использование «безотделочной» технологии способствует выведению системы контроля качества на принципиально новый уровень. Это связано с тем, что в открытых и неоштукатурен-

ных поверхностях невозможно сокрытие типичного брака, получаемого при бетонировании: каверны, раковины, нарушение защитного слоя, оголение арматуры и, как следствие, уменьшение сечения несущих элементов здания (см. рисунок). Указанные дефекты возникают в результате ряда факторов, связанных прежде всего с нарушением технологии строительных процессов в строительстве.

Кроме того, склонность монолитного бетона к образованию дефектов связана с самой природой этого материала [4]:

- при усадке бетона идет процесс структурообразования;
- при гидратации цемента в реакцию вступает определенное количество воды. При изготовлении бетонной смеси применяется намного больше воды, чем нужно для достижения требуемой подвижности. Несвязанная вода выходит в результате гидратации и в результате этого образуется направленная пористость.

Типичные дефекты, выявляемые при бетонировании конструкций

В результате проявляются типичные дефекты бетона — это поры и каверны из-за выхода воды и трещины при усадке.

Совершенствованию методов контроля качества уделяют внимание многие аспиранты в диссертационных работах, например О. Е. Сениников в работе [5].

Существующая система контроля качества в строительстве позволяет выявлять и предотвращать множественные нарушения технологии производства бетонных работ посредством поэтапной проверки строительного процесса и подписания актов освидетельствования скрытых работ и т. д. [6]. Тем не менее, как видно на рисунке, это не исключает серьезных ошибок, допускаемых непосредственно производителями работ. Продемонстрированный пример типового брака выявлен на уникальном объекте, строительство которого находится под пристальным вниманием Ростехнадзора и других государственных надзорных органов. Кроме того, на объекте создана многоступенчатая система контроля качества, включающая¹:

- входной контроль качества бетонной смеси;
- операционный контроль качества опалубочных, арматурных работ, бетонных работ и соблюдения основных технологических регламентов;
- приемочный контроль законченных этапов, отдельных видов работ и объектов в целом;
- технический надзор заказчика;
- авторский надзор проектной организации.

Все это не обеспечивает эффективного противодействия браку, недоделкам и дефектам.

На других объектах, несмотря на снижение объемов капитального строительства, количество аварий и обрушений конструкций на строящихся и реконструируемых объектах не сокращается. Отдельные объекты уже в первые годы эксплуатации требуют проведения крупномасштабных ремонтно-восстановительных работ, вызванных прежде всего потерей прочности, устойчивости или снижением надежности несущих конструкций².

По большей степени это происходит в результате человеческого фактора. В структуре взаимо-

¹ Руководство по контролю качества строительно-монтажных работ. Общероссийский общественный фонд «Центр качества строительства», Санкт-Петербургское отделение. СПб.: KN, 1998.

² Там же.

действия в строительном процессе — подрядчик, технический надзор, заказчик — в интересах первого участника быстрее сдать монолитную конструкцию и получить денежные средства за выполненную работу, второго — принять выполненные работы, третьего — подписать акты приемки, ссылаясь на подпись второго участника строительства. Таким образом, в данной цепочке важным звеном являются представители технического надзора. Что если конкретные люди на местах не будут иметь соответствующую квалификацию или по причине огромного объема работ не смогут проконтролировать ту или иную конструкцию? Все это выливается в снижение надежности несущих конструкций, как указано в [7].

Одним из выходов из сложившейся ситуации может стать применение «безотделочной» технологии монолитного строительства. Конечный результат бетонирования конструкций будет на виду на всех этапах строительства, а также и при эксплуатации объекта. В качестве готовой продукции мы получаем так называемый «честный» бетон. Тем самым скрыть дефект, недоделки и прочий брак за слоями штукатурки уже не получится.

Основными преимуществами исследуемой технологии являются:

- уникальность и оригинальность архитектуры объекта;
- совершенствование системы контроля качества монолитной конструкции и оценки лицевой поверхности бетона;
- исключение части отделочных работ из строительного процесса;
- экономическая эффективность технологии и ускорение сроков производства работ.

Система оценки и контроля качества «безотделочной» технологии

В российской практике большой редкостью считается предъявление отдельных специальных требований к качеству бетонных смесей и проведению работ. Существующая нормативная документация предъявляет требования к качеству поверхности и внешнему виду монолитных бетонных и железобетонных конструкций согласно СП 70.13330.2012³.

Согласно приложению Ц указанного документа, поверхность предлагается оценивать как принадлежащую к одному из четырех классов А3–А7, которые предполагают основные допуски лишь по локальным выступам и прямолинейности (табл. 1).

Далее в документе идет распределение классов относительно их будущего назначения, а именно их последующей отделки (табл. 2). Именно поэтому ни один из предлагаемых классов бетонной поверхности нельзя отнести к категории законченных.

На практике уже можно встретить применение поверхностей наивысшего класса А3, например, монолитные конструкции «Западного скоростного диаметра» (далее ЗСД) в Санкт-Петербурге, где законченной конструкцией являлась окрашенная поверхность монолитной железобетонной опоры или пролета. Так называемые особые требования к качеству поверхностей монолитных конструкций должны быть предусмотрены в рабочей документации.

Отдельно отмечается, что постоянное воздействие агрессивной среды должно быть учтено проектной организацией в дополнительных требованиях.

³ СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87 (с изменением № 1). М.: ФГУП ЦПП, 2011.

Таблица 1

Классы бетонных поверхностей

Класс бетонной поверхности	Допуски прямолинейности для измеряемых расстояний, мм			
	Местные неровности (0,1 м)	1 м	2 м	3 м
A3	2	4,5	7	9,5
A4	3	7,5	10,5	14
A6	5	10	12	15
A7	10	15	15	15

Примечание. Допуски прямолинейности применяются при условии выполнения допусков по толщине защитного слоя и по размерам сечений (толщинам) элементов.

Таблица 2

Основное назначение бетонных поверхностей монолитных конструкций

Класс бетонной поверхности	Основное назначение поверхностей конструкций
A3	Лицевая поверхность стен, колонн и нижняя поверхность перекрытий с повышенными требованиями к внешнему виду. Поверхность под улучшенную окраску без шпатлевки
A4	Лицевая поверхность стен, колонн и нижняя поверхность перекрытий, подготовленная под отделку (оклейка обоями, облицовка)
A6	Лицевая поверхность стен, колонн, нижняя поверхность перекрытий без специальных требований к качеству поверхности. Поверхность без отделки или под простую окраску
A7	Минимальные требования к качеству поверхности бетона. Оштукатуриваемые и скрывающиеся поверхности

Для самого высокого класса бетонной поверхности, к примеру, не допускаются такие дефекты: оголенные арматурные изделия, участки неуплотненного бетона, пятна различного происхождения и т. д.

Стоит отметить, что указанным нормативным документом допускаются отпечатки щитов и элементов опалубки, отверстия под щиты, что негативно влияет на внешний вид поверхности. Что касается внешнего вида поверхности, то допускаются раковины диаметром до 4 мм и глубиной до 2 мм, а также сколы ребра глубиной 5 мм. В целях устранения указанных дефектов предлагается шлифовать поверхность для достижения требуемых показателей [8]. Указанные в СП 70.13330.2012 требования не подходят под категорию лицевой поверхности в связи с тем, что они совершенно не учитывают критерии оценки эстетических и отделочных свойств. Поэтому для определения соответствия бетонной поверхности необходимым эстетическим и другим отделочным свойствам, а также основным несущим и эксплуатационным параметрам предлагается определить прежде всего параметры, которые будут описывать визуальные поверхностные свойства:

- текстуру бетонной поверхности;
- пористость;
- однородность цветного тона, равномерность;
- ровность;
- наличие рабочих швов;
- сегрегацию.

Учитывая специфику бетонных работ, следует отметить, что придание всем конструкциям

здания законченного эстетического вида представляется крайне затруднительным. В связи с этим предлагается разделить конструкции по их последующему назначению. В европейских странах существует подобная классификация, которую можно встретить в методических указаниях отдельных производителей, строительных компаний и поставщиков систем опалубки^{4,5} [9].

Таким образом, выявляются следующие типы поверхностей (табл. 3):

1. Конструкции, к которым применяются низкие требования к качеству лицевой поверхности бетона. К ним можно отнести конструкции в подвальных помещениях, паркингах или участки, которые будут впоследствии заставлены.

2. Конструкции, к которым применяются обычные требования, такие как лестницы, подпорные стенки.

3. Конструкции, к которым применяются особые требования. Отдельно можно определить поверхности с высокими требованиями (фасады зданий), а также с особо высокими требованиями (показательные конструкции — внутренние стены и колонны).

Для полной картины оценки состояния лицевой поверхности составлены три таблицы с вышеуказанными характеристиками.

В табл. 4 приведена расшифровка обозначений, указанных в табл. 3.

Выбор опалубки имеет особое значение для «безотделочной» технологии монолитного стро-

⁴ Sichtbeton. Fassung Juni 2015. Merkblätter Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. – Bauausführung. Quelle: DBV-Merkblatt-Sammlung. Merkblätter, Sachstandberichte. Grundwerk Stand Juni 2015; DBV-Merkblatt 53. Seiten: 2015.

⁵ Sichtbeton mit Dyckerhoff WEISS. Planung und Ausführung von farbigen Sichtbetonflächen. 2016.

Таблица 3

Классификация лицевых бетонных поверхностей и требований к ним в соответствии с классом

№ п/п	Класс лицевой поверхности	Возможное применение	Требования к воздействию открытых бетонных поверхностей в соответствии с классом							Другие требования		Из- держки произ- водства
			Текстура	Пористость		Однород- ность цвета		Ров- ность	Рабочие швы и опалубка	Испыта- ния ³	Поверхность опалубки ⁴	
				a ¹	n/a ²	a	n/a					
1	Низкие требования	Л1 Бетонные поверхности с низкими требованиями к конструкции, такие как подвальные стены или участки с преимущественно коммерческим использованием	Т1	П1	ОЦ1	Р1	РШ1	Свободно	ТП1	Низкие		
2	Обычные требования	Л2 Бетонные поверхности с нормальными требованиями к конструкции, такие как лестничные клетки, подпорные стенки	Т2	П2	П1	ОЦ2	ОЦ2	Р1	РШ2	Средние	Средние	
3	Специальные требования	Л3 Бетонные поверхности с высокими требованиями к конструкции, такие как фасады	Т2	П3	П2	ОЦ2	ОЦ2	Р2	РШ3	Высокие	Высокие	
4		Л4 Бетонные поверхности с особенно высокими требованиями к конструкции, показательные конструкции (внутренние стены, колонны)	Т3	П4	П3	ОЦ3	ОЦ2	Р3	РШ4	Очень высокие	Очень высокие	

Примечания:

¹ а — абсорбирующая, n/a — неабсорбирующая опалубка; см. табл. 5.² Общее впечатление от бетонной поверхности после длительного наблюдения (примерно несколько недель). Однородность цветового тона следует оценивать с обычного расстояния (2 м).³ Требования к испытаниям.⁴ Для требований по формированию см. табл. 5.

Таблица 4

Характеристики требований в соответствии с табл. 3

№ п/п	Параметр	Соответствие классу	Требования
1	Текстура	T1	<ul style="list-style-type: none"> В значительной степени цельная поверхность из цементного молочка возможно проступание цементного молочка шириной до 20 мм и глубиной около 10 мм допускается отпечаток элементов опалубки
2		T2	<ul style="list-style-type: none"> Закрытая и в значительной степени однородная бетонная поверхность возможно проступание цементного молочка шириной до 10 мм и глубиной около 5 мм допускается шлифовка оставшихся подтеков цементного молочка глубиной 5 мм допускается отпечаток элементов опалубки
3		T3	<ul style="list-style-type: none"> Гладкая, цельная и в значительной степени однородная бетонная поверхность возможно проступание цементного молочка шириной до 3 мм допускаются тонкие, технически неизбежные проступания цементного молочка до 3 мм должны быть подробно указаны дополнительные требования (например, анкера, материал опалубки)
4	Пористость	Пропорция пор с диаметром пор D в границах $2 \text{ мм} < D < 15 \text{ мм}$ измеряется на контролируемой поверхности	
5		П1	Содержание пор должно быть менее 3000 мм^2 (около 1,2 % контролируемой поверхности)
6		П2	Содержание пор должно быть менее 2250 мм^2 (около 0,9 % контролируемой поверхности)
7		П3	Содержание пор должно быть менее 1500 мм^2 (около 0,6 % контролируемой поверхности)
8	Однородность цвета	П4	Максимальная доля пор около 750 мм^2 (около 0,3 % контролируемой поверхности)
9		ОЦ1	Допускаются светлые/темные пятна, пятна от грязи не допускаются
10		ОЦ2	Разрешены однородные, крупные светло-темные цвета в цвете. Недопустимы пятна грязи, недопустимы включения фрагментов опалубки, а также материалов разного вида и происхождения
11	Однородность цвета	ОЦ3	Допускаются небольшие светлые/темные пятна. Недопустимыми являются пятна грязи, видимые участки мусора, а также краски, вызванные несоблюдением указаний. Не допускаются пятна, образовавшиеся от опалубочной смазки
12		Требования к плоскостности Р1–Р3 не применяются к обрабатываемой или структурированной поверхности	
13	Плоскость	Р1	В соответствии с табл. 5, строка 5
14		Р2	В соответствии с табл. 5, строка 6
15		Р3	В соответствии с табл. 5, строка 6 Более высокие требования к однородности должны быть согласованы отдельно; при необходимости расходы и приемки должны быть подробно определены заказчиком
16	Палуба	ТП1	См. табл. 5
17		ТП2	См. табл. 5
18		ТП3	См. табл. 5
19	Рабочие швы и опалубка	Рабочие швы и опалубка остаются видимыми в диапазоне РШ1–РШ2	
20		РШ1	Возможно смещение поверхностей в соединениях примерно до 5 мм. Недопустимые смещения должны быть удалены своевременно. В рабочих швах рекомендуются трапециевидные планки
21		РШ2	Требуется четкое планирование карты швов. Возможно смещение поверхностей в соединениях примерно до 5 мм. Недопустимые смещения должны быть удалены своевременно. В рабочих швах рекомендуются трапециевидные планки. Должна быть детально проработана карта швов
22		РШ3	Рабочие швы опалубки не рекомендуются
23		РШ4	Рабочие швы опалубки не рекомендуются

Таблица 5

Классификация листа опалубки

№ п/п	Признак	Тип палубы		
		ТП1	ТП2	ТП3
1	Отверстия	С пластмассовыми или деревянными пробками или с подходящим способом ремонта	Допустимо, отремонтировать	Недопустимо
2	Отверстия гвоздей и шурупов	Допустимо	Без осколков	Недопустимо
3	Повреждение палубы глубинными вибраторами	Допустимо	Недопустимо	Недопустимо
4	Царапины	Допустимо	Допускаются небольшие царапины глубиной до 1 мм	Недопустимо
5	Остатки бетона или раствора	Отсутствуют большие налипания	Недопустимо	Недопустимо
6	Остатки цемента	Допустимо	Недопустимо	Недопустимо
7	Набухание формы палубы	Допустимо	Недопустимо	Недопустимо

ительства. Это касается как внешнего вида, так и экономической эффективности. Запатентованный способ бесшовного бетонирования конструкции позволяет уйти от следов, оставляемых щитами опалубки [10].

В табл. 5 указаны типы палубы и рекомендации по ее применению относительно класса поверхности.

Заключение

Рассмотренные в статье примеры типичного брака при выполнении бетонных работ указывают на то, что систему монолитного домостроения совершенствовать не только можно, но и нужно. Существующая система строительного контроля не позволяет оценивать поверхности монолитных конструкций. Предлагаемая классификация бетонных поверхностей и критерии их оценки позволяют более скрупулезно подходить к качеству технологии монолитных работ в целом.

Внедрением «безотделочной» технологии возведения монолитных конструкций в существующую систему качества в строительстве мы открываем новую главу контроля поверхностей монолитных конструкций [11, 12]. Изучение данной технологии потребует разработки отдельных методик и директив, применение которых,

несомненно, поднимет строительную отрасль России на более высокий качественный уровень.

Библиографический список

1. Мхитарян Н., Бадеян Г., Малайцдзе Э. Новая технология в монолитном домостроении // Капстроительство. 2002. № 5. С. 9–12.
2. Евсеев Б. А. Производство бетонных работ // Архитектура и строительство. 2002. № 10. С. 27–32.
3. Сенников О. Е. К оценке качества строительномонтажных работ в монолитном домостроении. Н. Новгород: НГАСУ, 2004. С. 293–296.
4. Технология строительных процессов / под общ. ред. Н. Н. Данилова, О. М. Терентьева. М.: Высшая школа, 2005. 464 с.
5. Сенников О. Е. Совершенствование методов и средств технологического контроля качества уплотнения бетонной смеси и прочностных характеристик монолитного бетона: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Н. Новгород, 2005. 25 с.
6. Сенников О. Е. О создании комплексной системы качества монолитного домостроения. Н. Новгород: НГАСУ, 2002. С. 66–69.
7. Яворский А. А., Сенников О. Е., Киселев С. А. Об обеспечении качества монолитного домостроения // Итоги строительной науки: тез. докл. науч.-техн. конф. Владимир, 2003. С. 56–58.
8. Петров А. Технология строительного производства // Строительный эксперт, 2003. № 6. С. 29–33.

9. Юдина А. Ф., Пономарев М. Ю. Использование «облицовочного» бетона при возведении монолитных зданий // Строительство: новые технологии — новое оборудование. 2017. № 3. С. 39–56.

10. Способ формирования лицевой поверхности монолитных конструкций: пат. 2638048 Рос. Федерация: МКП Е04F 13/02, В28В 19/00, В28В 5/00 / Юдина А. Ф., Пономарев М. Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО СПбГАСУ — 2016142235; заявл. 26.10.2016; опубл. 11.12.2017, Бюл. №35.

11. Litzner H.-U., Goldammer K.-R. Philosophy of the new DBV/BDZ-code of practice „Architectural Concrete“ [Philosophie des neuen DBV/BDZ-merkblattes „sichtbeton“] // Beton- und Stahlbetonbau. 2005. No. 100 (6). Pp. 489–495.

12. Hee S. Architectural concrete with Dyckerhoff Weiss Design and execution of architectural concrete surfaces [Sichtbeton mit Dyckerhoff Weiss Planung und Ausführung von Sichtbetonflächen] // Betonwerk und Fertigteil-Technik/Concrete Plant and Precast Technology. 2009. No. 75 (7). Pp. 16–26.

References

1. Mkhitarian N., Badeyan G., Malatsidze Eh. *Novaya tekhnologiya v monolitnom domostroenii* [New technology in monolithic construction]. *Kapstroitel'tvo – Capital construction*, 2002, no. 5, pp. 9–12.

2. Evseev B. A. *Proizvodstvo betonnykh работ* [Concreting]. *Arkhitektura i stroitel'stvo – Architecture and construction*, 2002, no. 10, pp. 27–32.

3. Sennikov O. E. *K otsenke kachestva stroitel'no-montazhnykh работ v monolitnom domostroenii* [About the evaluation of construction and installation works' quality in monolithic construction]. N. Novgorod, NGASU Publ., 2004, pp. 293–296.

4. *Tekhnologiya stroitel'nykh protsessov* [Technology of construction processes]. Ed. by Danilov N. N., Terentev O. M. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2005, 464 p.

5. Sennikov O. E. *Sovershenstvovanie metodov i sredstv tekhnologicheskogo kontrolya kachestva uplotneniya betonnoy smesi i prochnostnykh kharakteristik monolitnogo*

betona. Avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk. [Improvement of methods and means of technological control of quality of concrete mix consolidation and strength characteristics of monolithic concrete. Author's thesis of PhD in Sci. Tech. diss.]. N. Novgorod, 2005, 25 p.

6. Sennikov O. E. *O sozdanii kompleksnoy sistemy kachestva monolitnogo domostroeniya* [On the establishment of integrated quality system of monolithic house-building]. N. Novgorod, NGASU Publ., 2002, pp. 66–69.

7. Yavorskiy A. A., Sennikov O. E., Kiselev S. A. *Ob obespechenii kachestva monolitnogo domostroeniya* [About quality provision in monolithic construction]. *Trudy nauch.-tekhn. konf. «Itogi stroitel'noy nauki»* [Proc. of sci. – tech. conf. “Results of building science”]. Vladimir, 2003, pp. 56–58.

8. Petrov A. *Tekhnologiya stroitel'nogo proizvodstva* [Technology of construction production]. *Stroitel'nyy Ekspert – Construction expert*, 2003, no. 6, pp. 29–33.

9. Yudina A. F., Ponomarev M. Yu. *Ispol'zovanie «oblitsovochnogo» betona pri vozvedenii monolitnykh zdaniy* [The use the “facing” concrete at construction of monolithic buildings]. *Stroitel'stvo: novye tekhnologii — novoe oborudovanie – Construction: new technologies – new equipment*, 2017, no. 3, pp. 39–56.

10. Yudina A. F., Ponomarev Yu. M. *Sposob formirovaniya litsevoy poverkhnosti monolitnykh konstruktsey* [Method of forming the front surface of monolithic structures]. Patent RF, no. 2638048, 2017.

11. Litzner H.-U., Goldammer K.-R. Philosophy of the new DBV/BDZ-code of practice „Architectural Concrete“ [Philosophie des neuen DBV/BDZ-merkblattes „sichtbeton“]. *Beton- und Stahlbetonbau – Concrete and reinforced concrete*, 2005, no. 100 (6), pp. 489–495.

12. Hee S. Architectural concrete with Dyckerhoff Weiss Design and execution of architectural concrete surfaces [Sichtbeton mit Dyckerhoff Weiss Planung und Ausführung von Sichtbetonflächen]. *Betonwerk und Fertigteil-Technik – Concrete Plant and Precast Technology*, 2009, no. 75 (7), pp. 16–26.