

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.012.45

Ю.А.Булай, И.И.Неверович

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БЕЗРАСКОСНЫХ ФЕРМ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА С АРМИРОВАНИЕМ КАНАТАМИ

Исследования, проведенные в нашей стране, позволили расширить область эффективного применения конструкций из высокопрочного бетона в промышленном строительстве. Технико-экономические исследования показали эффективность применения бетонов высоких марок для элементов каркаса многоэтажных и одноэтажных гражданских и промышленных зданий, в частности для стропильных ферм покрытий. Повышение марки бетона в этих конструкциях дает возможность уменьшить размеры сечения элементов, сократить расход стали и бетона, уменьшить массу и стоимость конструкций, а также расходы на их транспортировку и монтаж [1, 2].

Значительный экономический эффект в фермах может быть получен при замене обычного бетона высокопрочным и шага колонны и ферм с 6 на 12 м. Например, при расчетной нагрузке на покрытие 500 кгс/м^2 , шаге ферм 6 м и пролете 18 м применяются безраскосные фермы марки ФБ 181-2А-III_в из бетона марки 400. При переходе на шаг 12 м и бетон марки 600 эти фермы заменяются безраскосными ФБ 18 II-9А III_в/600 или ФБ 18 II-9П/600. Как видно из табл. 1, при такой замене экономия стали на ферму составляет до 14% и бетона до 44% в расчете на ячейку 18 x 12 м. Но ассортимент таких типовых конструкций ограничен. Поэтому необходимо в ближайшее время расширить экспериментальное проектирование и исследование конструкций стропильных ферм покрытий одноэтажных промышленных зданий из высокопрочного бетона и освоить технологию их изготовления. Один из путей решения этой задачи – перепроектирование типовых конструкций из обычного бетона на высокопрочный марок 600–800 для конкретных объектов строительства.

Белорусским политехническим институтом проведено перепроектирование здания отделочного цеха Гомельского ДОКА

Таблица 1. Характеристика ферм

Марка фермы	Расход	
	стали, кг	бетона, м ³
На одну ферму ФБ 18 1-2АШВ (серия 1.463-3, вып. II)	510	2,75
На две фермы ФБ 18 1-2АШВ	1020	5,5
На одну ферму ФБ 18 II-9А ШВ/600 (серия 1.463-3, вып. XII)	871	3,1
Экономия, %	14,76	44,0

[3]. При этом фермы пролетом 18 м из бетона марки 400 заменены безраскосными ФБ 18 II-9П/600 из бетона марки 600, расположенными с шагом 12 м. Опалубочные размеры ферм приняты по типовым рабочим чертежам безраскосных ферм из обычного бетона по серии 1.463-3, вып. II, армирование верхнего пояса и решетки - по типовым чертежам безраскосных ферм из высокопрочного бетона (серия 1.463-3, вып. XII). Нижний пояс армировался преднапряженными канатами класса К-7 (9φ15 мм).

Отсутствие типовых рабочих чертежей безраскосных ферм из бетона марки 600 с принятым армированием нижнего пояса потребовало перерасчета и экспериментальной проверки расчетных предпосылок и принятого конструирования фермы ФБ 18 II-9П/600. На Барановичском комбинате ЖБК были изготовлены две натурные фермы (Ф-1,2), идентичные фермам для объекта внедрения. Сотрудники ИСиА Госстроя БССР провели работу по подбору состава бетона марки 600 и отработке технологии изготовления таких ферм.

Для исследования прочности, жесткости и трещиностойкости запроектированных ферм и проверки расчетных предпосылок фермы испытывались кратковременной нагрузкой по методике, разработанной в соответствии с указаниями по испытанию безраскосных ферм из высокопрочного бетона серии 1.463-3, вып. XII. Замерялись деформации бетона, прогибы, отмечались момент и место появления трещин, характер их развития и ширина раскрытия, момент и характер разрушения.

Первые нормальные трещины появились в средней стойке вблизи примыкания ее к верхнему поясу. При следующей сту-

пени нагружения нормальные трещины появлялись и на других стойках вблизи вутов. Ширина раскрытия трещин в стойках при контрольной нагрузке, равной нормативной N^H , составляла 0,05 – 0,1 мм, что меньше требуемой по проекту (0,2мм). Нормальные трещины в нижнем поясе образовались вблизи примыкания к стойкам в середине пролета при нагрузке $1,1N^H$ для Ф-1 и $1,05N^H$ для Ф-2. Согласно проекту контрольная нагрузка появления нормальных трещин в нижнем поясе равна $1,05N^H$.

Разрушение обеих ферм произошло от раздробления бетона верхнего пояса в середине пролета вблизи узла при нагрузке, составляющей 1,6 от расчетной для Ф-1 и 1,76 от расчетной для Ф-2, что значительно выше контрольной нагрузки разрушения (1,4 от расчетной).

Прогиб по середине пролета при контрольной нагрузке по проверке прогибов, равной нормативной, составил 1/880 пролета для Ф-1 и 1/1030 пролета для Ф-2, что меньше допустимого по проекту (1/800пролета).

Характер эпюр деформаций бетона, построенных по результатам показаний индикаторов, свидетельствует о работе панелей верхнего пояса на внецентренное сжатие с малым эксцентриситетом, а панелей нижнего пояса – на внецентренное растяжение с малым эксцентриситетом. Сечение средней стойки в месте примыкания к нижнему поясу работало на внецентренное сжатие с малым эксцентриситетом, а крайней стойки – на внецентренное сжатие с большим эксцентриситетом.

Выводы. Результаты испытаний свидетельствуют о том, что запроектированные безраскосные фермы ФБ. П-9П/600 из высокопрочного бетона марки 600 с армированием нижнего пояса канатами К-7 по прочности, жесткости и трещиностойкости удовлетворяют требованиям норм и могут быть рекомендованы для внедрения на объектах строительства с девятым типом нагрузки на покрытие.

Переход к бетонам марки 600 позволяет увеличить шаг ферм до 12 м, что дает экономию бетона до 44% и стали до 14% на одну ячейку 18 х 12 м.

Л и т е р а т у р а

1. Гершанок Р.А., Клевцов В.А. Безраскосные железобетонные фермы для покрытия промышленных зданий. – Л., 1974. 2. Михайлов В.А. Перспективы применения высокопрочных бетонов в строительстве. – В сб.: Мат-лы сессии

Союзной комиссии ФИП. Киев, 1962. 3. Разработка, исследование и внедрение конструкций колонн и ферм из высокопрочного бетона. Отчет БПИ, № г. р. 6044707. – Минск, 1976.

УДК 624.012.36.001.5

И.А.Ворошилов

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЬЦЕВОГО СЕЧЕНИЯ

Условия прочности элемента кольцевого сечения при изгибе, внецентренном сжатии и растяжении можно найти, рассмотрев два условия равновесия. Чтобы получить более простые зависимости, сумму моментов необходимо составлять относительно центральной оси сечения. При этом следует предположить, что бетон, сжатая арматура используются до расчетных сопротивлений и эпюры напряжений в них прямоугольные. Сжатая зона бетона выражена площадью сегмента или сегментной частью кольца. При этом имеют место три случая, при которых граница сжатой зоны проходит в верхней части бетонного кольца, пересекает область пустотелого сердечника или располагается в нижней его части.

Граничным условием первого случая является (рис.1,а)

$$\cos \varphi_0 > \eta = \frac{r_1}{r_2}; \quad (1)$$

второго

$$\cos \varphi_0 < \eta; \quad (2)$$

третьего (рис. 1, б)

$$\cos (\pi - \varphi_0) > \eta. \quad (3)$$

Углы, определяющие величину сжатой зоны бетона, границу между сжатой и растянутой арматурой, обозначены φ_0 и φ_2 .

Значение угла можно найти, рассмотрев сумму проекций всех внешних и внутренних усилий на продольную ось элемента,

$$m_{a_4} R_a F_{н.р} + R_a F_{a.р} - \sigma'_c F'_n - R_{a.c} F'_a \pm N = R_{пр} F'_b, \quad (4)$$