

При этом количество мартенсита деформации при $N = 70$ циклов в мелкозернистых образцах составляет 36%, а в крупнозернистых—4%.

Это свидетельствует о том, что границы зерен, являясь местами локальной концентрации микронапряжений, при циклической деформации играют важную роль в образовании мартенсита деформации. Отметим, что описанные выше структурные изменения имеют тот же характер, что и при мягком нагружении [4]. Полученные результаты могут использоваться при прогнозировании свойств и определении режимов эксплуатации изделий из стали X18H10T, работающих в условиях циклических нагружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян В. М. Мартенситная структура//УФМ.—М.: Металлургияиздат.—1960.—Т. 6.—С. 283—316.
2. Глицерман С. В. Теория вероятностей и механическая статистика.—М.: Высш. школа, 1972.—185 с.
3. Зельманский С. В. Рентгенография в физическом металловедении.—М.: Металлургияиздат, 1961.—368 с.
4. Аветисян Ю. А., Горбач В. Г., Волосевич И. Ю., Мкртчян О. А. Структурные изменения стали X18H10T при циклическом деформировании с мягким нагружением//Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1988.—Т. XLII, № 5.—С. 11—16.

ЕрИИ им. К. Маркса

20, XI, 1987

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 5, 1989, с. 228—233

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 69.057.45

Р. А. КОТИКЯН, К. А. СААКЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГИБОВ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЯДЕР ЖЕСТКОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Приводятся результаты исследования прогибов и трещиностойкости железобетонных ядер жесткости многоэтажных зданий при малоцикловом нагружении. Эксперименты показали, что предварительное малоцикловое нагружение моделей до 60 циклов при расчетной нагрузке практически не влияет на их несущую способность, но оказывает существенное влияние на прогибе верха и ширину раскрытия трещин. С увеличением числа циклов кривая прогибов претерпевает как качественное, так и количественное изменение. Прогиб верха увеличивается до 30%.

Ил. 2. Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

Բերվում են բարձրահարկ շենքերի կոշտության միջուկների ճկվածքների և ճարձկայունության փորձարարական հետազոտության արդյունքները սակավացիկային բեռնավորման դեպքում: Փորձերը ցույց են տվել, որ հաշվարկային բեռով սակավացիկային բեռնավորումը մինչև 60 ցիկլ չի փոքրացնում կոշտության միջուկների թափալոց ուժը երանց ստատիկ բեռնավորման դեպքում: Հաշվարկային բեռով սակավացիկային բեռնավորումը մինչև 60 ցիկլ

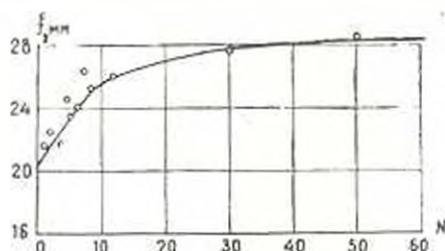
Ազգային հոշոտության միջոցների վերին նկվածքների և նաբերի լայնությունների վրա: Ճակերի թվի մեծացման ժամ նկվածքների հորը ենթարկվում է ինչպես քանակական, այնպես էլ որակական փոփոխման: Վերին նկվածքը մեծանում է մինչև 30%-ով: Էսպես մեծանում են նաև բոլոր տեսակի նաբերի լայնությունները:

В настоящей работе излагаются результаты экспериментального исследования прогибов и трещиностойкости железобетонных ядер жёсткости многоэтажных зданий, представляющих собой монолитную полую тонкостенную конструкцию замкнутого поперечного сечения с проемами, регулярно расположенными в пределах каждого этажа, при горизонтальном малоцикловом нагружении. Эти конструкции являются основными несущими элементами многоэтажных зданий, воспринимающих горизонтальные нагрузки, в том числе сейсмические. При малоцикловом нагружении железобетонных ядер жёсткости многоэтажных зданий трещины на растянутой зоне в очередном полуцикле могут полностью не закрываться, в результате чего максимальные прогибы полуциклов будут неодинаковыми (имеют место остаточные прогибы). Поэтому исследование проводилось в режиме «мягкого» нагружения ($P = \text{const}$), который в отличие от «жёсткого» нагружения исключает релаксацию напряжений и даёт простой способ непосредственного определения напряжений в образце.

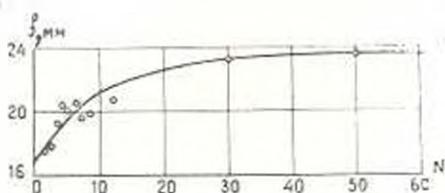
Объектом исследования является пространственное железобетонное ядро жёсткости (с тремя проемами на каждом этаже) 16-этажного жилого здания, возводимого методом подъема перекрытий. Характерной особенностью проектов таких зданий является форма ядра жёсткости с наружным контуром в виде правильного многоугольника. Эксперименты проводились на четырех крупномасштабных железобетонных моделях ядер жёсткости (М-1-Ю), осуществленных с использованием принципа простого механического подобия [1]. Две модели (М-1-С и М-2-С) были испытаны при статическом одностороннем действии нагрузок с доведением образцов до разрушения, а две модели (М-1-Ц и М-2-Ц) — при малоцикловом нагружении. Поперечная нагрузка при моделировании представлена в виде сосредоточенных сил, приложенных в центрах тяжести равновеликих по площади фигур, на которых была разбита площадь треугольной эпюры внешних горизонтальных сил (рис. 1). В табл. 1 приводятся основные прочностные и деформативные характеристики бетона и арматуры, применяемых в моделях.

Испытания проводились на специальном стенде [2] с двумя силовыми системами полинастов, обеспечивающими приложение горизонтальной нагрузки на модель поочередно в противоположных направлениях. До испытания с помощью специального устройства [2] создавалась дополнительная вертикальная нагрузка, обеспечивающая подобие гравитационных сил оригинала и модели. Нагружение и разгрузка моделей осуществлялась ступенчато с шагом 0,1 от внешней горизонтальной нагрузки $P_{\text{грав}}$.

При малоцикловых испытаниях предварительно модели нагружались односторонним действием горизонтальной нагрузки до момента, когда напряжения в наиболее растянутой арматуре достигали предела текучести, и далее при этой амплитуде внешней горизонтальной



а.



б.

Рис. 1. Прибыль верха модели и зависимости от числа циклов малоциклового нагружения: при нагрузках: а) $+1,1P$; б) $-1,1P$.

Таблица 1

Марка модели	Вид нагружения	Кубковая плотность бетона, МПа	Начальный модуль упругости бетона, МПа	Процент армирования проетенков в заделке		Разрушающая нагрузка в долях от расчетной, $P/P_{расч.}$
				продольной арматуры	поперечной арматуры	
М-1-С	статический	23,5	228			2,23
М-2-С	статический	27,3	191	1,6	0,28	2
М-1-Ц	малоцикловый	27,7	212			2,2
М-2-Ц	малоцикловый	21,3	205			2,4

нагрузки производились испытания. Прямыми измерениями было установлено, что величина нагрузки, при которой напряжение в крайней продольной растянутой арматуре моделей достигало предела текучести, составляет $1,1 P_{расч}$. Как известно, при землетрясениях на здания действует знакопеременные горизонтальные сейсмические нагрузки. Анализ более 190 землетрясений с интенсивностью 6—9 баллов, происшедших в Америке, Японии и Индии [3] показал, что их преобладающий период как правило, не меньше 0,2 с, что соответствует

частоте 5 Гц. Анализ характерных акселерограмм этих землетрясений показал также, что их длительность с преобладающим периодом не превышает 10 с (очень редко до 15 с), т. е. число циклов примерно равно 50. В настоящих исследованиях база испытаний была принята с определенным запасом, $N = 60$.

Испытания проводились при значении коэффициента асимметрии цикла $r = -1 \left(r = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)$. Продольные деформации в бетоне и арматуре по высоте ствола измерялись с помощью тензорезисторов и индикаторов часового типа с ценой делений 0,001 мм на базе 300 мм. Горизонтальные перемещения ствола модели определялись прогибомерами Листова с погрешностью 0,01 мм. Ширину раскрытия трещин в бетоне измерялись портативным микроскопом типа «Мир-2» с точностью 0,05 мм.

Проведенными сравнительными испытаниями установлено, что предварительное малоцикловое нагружение моделей в 60 циклов при $1,1 P_{\max}$ практически не влияет на их несущую способность (табл. 1), но оказывает существенное влияние на прогибы верха ствола ядра жёсткости (рис. 1). После 50 циклов увеличение прогибов составляет, примерно 30% от величины прогиба при первом цикле нагружения. Нарастание прогиба наблюдается при первых 15 циклах малоциклового нагружения, после чего интенсивность его роста падает. Из рис. 1 видно также, что значения прогибов при положительных полуциклах намного больше, чем при отрицательных. Объясняется это тем, что после первого положительного полуцикла появляются остаточные прогибы, т. е. при «мягком» нагружении амплитуда полуциклов не одинакова.

На рис. 1 сплошными линиями показаны расчетные кривые прогибов при нагрузках $\pm 1,1 P_{\max}$ в зависимости от числа циклов малоциклового нагружения, рассчитанные по формулам

$$f(N) = 20 - 8,2(1 - e^{-0,215N}), \quad (1)$$

$$i(N) = 17 + 6,8(1 - e^{-0,13N}). \quad (2)$$

Как видно, экспоненциальная функция достаточно хорошо описывает эксперимент, поскольку обеспечивает достаточную сходимость с его результатами. При малоцикловом нагружении железобетонных ядер жёсткости трещины достигают своего максимального значения после определенного цикла и с дальнейшим их увеличением ширина раскрытия этих трещин не увеличивается. Одновременно с ним открываются новые трещины. В табл. 2 приведена динамика раскрытия и развития трещин.

На рис. 2 приведены экспериментальные кривые прогибов свободного конца железобетонных моделей ядер жёсткости в зависимости от интенсивности поперечной нагрузки. Одна из моделей испытана только при одностороннем действии внешней статической нагрузки

(модель М-1-С), а другая — тем же, но после 60 циклов знакопеременного нагружения (модель М-1-Ц). Как видно, прогибы верха модели М-1-С до нагрузки $P/P_{расч} \approx 1,5$ существенно меньше, чем соответствующие прогибы модели М-1-Ц. С дальнейшим увеличением внешней горизонтальной нагрузки наблюдается обратное явление, что связано с физической природой малоциклового нагружения и образовавшейся при этом каргиной раскрытия трещин. Поэтому прогибы модели М-1-Ц при низких уровнях горизонтальной нагрузки существенно больше, чем у образца-близнеца, испытанного только статической

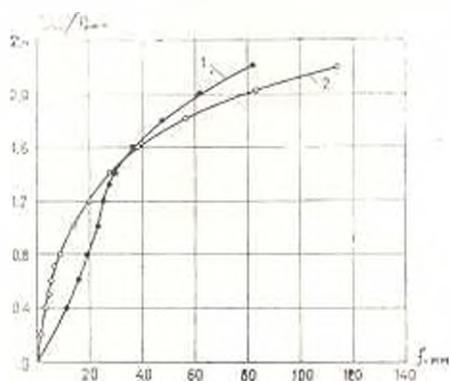


Рис. 2. Прогибы свободных концов моделей при различной интенсивности поперечной нагрузки: 1 — модель М-1-Ц; 2 — модель М-1-С

Таблица 2

Ширина раскрытия и количество трещин, нормальных и наклонных к продольной оси ствола и в углах проемов моделей М-1-Ц

№ цикла	Ширина трещин при нагрузках						Число трещин при нагрузках						
	+1,1P _{расч.}			-1,1P _{расч.}			-1,1P _{расч.}			+1,1P _{расч.}			
	a _{т.норм.} мм	a _{т.накл.} мм	a _{т.угл.} мм	a _{т.норм.} мм	a _{т.накл.} мм	a _{т.угл.} мм	a _{т.норм.} шт.	a _{т.накл.} шт.	a _{т.угл.} шт.	a _{т.норм.} шт.	a _{т.накл.} шт.	a _{т.угл.} шт.	
1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,05	18	5	22	11	13	28	
2	0,2	0,15	0,1	0,2	0,1	0,05	19	5	22	11	13	26	
3	0,2	0,15	0,1	0,2	0,1	0,05	19	5	22	11	13	26	
50	0,45	0,2	0,2	0,2	0,15	0,15	19	5	22	13	14	26	
61	—	—	—	0,25	0,15	0,15	—	—	—	—	13	14	28

нагрузкой. С дальнейшим увеличением внешней нагрузки физическая природа развития трещин в этих моделях различаются друг от друга. При статическом испытании модели М-1-С, по мере увеличения внешней горизонтальной нагрузки ширина раскрытия всех видов трещин увеличивается, одновременно открываются и развиваются новые трещины и как в обычной железобетонной конструкции, увеличиваются прогибы. При испытании модели М-1-Ц, которая до этого подвергалась

лась малоцикловой знакопеременной нагрузке до 60 циклов, происходит другое явление: ступенчатое увеличение внешней нагрузки не приводит к существенному увеличению ширины раскрытия всех видов трещин. Экспериментально получено, что при высоких уровнях нагружения ($P/P_{разр} > 1.5$) более интенсивно развивается ширина раскрытия одной-двух трещин, по которым и происходит разрушение модели, а ширина раскрытия остальных трещин (более 10) по мере увеличения внешней нагрузки меняется незначительно и при разрушающей нагрузке не превышает 0,2 мм. Этим и объясняется то обстоятельство, что прогибы модели М-1-Ц при более высоких уровнях нагружения значительно меньше, чем прогибы модели М-1-С.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Назаров А. Г.* О механическом подобии твердых деформируемых тел (в теории моделирования).—Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1965.—348 с.
2. *Саванна А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х.* Стенд для испытания конструкции. Авторские свидетельства № 654871 «Бюллетень изобретений», 1979, № 12.
3. *Назаров А. Г., Дарбинян С. С.* Основы количественного определения интенсивности сильных землетрясений.—Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1974.—165 с.

ПЭКТН

15. I. 1988

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XI II, № 5, 1989, с. 233—

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 534.833

Ю. А. ГАСПАРЯНЦ, Ю. М. ЧУДИНОВ, Л. А. БОРИСОВ, С. А. МАРГАРИН

РАСЧЕТ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОДАТЛИВОЙ ПАНЕЛЬЮ

Наряду с известными методами теоретического расчета по специальным функциям акустических характеристик звукопоглощающих конструкций, с помощью метода Рунге произведен расчет impedance новой низкочастотной звукопоглощающей конструкции со сплошной лицевой податливой панелью. Инженерный метод расчета может быть положен в основу разработки и конструирования объемных низкочастотных звукопоглотителей.

Ил. 2. Библиогр.: 3 назв.

Հրեմելում ձայնակլանիչի կառուցվածքների ձայնադիտական բնութագրերի միջև արժեքային հարաբերակցությունների միջոցով տեսական հաշվարկների վրա, Ռիտցի մեթոդով առանցքային և ցածր հաճախահանության պատրվե չարժանիան ժրջանդրով ձայնակլանիչ կառուցվածքի իմպեդանսի հաշվարկը:

Առանցքային իմպեդանսի հաշվարկը կարող է լինել ձայնային մշակելու և նախագծելու նոր ձայնակլանի ցածր հաճախահանության ձայնակլանիչներ:

В настоящее время широкое распространение получили акустические конструкции для шипазона низких частот, состоящие из от-