

# УСТОЙЧИВОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ПОДАТЛИВОСТИ УЗЛОВ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ

Г.А. Пикус

Одно из главных правил позволяющее обеспечить устойчивость строительных конструкций в процессе монтажа гласит: каждая последующая стадия возведения не должна создавать в конструкциях напряжений, превышающих те, которые учел проектировщик. Это правило базируется на

важном свойстве строительной системы – она обладает свойством памяти и позволяет в процессе возведения запоминать и наследовать накопленные напряжения и перемещения.

Для раскрытия данного правила, рассмотрим П-образную раму (рис. 1) в стадии эксплуатации. Разделим действующие на раму нагрузки следующим образом: собственный вес ригеля ( $P_1$ ), вес перекрытия и полезная нагрузка ( $P_2$ ), изгибающий момент от навесных стеновых панелей ( $M_{ст}$ ) и ветровая нагрузка ( $W$ ). Эпюра

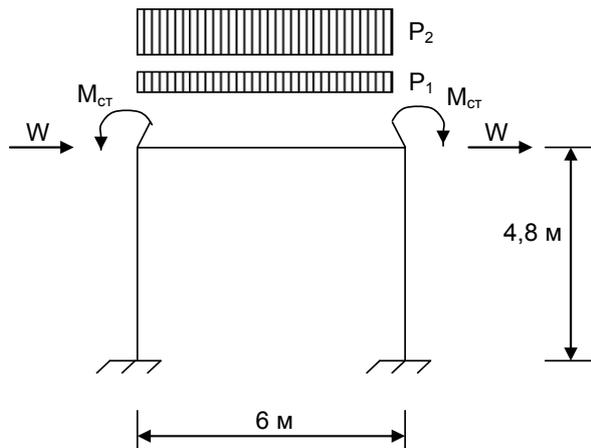


Рис. 1. Расчетная схема П-образной рамы в стадии эксплуатации

изгибающих моментов и ее значения в стадии эксплуатации (для некоторых условно заданных нагрузок) приведены на рис. 3 и в таблице.

Рассмотрим данную раму в стадии монтажа, выделив три этапа (рис. 2):

1) ригель шарнирно оперли на колонны и приложили часть ветровой нагрузки ( $W_2$ ), действующую только на колонны (рис. 2, а);

2) ригель жестко закрепили и приложили нагрузку от перекрытий и полезную нагрузку (рис. 2, б);

3) смонтировали стеновые панели с приложением оставшейся части ветровой нагрузки (рис. 2, в).

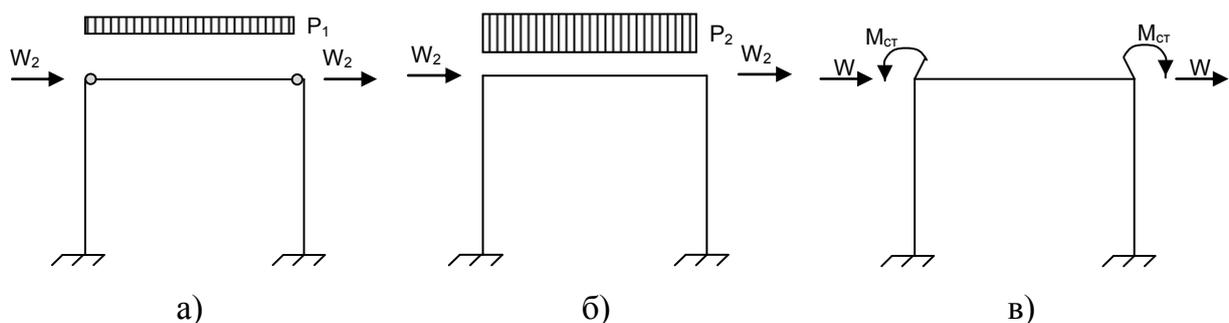


Рис. 2. Расчетные схемы на разных этапах возведения

Суммируя изгибающие моменты от всех трех этапов монтажа рамы, получим огибающую эпюру (рис. 3, таблица). Видно, что значения изгибающих моментов отличны от тех, что были получены при расчете рамы по стадии эксплуатации: большая часть конструкций рамы обладают меньшими изгибающими моментами (от 3 до 48 %), и только в пролете ригеля момент вырос на 3 %.

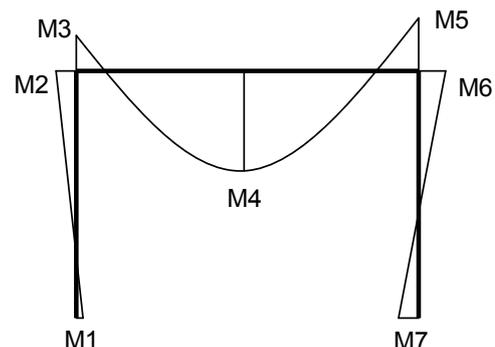


Рис. 3. Условные обозначения моментов в раме

#### Изменение изгибающих моментов в элементах рамы при разной стадийности ее монтажа

Технология	Изгибающие моменты (в % от стадии эксплуатации)						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
В стадии эксплуатации	100	100	100	100	100	100	100
В стадии монтажа без учета податливости	52	83	91	103	94	90	97
В стадии монтажа с учетом податливости узлов:							
1 вариант	26	73	86	96	90	85	89
2 вариант	34	72	85	97	90	84	91
3 вариант	31	71	85	97	89	83	91
4 вариант	33	72	85	97	90	84	92

Нельзя обойти вниманием такой важный, но малоизученный фактор, как податливость узлов в стадии монтажа. В первую очередь учет податливости в стадии монтажа следует применять к сборным железобетонным каркасным зданиям, у которых жесткости стыка на разных стадиях монтажа существенно отличаются. Например, в начальной стадии, жесткость узла определяется жесткостью сваренной арматуры и закладных деталей, в дальнейшем (после омоноличивания) на изменение жесткости влияет темп твердения бетона в стыке (изменение модуля упругости бетона во времени).

Существующий расчетный аппарат не приспособлен для быстрых вычислений конструкций с учетом податливости узлов. Более того, сложность учета податливости узлов заключается в том, что единственно точной методикой определения податливости конкретного узла является экспериментальное исследование. Однако в [1] приведены методы расчеты податливости некоторых типовых узлов в стадии монтажа, которые и были использованы в дальнейшем. После определения податливости конкретных видов узлов, можно воспользоваться программным обеспечением, работающим по методу конечных элементов, например, ПК Ли́ра, где возможно учитывать податливость узлов путем использования конечного элемента КЭ 55.

Тогда, если учитывать при возведении указанной выше рамы податливость узлов (в узле выполнена сварка закладных деталей и арматуры, но стык не омоноличен), то можно выделить четыре характерные схемы ее возведения (рис. 4):

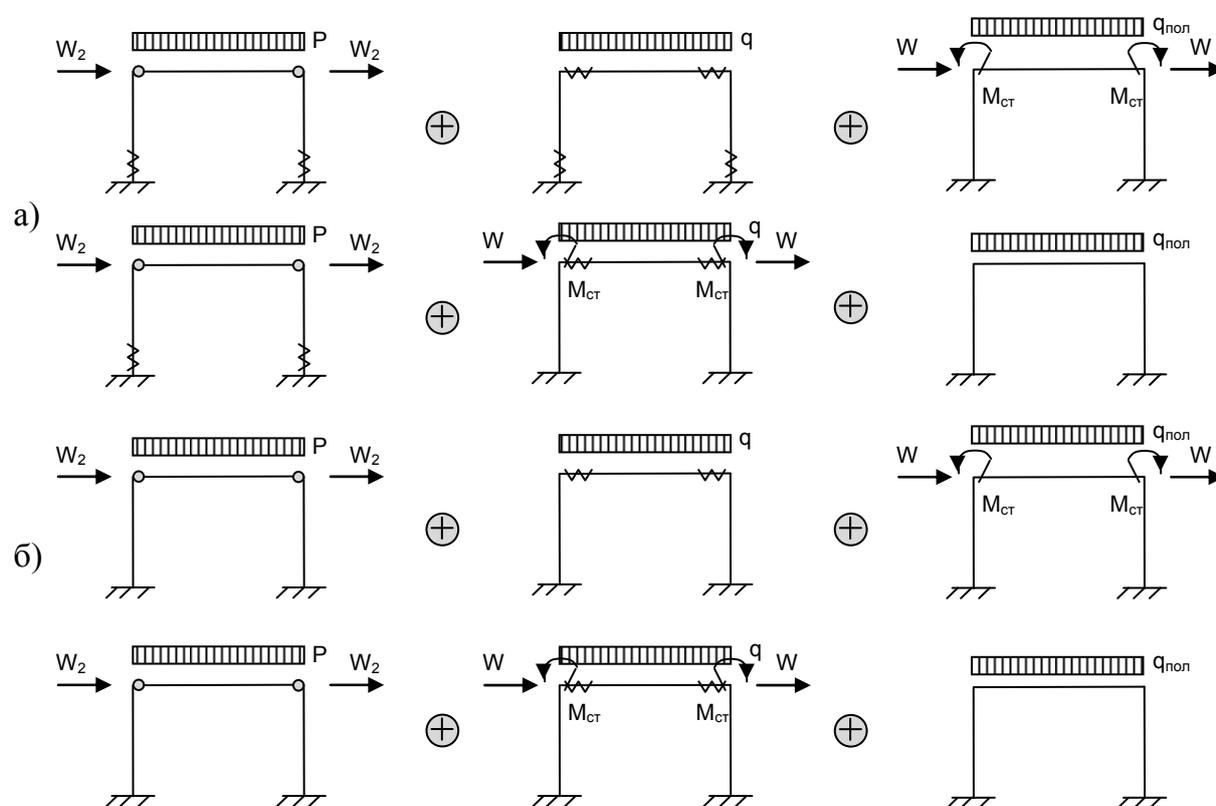


Рис. 4. Варианты последовательности монтажа П-образной рамы с учетом податливости узлов

1. На установленные, но не омоноличенные в узлах колонны, устанавливают ригель с собственным весом  $P$ , затем осуществляют сварку узлов ригеля, но не омоноличивают их, и на ригель устанавливают плиты перекрытия с собственным весом  $q$ , затем омоноличивают узлы колонн и ригеля, а также устанавливают навесные стеновые панели с последующим вводом объекта в эксплуатацию (полезная нагрузка  $q_{\text{пол}}$ ) – рис. 4, а.

2. На установленные, но не омоноличенные в узлах колонны, устанавливают ригель, затем колонны омоноличивают, осуществляют сварку узлов ригеля, на ригель устанавливают плиты перекрытия и монтируют стеновые панели, затем омоноличивают узлы ригеля и вводят объект в эксплуатацию – рис. 4, б.

3. На смонтированные и омоноличенные в узлах колонны устанавливают ригель, затем осуществляют сварку узлов ригеля и на него устанавливают плиты перекрытия, затем омоноличивают узлы ригеля, монтируют стеновые панели и вводят объект в эксплуатацию – рис. 4, в.

4. На смонтированные и омоноличенные в узлах колонны устанавливают ригель, затем осуществляют сварку узлов ригеля, на ригель устанавливают плиты перекрытия и монтируют стеновые панели, затем омоноличивают узлы ригеля и вводят объект в эксплуатацию – рис. 4, г.

Выполненные в программном комплексе Лира расчеты такой рамы показывают, что значения изгибающих моментов в элементах рамы составляют от 26 до 97 % от значений, полученных без учета податливости узлов и стадийности монтажа (см. таблицу).

Таким образом, учет податливости узлов в стадии монтажа совместно с грамотно подобранной последовательностью возведения здания позволяет добиться снижения внутренних силовых факторов, а соответственно сокращения стоимости конструктивных элементов.

#### Библиографический список

1. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узловых сопряжений сборных железобетонных конструкций. – М.: ЦНИИПромзданий, 2002. – 39 с.