

*к.т.н. Карапетян С. Х.,
к.т.н. Усенко В. Н.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕТОНА В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПРИ ПОВТОРНЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

Статья посвящена экспериментальному исследованию работы бетона в железобетонных внецентренно сжатых элементах в условиях повторных нагружений. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния повторных нагружений и способ оценки процесса деформирования бетона сжатой зоны стоек при повторных нагружениях.

Ключевые слова: бетон, железобетон, внецентренное сжатие, прочность, деформации, малоцикловые нагружения, количество циклов нагружений, напряженно-деформированное состояние.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В строительстве одним из путей повышения эффективности, долговечности и надежности железобетонных конструкций является совершенствование методов их расчета, учитывающих как физическую нелинейность материалов, так и изменение геометрии конструкций в процессе деформирования. В большинстве случаев ряд строительных конструкций подвергаются действию многократно повторных (малоцикловых) нагружений, которые нередко превышают расчетные значения. При этом разрушение конструкций может происходить вследствие малоциклового усталости, обусловленной упругопластическим деформированием бетона. Поэтому интерес к проблематике малоциклового усталости железобетона и исследование влияния малоцикловых нагружений на диаграмму деформирования бетона и напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций в настоящее время являются актуальными [1, 2]. При повторных нагружениях (в отличие от однократных) сопротивление материалов разрушению зависит от их способности сопротивляться циклическому деформированию. Поэтому разрабатываемые методы расчета должны быть построены на основе реальных диаграмм деформирования, учитывающих из-

менение физико-механических свойств бетона и арматурной стали в зависимости от условий эксплуатации конструкции [1, 2, 3].

Результаты экспериментальных исследований [2, 3, 4, 5] показывают, что диаграммы деформирования бетона при повторных нагружениях изменяются (трансформируются). Это свидетельствует об изменении деформативных и прочностных свойств бетона, что в основном связано с накоплением пластических (необратимых) деформаций. Особенностью работы бетона при этом является то, что он в зависимости от параметров (уровня, скорости, коэффициента асимметрии и количества циклов) повторных нагружений последовательно проходит присущие ему три характерных стадии упругопластического деформирования: интенсивный выбор пластических деформаций (уплотнение бетона), условная стабилизация приращений деформаций (упругая работа бетона), ускоренный рост деформаций (разуплотнение структуры бетона). Такая закономерность деформирования сжатого бетона, как показывают опыты [3, 6], наблюдается и при испытании железобетонных внецентренно сжатых и изгибаемых элементов. Это позволяет заключить, что характер деформирования и механизм потери несущей способности железобетонных конструкций зависят

от особенностей деформирования исходных материалов. Однако с точки зрения оценки процессов упругопластического деформирования бетона, железобетона и выполненных из них элементов конструкций представляют интерес графики нарастания деформаций. Они отражают зависимость между деформациями и числом циклов нагружений, т.е. кинетику деформирования материала. Для оценки напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов можно также использовать кривые нарастания перемещений, которые дают возможность проанализировать закономерность изменения прогибов в зависимости от количества циклов нагружений.

Цель работы – исследование напряженно-деформированное состояние и работы бетона в железобетонных элементах при малоцикловых нагружениях.

Изложение материала и его результаты. В лаборатории кафедры “Строительные конструкции” были проведены экспериментальные исследования влияния многократно повторных (малоцикловых) нагружений высоких уровней на несущую способность внецентренно сжатых стоек. На рисунках 1 и 2 соответственно представлены кривые нарастания деформаций (кривые циклической ползучести) бетона сжатой фибры и прогибов стоек серий С-II и С-III [3].

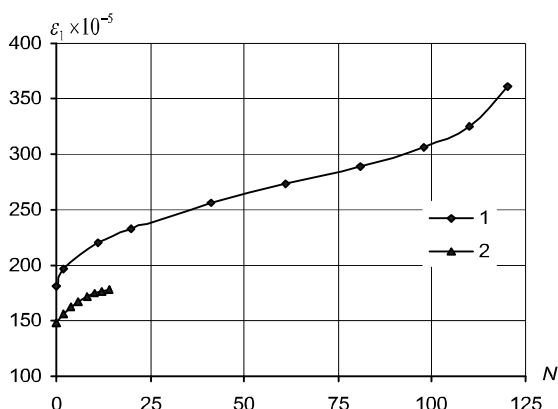


Рисунок 1 – Кривые нарастания деформаций на сжатой фибре стоек: 1-серия С-III, 2-серия С-II

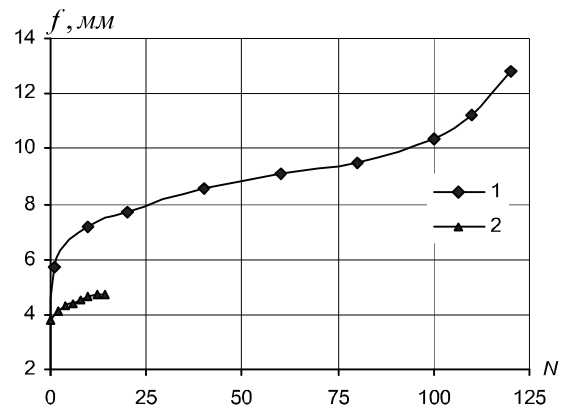


Рисунок 2 – Кривые нарастания прогибов в середине стоек: 1-серия С-III, 2-серия С-II

Стойки серии С-II испытаны на базе 14 предварительных циклов после, которых доводились до разрушения однократным нагружением, а стойки серии С-III – подвергались воздействию повторных нагружений вплоть до разрушения.

Из рисунков видно, что по своему характеру кривые близки между собой и аналогичны кривым ползучести при длительном действии нагрузки и имеют характерные участки (серия С-III), соответствующие трем стадиям упругопластического деформирования бетона.

Из рисунков также видно, что нарастание деформаций и прогибов стоек вначале происходило интенсивно, но с уменьшением скорости деформирования (I участок). Затем процесс деформирования стабилизируется (условно), то есть, увеличение деформаций и прогибов происходило с постоянной скоростью (II участок). Далее интенсивность деформирования снова возрастала (до предельных значений), и приводила к чрезмерному увеличению прогибов, вследствие чего стойки разрушались (III участок). Кривые стоек серии С-II отличаются от С-III тем, что у них отсутствуют участки II и III. Это связано с тем, что они доводились до разрушения в период стабилизации роста деформаций. Необходимо отметить, что нарастание деформаций в условиях повторных нагружений в основном происходило за счет развития циклической ползучести, которая способствовала росту остаточных дефор-

маций и прогибов стоек. Последние приводили к увеличению начального эксцентриситета приложения сжимающей нагрузки и внешнего изгибающего момента. Рост остаточных (пластических) деформаций является признаком наступления малоциклового усталости в результате постепенного накопления микроповреждений в бетоне.

Выводы и направление дальнейших исследований.

В железобетонных внецентренно сжатых элементах при многократно повторных нагружениях бетон последовательно проходит три стадии упругопластического деформирования. Стабилизация роста деформаций бетона и прогибов стоек (приспособляемость) наступает после 5-10

циклов, что может являться критерием для назначения количества циклов в условиях малоциклового нагружения. Несущая способность и характер разрушения внецентренно сжатых элементов зависят от особенностей деформирования бетона при подобном характере нагружений.

В настоящее время в нормативных документах отсутствует методика расчета строительных конструкций при малоциклового нагружениях. В связи с этим назрела необходимость создания единой методики расчета, учитывающей особенности изменения физико-механических свойств бетона и арматурной стали в зависимости от реальных условий эксплуатации конструкций.

Библиографический список

1. Бамбура А.Н. Работа изгибаемых железобетонных элементов при многократно повторных нагружениях высокого уровня / А.Н. Бамбура, Т.Н. Подобенко. - Деп. во ВНИИИС Госстроя СССР. - Вып. 8. - 1988. - № 8346.
2. Подобенко Т.Н. Напряженно-деформированное состояние железобетонных изгибаемых элементов при кратковременных повторных нагружениях: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01 / Т.Н. Подобенко. - Киев, 1991. - 17 с.
3. Карапетян С.Х. Результаты экспериментальных исследований влияния многократно повторных нагружений на несущую способность внецентренно сжатых стоек / С.Х. Карапетян, А.И. Давиденко, А.П. Иванов, В.В. Псюк // Зб. наук. праць. - Будівельні конструкції. - Київ. НДІБК, 2005. - вип. 62. - том 1. - С. 131-136.
4. Панчук Ю.Н. Напряженно-деформированное состояние бетона при малоциклового статических нагружениях высоких уровней / Ю.Н. Панчук, Ю.А. Крусь // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях". - Сумы, 1994. - С. 170-171.
5. Ставров Г.Н. Прочность и деформативность бетона при повторно статических нагружениях / Г.Н. Ставров, В.В. Руденко, А.А. Федосеев // «Бетон и железобетон», 1985. - № 1. - С. 33-34.
6. Панчук Ю.М. Робота згинальних залізобетонних елементів зі змішаним армуванням при високих рівнях малоциклового навантаження: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01 / Ю.М. Панчук. - Львів, 2000. - 18 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Должиковым П. Н.

Статья поступила в редакцию 30.10.13.

к.т.н. Карапетян С. Х., к.т.н. Усенко В. М. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

НАПРУЖНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН БЕТОНА В ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПОЗАЦЕНТРОВО СТИСНУТИХ ЕЛЕМЕНТАХ ПРИ ПОВТОРНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Стаття присвячена експериментальному дослідженню роботи бетону в залізобетонних позацентрово стиснутих елементах в умовах повторних навантажень. Наведено результати

експериментальних досліджень впливу повторних навантажень та способів оцінки процесу деформування бетону стиснутої зони стояків при повторних навантаженнях.

Ключові слова: бетон, залізобетон, позациентрове стиснення, міцність, деформації, малоциклові навантаження, кількість циклів навантажень, напружено-деформований стан.

Karapetyan S. Kh., Usenko V. N. (*DonSTU, Alchevsk, Ukraine*)

STRESS-STRAIN STATE OF CONCRETE IN CONCRETE ECCENTRICALLY LOADED ELEMENT UNDER REPEATED LOADINGS

The article is devoted to the experimental study of reinforced concrete elements eccentrically compressed under repeated loadings. The results of experimental studies of the effect of repeated loadings and the method of evaluation of the process of deformation of the concrete compression zone racks with repeated loading.

Key words: concrete, reinforced concrete, eccentrically loaded, strength, deformation, small cycle repeated, number of loading cycles, stressed and strain state.