

УДК 624.012.3

**К ВОПРОСУ СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ КОНТАКТНОГО ШВА  
СОСТАВНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРОСЛОЙКАМИ****А.А. СЕМЁНОВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Г. КРЕМНЕВА)*

*Рассмотрены расчеты по ТКП EN 1992-1-12009 сопротивления сдвигу контактного шва без прослоек, с прослойками из цементных систем с модификатором и без. Даны предложения по основам расчета подобных составных конструкций.*

Вопрос сцепления старого бетона с новым является актуальным во всех областях строительства. Совместная работа составных бетонных, железобетонных конструкций и ее надежная эксплуатация невозможна без обеспечения сопротивления сдвигу контактного шва. На сегодняшний день в контактных швах используются как обычные прослойки на основе цементных систем, так и модифицированные прослойки.

При рассмотрении расчета по ТКП EN 1992-1-1-2009 [1] видно, что в расчетах не учитывается возможность использования как обычных, так и модифицированных прослоек. Поэтому были проведены исследования сопротивления сдвигу контактного шва с использованием прослоек на основе обычных цементных систем и модифицированных Стахемент-2010 в количестве 0,8% от массы цемента.

По ТКП EN 1992-1-1-2009, был произведен расчет сопротивления сдвигу контактного шва [2]. Расчетное сопротивление срезу по контакту определяется 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:

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

Коэффициент  $c$  принимаем, согласно пункту 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.

Расчет ведется по наименьшему значению между бетоном намоноличивания и новым бетоном.

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

Серия	Прочность бетона намоноличивания, МПа	Среднее значение прочности бетона намоноличивания для каждой группы образцов, МПа	Прочность старого бетона, МПа	Среднее значение прочности старого бетона для каждой группы образцов, МПа
Г-0	49,65	48,43	32,9	33,3
	48,25		33,3	
	47,38		33,7	
Г-1	29,9	29,73	28,8	35,97
	27,7		42,8	
	31,6		36,3	
Г-2	30,6	31,23	42,5	38,87
	33,2		30,1	
	29,9		44,0	

Результаты расчетов нормативного (теоритического) сопротивления сдвигу представлены в таблице 2, а также на гистограмме (рисунок 1).

Таблица 2. – Результаты расчета сопротивления срезу (сдвигу) по ТКП EN 1992-1-1-2009

Серия	Нормативное сопротивление срезу (сдвигу) по ТКП, МПа	Экспериментальное сопротивление срезу (сдвигу), МПа	Средняя прочность старого бетона, $f_{c,cube}^G / f_{ctk,005}$ , МПа	Средняя прочность нового бетона, $f_{c,cube}^G / f_{ctk,005}$ , МПа	Условный класс бетона (наименьшего) $C'$
Г-0	0,567	1,069	33,3/1,89	48,43/2,41	$C_{33,3}^{26,64}$
Г-1	0,535	1,222	35,96/1,97	29,73/1,78	$C_{29,73}^{23,78}$
Г-2	0,551	2,028	38,87/2,05	31,23/1,84	$C_{31,23}^{24,98}$

Сопротивление сдвигу,  $\tau$ , МПа

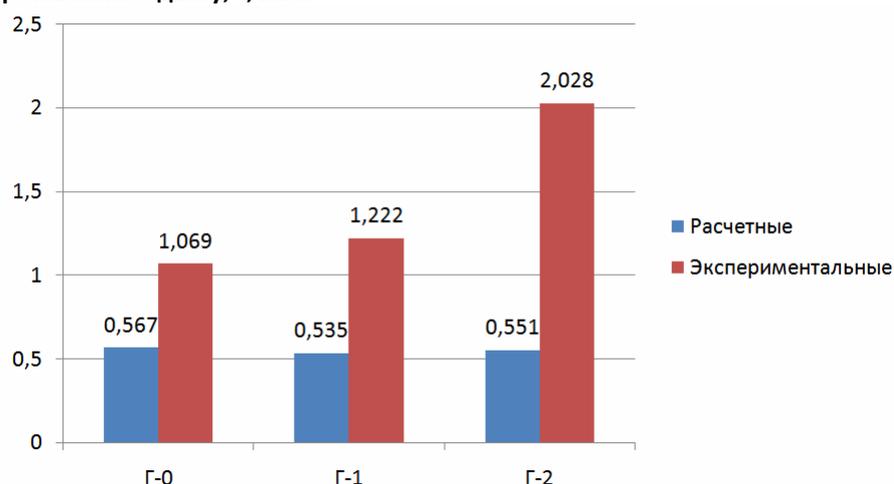


Рисунок 1. – Различия расчетных и экспериментальных значений сопротивления сдвигу образцов, по сериям

На основании полученных данных установлено, что ТКП EN 1992-1-1-2009 не в полной мере позволяет рассчитывать сопротивление сдвигу контактного шва (рассчитанные значения отличаются от экспериментальных более чем в 2 раза).

**Заключение**

В первом приближении в качестве типового решения можно применить:

1) необходима дополнительная корректировка коэффициента  $c$ ;

2) при расчете нормативного сопротивления контактного шва срезом (сдвигу), в формуле  $V_{rk} = cf_{ctk,0,05}$  необходимо использовать дополнительный поправочный коэффициент  $S$ , учитывающий работу составной конструкции с обычной и модифицированной прослойкой.

Так, для конструкций без прослоек и конструкций с обычной цементно-песчаной прослойкой рекомендуется принимать коэффициент  $S = 1$  (расчет ведем по бетону наименьшего класса); для модифицированных прослоек принимаем  $S = 2$ ,  $f_{ctk,0,05}$  берем для наименьшего бетона.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250).
2. Семенов, А.А. Сопротивление сдвигу составных бетонных конструкций с применением прослоек : дис. ... магистра техн. наук. – Новополоцк, 2018.