

Исследование механики кручения железобетонных стержней прямоугольного сечения

Д.В. Раков, А.А. Прокопович

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Существующее в настоящее время нормативное решение для расчета железобетонных балок на кручение [1] предполагает расчет по пространственным сечениям, представляющим собой замкнутую пространственную трещину. Описанные в технической литературе процедуры получения такого решения [2] говорят о том, что в основу процесса заложена работа бетонных элементов, механика разрушения которых заметно отличается от работы железобетонных стержней при таких же условиях загрузки. В существующем отечественном решении влияние арматуры на форму и последовательность разрушения балки не учитываются, а ее влияние на прочность элемента заложено лишь на основе эмпирических коэффициентов.

О существовании альтернативного подхода говорит решение из европейских норм [3]. Оно отходит от расчета по пространственным сечениям в пользу расчета эффективной площади сечения при кручении и определения максимальных усилий, которые это сечение может воспринять.

Цель — разработка электронной расчетной модели с целью исследования механики кручения железобетонных стержней для последующего получения аналитического решения.

Методы. В процессе исследования были созданы расчетные модели в ПК ЛИРА-САПР. Для анализа влияния продольной и поперечной арматуры на распределение напряжений при кручении были созданы варианты расчетных схем: без арматуры; с продольной арматурой; с продольной и поперечной арматурой.

Для определения картины распределения напряжений при образовании трещин были смоделированы пространственные объемы трещин железобетонных балок, которые испытывались на кручение по отдельности и в совместной работе. В последнем варианте также рассматривалась конструкция продольной и поперечной арматуры, сами трещины между собой узловых связей не имели, работая как отдельные элементы.

Результаты. При изучении расчетных схем было определено, что в поперечных сечениях железобетонной балки при кручении образуется зона растягивающих напряжений, параллельных главной оси балки. Форма этих зон представляет собой концентрические окружности различного диаметра. Размер диаметра растянутой зоны не зависит от интенсивности нагрузки на данную схему (в этом случае изменяются экстремальные значения усилий, но не форма их распределения). Введение продольной и поперечной арматуры, их шаг и диаметр влияют на форму зоны растянутого бетона. Так, диаметр зоны растянутого бетона при введении арматуры $\varnothing 8$ уменьшается на 10 % по сравнению со своим изначальным размером в схеме без арматуры. Это говорит о значительном влиянии конструкции арматуры и всех ее параметров (шага, диаметра) на процесс кручения и прочность элементов.

Выводы. Проведенные расчеты позволили определить, что при расчете железобетонных элементов на кручение возможно установление диаметра зоны растянутого бетона, которую при расчетах по прочности и трещиностойкости необходимо выключать из работы. Такой расчет сводится к определению диаметра растянутой зоны на основе класса бетона, количестве и диаметре продольной и поперечной арматуры.

Ключевые слова: Кручение; железобетонные конструкции; расчет по пространственным сечениям; прочность железобетонных конструкций; цифровое моделирование; метод конечных элементов.

Список литературы

- docs.cntd.ru [Электронный ресурс]. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. Доступ по: <https://docs.cntd.ru/document/554403082>
- Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Москва: Стройиздат, 1991. 767 с.
- phd.eng.br [Электронный ресурс]. EN 1992-2 2004. Eurocode 2: Design of constructions. Доступ по: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1992.1.1.2004.pdf>

Сведения об авторах:

Даниил Васильевич Раков — студент, группа У81, факультет промышленного и гражданского строительства; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: rakovdaniil@gmail.com

Анатолий Александрович Прокопович — научный руководитель, доктор технических наук, профессор; профессор кафедры железобетонных конструкций, Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: prokorovich@inbox.ru