

УДК 624.012.3

## К ВОПРОСУ ПРОЧНОСТИ КОНТАКТНОГО ШВА В СОСТАВНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИЙ

Ю.С. АТРАШКЕВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Г. КРЕМНЁВА)

*Рассмотрены экспериментальные исследования прочности контактного шва с использованием композиций (трёхкомпонентных и двухкомпонентных) на основе цементных систем. Отмечена целесообразность применения двухкомпонентных композиций.*

Совместная работа составных бетонных и железобетонных конструкций и ее надежная эксплуатация невозможна без обеспечения прочности контактного шва. Контактный шов в общем случае представляет собой соединение как минимум двух элементов, например; соединение нового бетона (намоноличивания) со «старым» бетоном, при реконструкции; сборных элементов с монолитным бетоном, при сборно-монолитном строительстве; соединение участков монолитного бетона с вновь уложенным при монолитном строительстве; при замоноличивании стыков и швов в сборном строительстве.

В последнее время на строительном рынке появилось достаточно большое количество разнообразных материалов (композиций), которые предназначены для увеличения прочности поверхности конструкции после её изготовления. Многие из этих композиций не только увеличивают прочность конструкции верхних слоёв, но и создают гидроизоляционный, морозостойкий, химически стойкий слой.

Испытания проводились на следующих сериях образцов:

Г-1: намоноличивание нового бетона на поверхность контакта производилось без использования композиции, непосредственно на предварительно подготовленную поверхность сборного бетона [2];

Г-2: перед укладкой нового бетона на предварительно подготовленную поверхность старого бетона наносилась трёхкомпонентная композиция (цементный раствор) слоем толщиной 1 см. Затем, не позднее чем через 30–60 минут после устройства прослойки, укладывался бетон намоноличивания [2];

Г-3: перед укладкой нового бетона на предварительно подготовленную поверхность старого бетона наносилась двухкомпонентная композиция толщиной до 0,5 см в 2 слоя, с перерывом в 20 мин. Затем, не позднее чем через 30–60 минут после нанесения композиции, укладывался бетон намоноличивания [2].

Технология изготовления составных конструкций всех серий была одинакова и заключалась в следующем: к старому (сборному) бетону на подготовленную поверхность контакта намоноличивался новый бетон. Опалубка устанавливалась так, что при бетонировании участков контактная поверхность находилась в вертикальном положении. Предварительно на поверхности контакта дополнительно создавалась шероховатость [2].

Также в ходе работы определялись прочностные характеристики старого бетона и бетона намоноличивания (в возрасте 28 суток) методом ударного импульса при помощи прибора ИПС-МГ4.03.

Таблица 1. – Показания прочности испытываемых образцов, полученные методом ударного импульса

Марка образца	Прочность бетона намоноличивания, МПа	Среднее значение прочности бетона намоноличивания для каждой серии образцов, МПа	Прочность старого бетона, МПа	Среднее значение прочности старого бетона для каждой серии образцов, МПа
Г-1	47,38	48,42	33,3	33,3
	49,63		32,9	
	48,25		33,7	
Г-2	29,9	29,7	28,8	35,97
	27,7		42,8	
	31,6		36,3	
Г-3	33,8	33,5	30,6	32,4
	32,3		36,9	
	34,5		29,7	

В ходе проведения испытаний одной из поставленных задач являлось определение влияния композиций (трёхкомпонентной и двухкомпонентной) на прочность сцепления бетонов составного элемента.

Разрушение всех образцов произошло хрупко, внезапно, по поверхности старого бетона и композиции, а бетон намоноличивания и композиция в составной конструкции работали монолитно. Разрушение по этому контакту не зафиксировано.

На рисунке 1 предоставлена гистограмма с результатами определения прочности контактного шва всех серий образцов.

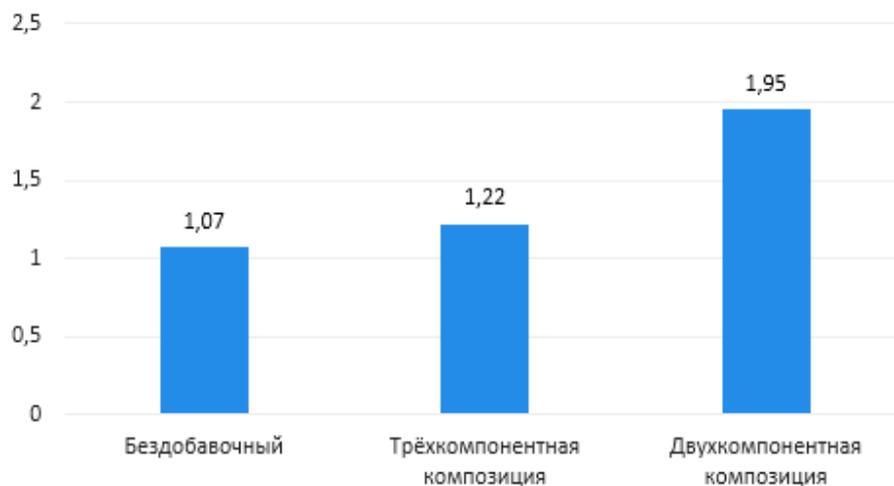


Рисунок 1. – Сопротивление сдвигу контактного шва, МПа

Для сравнения результатов экспериментальных исследований с теоретическими были выполнены расчёты по ТКП EN 1992-1-1-2009 [1] на определение расчетной прочности контактного шва.

Так, расчётную прочность контактного шва определяли по формуле:

$$V_{rd} = cf_{cd} + \mu\sigma_n + \rho f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5vf_{cd}, \quad (1)$$

где  $c$  – коэффициент, зависящий от шероховатости поверхности контакта;

$f_{cd}$  – расчетное сопротивление бетона на растяжение, МПа;

$\mu$  – коэффициент трения между напрягаемыми арматурными элементами и их каналами;

$\sigma_n$  – напряжение, вызванное наименьшей внешней нормальной силой, действующей перпендикулярно контакту, которое может действовать одновременно с поперечной силой;

$\rho = \frac{A_s}{A_t}$  ( $A_s$  – площадь сечения арматуры, проходящего через контакт, включая обычную поперечную

арматуру (если имеется), с достаточным анкерным креплением с обеих сторон контакта;  $A_t$  – площадь контакта);

$f_{yd}$  – расчетное значение предела текучести арматуры;

$\alpha$  – в пределах от 45 до 90°;

$v$  – понижающий коэффициент к прочности бетона.

В нашем случае, для расчета нормативного значения сопротивления срезу (сдвигу) формула будет иметь вид:

$$V_{rk} = cf_{ctk,0,05} \cdot \quad (2)$$

Коэффициент  $c$  принимаем согласно п. 6.2.5 ТКП EN 1992-1-1-2009, варьируется в пределах от 0,015 до 0,5. Шероховатость создавалась щетками, тип поверхности отличается от очень гладкой. В нашем случае глубина шероховатости до 3 мм, поэтому применяем усредненный коэффициент  $c = 0,3$ .

Класс бетона рассчитывается по кубиковой прочности бетонов  $f_{c,cube}^G$ , которая определяется по результатам, полученным методом ударного импульса, приведенным в таблице 1.

Результаты расчетов нормативного (теоритического) сопротивления сдвигу представлены в таблице 2, а также на гистограмме (рисунок 2).

Таблица 2. – Расчёт прочности контактного шва по ТКП 1992-1-1-2009

Серия	Экспериментальная прочность контактного шва, R, МПа	Теоретическая прочность контактного шва, МПа, по ТКП	Средняя прочность старого бетона на растяжение $f_{ctk,0,05}$ , МПа	Средняя прочность нового бетона на растяжение $f_{ctk,0,05}$ , МПа	Условный класс бетона, принятый в расчёт C'
Г-1	1,07	0,561	1,87	2,41	C <sup>26,64</sup> / <sub>33,3</sub>
Г-2	1,22	0,535	1,97	1,78	C <sup>28,78</sup> / <sub>29,73</sub>
Г-3	1,95	0,561	1,89	1,87	C <sup>26,83</sup> / <sub>33,53</sub>

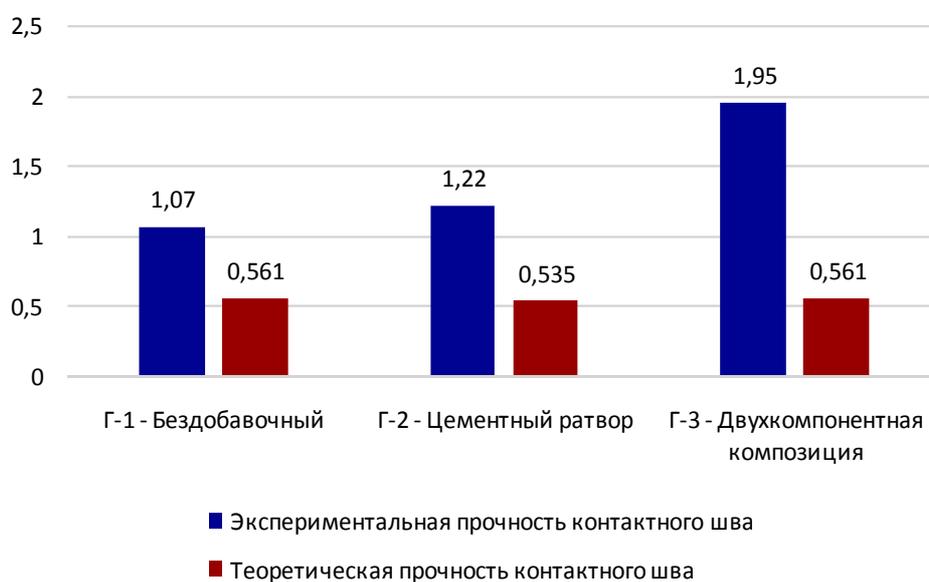


Рисунок 2. – Экспериментальная и теоретическая прочность контактного шва

Анализ полученных данных показывает, что расхождение между экспериментальными и теоретическими значениями отличается более чем в два раза. В первом приближении в качестве типового решения можно применить следующее:

1) необходимо более детально проградуйровать коэффициент  $c$  для различной подготовки контактного шва;

2) при расчете нормативного сопротивления контактного шва срезу (сдвигу), в формуле  $V_{rk} = c f_{ctk,0,05}$  необходимо использовать дополнительный поправочный коэффициент  $A$ , учитывающий работу составной конструкции как с композицией, так и без неё. Так, для конструкций без композиций и для трёхкомпонентной композиции рекомендуется принимать коэффициент  $A = 1$ ; для двухкомпонентных композиций принимаем  $A = 2$ ;  $c f_{ctk,0,05}$  принимаем для наименьшего бетона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование железобетонных конструкций : ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250). Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий.
2. Атрашкевич, Ю.С. Прочность контактного шва в составных конструкциях с использованием композиций на основе цементных систем : дис. ... маг. техн. наук / Ю.С. Атрашкевич. – Новополоцк, 2018.