

УДК 624.012.45:539.415(043.3)

Ворожей А. П.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Тур В. В.

**ВЕРИФИКАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ
СРЕЗУ БАЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ТКП EN 1992-1-1,
FIBMODEL CODE 2010 и СНБ 5.03.01-02**

На сегодняшний день расчет железобетонных конструкций на сопротивляемость срезу вызывает в научной общественности множество вопросов. Так, при разработке Еврокода второго поколения (G2) от стран-членов CEN поступило множество замечаний, относящихся к расчетным моделям среза. В связи с этим создана рабочая группа (TG 4: Shear + PunchingShear) Технического комитета TC 250, изучающая наиболее дискуссионные с точки зрения применяемых моделей сопротивления срезу. Перед рабочей группой стоит вопрос о рассмотрении вариантов моделей сопротивления срезу, т. е. оставлении модели среза такой, как она приведена в действующих нормах, внесения корректировки для улучшения и устранения недостатков, или принятия "швейцарского подхода", изложенного в fibModelCode 2010.

Для оценки расчетных моделей среза проведена верификация представленных методов на фоне опытных параметров, взятых из собранного банка данных. Итоговая база данных содержит 296 балок без поперечного армирования и 273 балки с поперечным армированием. Диапазон опытных параметров балок, внесенных в банк данных, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры балочных элементов в базе экспериментальных данных

Параметры	Балки без поперечного армирования		Балки с поперечным армированием	
	Минимальное	Максимальное	Минимальное	Максимальное
b, мм	38	375	76	457
d, мм	41	1097	95	1890
ρ_l , %	0,5	6,64	0,5	7,0
$\rho_w \cdot f_y$, МПа	-	-	0,30	7,96
f_{cm} , МПа	14,7	101,8	13,8	125,3
a/d	1,0	7,86	1,17	5,45
V_{exp} , кН	2,69	585,6	16	2234,5

С использованием банка данных, относящегося к сопротивлению срезу балочных элементов, были выполнены расчеты с использованием 1) модели ферменной аналогии с переменным углом (модель ТКП EN 1992-1-1 [1] и fibMC 2010, LoAI [2]), 2) общей теории полей сжатия CFT (модель fibMC 2010, LoAI [2]), 3) упрощенной модели модифицированной теории полей сжатия MTCF (модель fibMC 2010, LoAIII [2]) и 4) деформационной модели сопротивления срезу, основанной на положениях MTCF и включенной в СНБ 5.03.01 [3].

Для каждого образца была рассчитана величина отношения $V_{exp} / V_{theo} : V_{exp}$ - поперечная сила, полученная в ходе испытаний, V_{theo} - поперечная сила, рассчитанная по моделям, представленным в нормах. При сравнении теоретических значений с экспериментальными, в расчетных моделях не использовали характеристические значения прочности бетона на сжатие (растяжение) и характеристические значения прочности арматуры (для сравнительного анализа использовались средние значения прочности f_{cm} , f_{cm} и f_y).

Определения статистических параметров ошибки моделирования проводили согласно процедуре, описанной в Приложении Д к ТКП EN 1990 [4]. Балочные элементы без поперечного армирования рассматривались отдельно с пролетом среза не более 2.0 (т. е. $a/d \leq 2.0$) и $a/d > 2.0$, так как на начальных этапах сравнительного анализа было определено, что при малых пролетах среза все расчетные модели дают существенный запас по прочности срезу в 5-8 раз, а при расчете по I уровню аппроксимации *fib*MC 2010 – до 14 раз (см. прил. Б и рис. 4.1). Было проанализировано 49 балок без поперечного армирования при $a/d \leq 2.0$ и 247 балок при $a/d > 2.0$.

Качество модели определялось оценочными статистическими параметрами (оценочным средним и стандартным отклонением (коэффициентом вариаций)) отношения опытного и рассчитанного значения анализируемого сопротивления. При этом среднее отношение должно быть близко к единице при минимальном значении коэффициента вариаций. На рисунках 1 – 2 представлены диаграммы сравнения экспериментальных и теоретических значений сопротивления срезу.

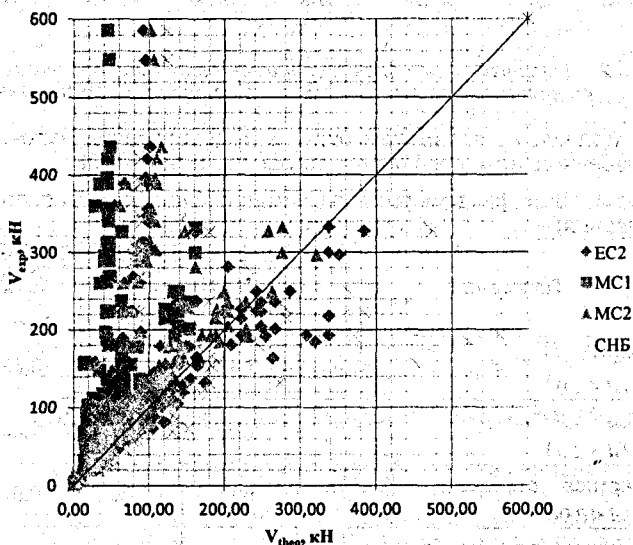


Рисунок 1 - Диаграмма сравнения экспериментальных и теоретических значений сопротивления срезу балок без поперечного армирования при $a/d \leq 2.0$

Согласно методике определения статистической ошибки моделирования, упомянутой выше, наиболее репрезентативной моделью расчета сопротивления срезу элементов без поперечного армирования при малом пролете среза является LoAll, принадлежащей *fib*MC 2010 и метод, представленный в СНБ 5.03.01, с коэффициентами вариаций 28,61% и 29,92% соответственно. Однако в элементах без поперечного армирования при пролете среза больше 2.0, метод СНБ 5.03.01 существенно проигрывает моделям, представленным в *fib*MC 2010 и ТКП EN 1992-1-1.

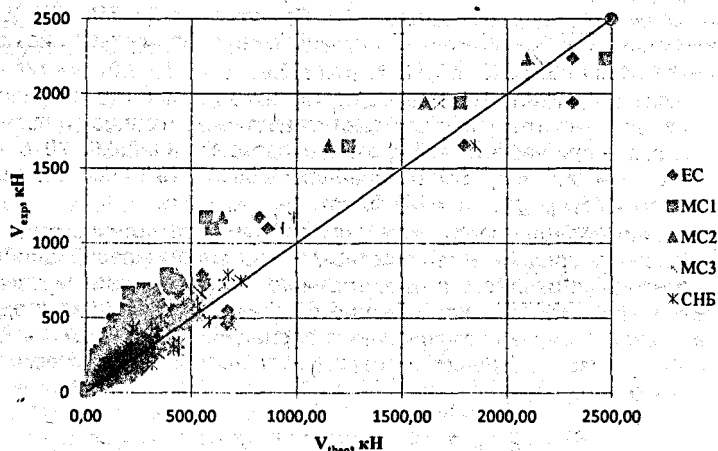


Рисунок 2 - Диаграмма сравнения экспериментальных и теоретических значений сопротивляемости срезу балок с поперечным армированием

Статистические параметры ошибки моделирования балочных элементов без поперечного армирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Верификация расчетных моделей (балки без поперечного армирования)

Показатели	Расчетные модели			
	ТКП EN 1992-1-1	fib MC 2010, LoA I	fib MC 2010, LoA II	СНБ 5.03.01-02
Среднее V_{exp}/V_{theo} (при $a/d \leq 2.0$)	3,42	6,58	3,32	3,64
Среднее V_{exp}/V_{theo} (при $a/d > 2.0$)	1,06	1,90	1,25	1,04
Стандартное отклонение V_{exp}/V_{theo} (при $a/d \leq 2.0$)	1,16	2,52	0,97	1,41
Стандартное отклонение V_{exp}/V_{theo} (при $a/d > 2.0$)	0,23	0,48	0,22	0,31
Коэффициент вариации V_{exp}/V_{theo} , % (при $a/d \leq 2.0$)	33,26	38,89	28,61	29,92
Коэффициент вариации V_{exp}/V_{theo} , % (при $a/d > 2.0$)	21,63	26,02	16,33	34,17

В балочных элементах с поперечным армированием наиболее приемлемой расчетной моделью является модель LoAIII, представленная в fibMC 2010, при коэффициенте вариации 19,35%. Так же репрезентативным методом расчета сопротивляемости срезу является метод, изложенный в СНБ 5.03.01.

Статистические параметры ошибки моделирования балочных элементов с поперечным армированием представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Верификация расчетных моделей (балки с поперечным армированием)

Показатели	Расчетные модели				
	ТКП EN 1992-1-1	fib MC 2010, LoA I	fib MC 2010, LoA II	fib MC 2010, LoA III	СНБ 5.03.01-02
Среднее V_{exp}/V_{theo}	1,48	2,11	1,83	1,31	1,21
Стандартное отклонение V_{exp}/V_{theo}	0,54	0,82	0,55	0,27	0,35
Коэффициент вариации V_{exp}/V_{theo} , %	36,96	41,08	29,95	19,35	29,90

Список цитированных источников

1. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий = Еурокод 2. Праектаванне железабетонных канструкцый. Частка 1-1. Агульныя правiлы i правiлы для будынкаў : ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250). – Введ. 10.12.09. – Минск : Минстройархитектуры, 2010. – 207 с.
2. fib Model Code for Concrete Structures 2010. – Ernst and Sohn, 2013, -p.p. 389.
3. Бетонные и железобетонные конструкции : СНБ 5.03.01-02. – Введ. 20.06.02 (с отменой на территории РБ СНиП 2.03.01-84*). – Минск : Минстройархитектуры, 2003. – 274 с.
4. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций = Еурокод. Асновы праектавання будаўнічых канструкцый : ТКП EN 1990-2011* (02250). – Введ. 15.11.11. – Минск : Стройтехнорм, 2012. – 146 с.

УДК 7.017.4

Галуза Е. О., Шмуговец В. Л.

Научный руководитель: к. п. н., доцент Диченская Е. А.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ЦВЕТЕ В ЖИВОПИСИ ЦВЕТОВЫХ ПОЛЕЙ

Целью статьи является систематизация и обобщение сведений о живописи цветового поля, определение понятия, хронологических и географических границ этого стиля в мировой живописи. В процессе изучения основных сведений о стиле также поднимается вопрос о влиянии и заимствовании методологии живописи цветового поля и цветового пятна в формировании колористики архитектурно-пространственной среды конца XX и начала XXI веков.

Живопись цветового поля – это стиль абстрактной живописи, возникший в Нью-Йорке в 1940-50-х годах. В качестве самостоятельного направления стиль развился из абстрактного искусства и супрематизма. Вместе с тем отдельными приемами он связан с абстрактным экспрессионизмом, жесткой абстракцией и лирической абстракцией. Художники этого направления заявили о себе в конце 1950-60-х годов в Великобритании, Канаде, Вашингтоне, в округе Колумбия и на западном побережье Соединенных Штатов. Термин «цветовое поле живописи» ввел искусствовед Клемент Гринберг в середине 1950-х годов с целью отличить новые тенденции в изобразительном искусстве и художественно-творческой деятельности. Таким образом, живопись цветового поля получила отдельное название и была провозглашена самостоятельным движением.