

Мавлянов А.С., Охунов З.Ю.

БЕТОНДУК КЕССОН МЕНЕН ЧАТЫР ФЕРМАЛАРЫНЫН ӨНДҮРҮҮ
ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Мавлянов А.С., Охунов З.Ю.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕШЕТЧАТЫХ ФЕРМ
С БЕТОННЫМ КЕССОНОМ

Mavlianov A.S., Ohunov Z.Y.

TECHNOLOGY OF MANUFACTURING LATTICED FARMS
WITH CONCRETE CASSON

УДК: 624.9

Калка элементтеринин бекемдигин жогорулатуу үчүн аралыктын узундугуна чатыр фермаларын орнотуу каралган. Чатыр фермалары үзүү күчтөрүнө гана бекемдик бербестен, элементтин ылдый жагында тартуунун бекемдигин да жогорулатуусу зарыл.

Негизги сөздөр: чатыр фермалар, бекемдик, панелдер, басым жасоо, бетон плиталары, арматура.

Для повышения прочности элементов перекрытия рассматривается устройство решетчатой фермы по всей длине пролета. Решетчатая ферма должна иметь не только прочность на разрыв, но и усиление прочности на растяжение в нижней части.

Ключевые слова: решетчатые фермы, прочность, панели, опора, бетонные плиты, арматура.

To increase the strength of the slab elements, the device of the lattice truss considered along the entire length of the span. Lattice truss must not only have a tensile strength, but also an increase in tensile strength in the lower part.

Key words: lattice girders, strength, panel, prop, concrete slabs, rebar.

Перекрытия, изготовленные из трехмерных панелей, значительно ограничены по прочности на разрыв. В зависимости от стандартных типов панелей максимально допустимая прочность на разрыв должна быть от 11 до 14кН/м. Зачастую, эта величина в перекрытиях превышена и необходимо принимать дополнительные меры. Простое решение для достижения более высокой прочности на разрыв состоит в усилении армирования на опорах, которая увеличивает

допустимую прочность. Если разрывающие силы значительно превышают допустимую прочность, то потребуются другие решения. Такие решения подразумевают применение фермы вдоль всей длины перекрытия.

Такая ферма должна иметь не только значительную прочность на разрыв, но и усиление прочности на растяжение в нижней части. По экономическим причинам рекомендуется применять решетчатую ферму, изготовленную на заводе.

Решетчатые фермы используются как часть бетонных элементов, изготовленных на заводе. Они могут представлять собой небольшие бетонные кессоны шириной 10-12см, которые покрывают только решетчатую ферму, либо широкую бетонную плиту шириной 1-2,5м, в которую вставляются как ферма, так и трехмерные панели.

Для примера рассмотрим решетчатую ферму с дополнительным продольным армированием внутри фермы для больших нагрузок на пол. Такие фермы конструируются в соответствии с правилами традиционного армирования. При наличии бетонного кессона, изготовленного на заводе, рекомендуется устанавливать трехмерные панели на бетонные кессоны с помощью арматурных стержней диаметром не менее 10 мм через каждые 50 см. (рис. 1). Затем снизу наносится бетон технологией торкретирования. Если расстояние между решетчатыми фермами (ширина панелей) выше 60 см, то необходимо проверять и верхний слой бетона.

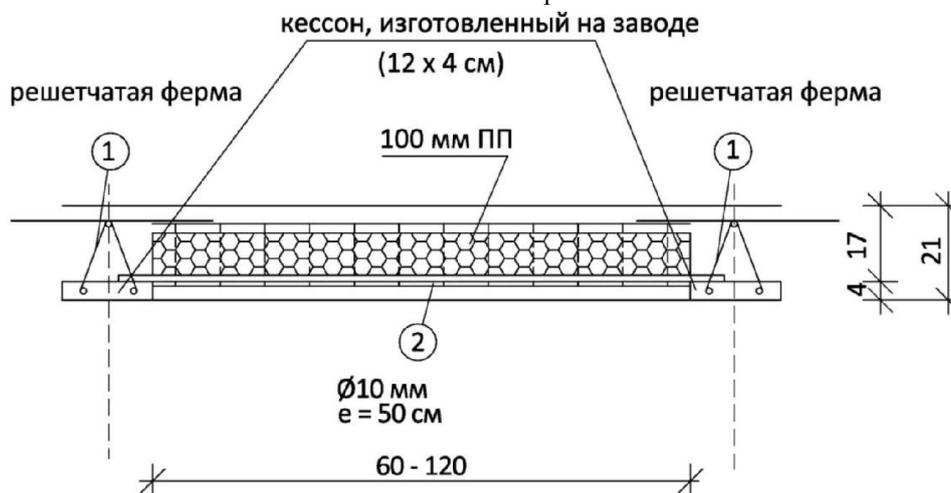


Рис. 1. Решетчатые фермы с бетонным кессоном, изготовленным на заводе.

В случае перекрытий со значительной нагрузкой и большими пролетами можно использовать несколько решетчатых ферм. Не рекомендуется использовать очень узкие панели менее 60см. В таком случае лучше устанавливать двойные решетчатые фермы. В любом случае рекомендуется обеспечивать непрерывное верхнее армирование (сварная сетка). Однако, в случае небольших нагрузок на разрыв этим условием можно пренебречь.

Расстояние между арматурными раскосами было выбрано для плиты шириной 1,20м. Следовательно, требуется целое число дополнительных арматурных стержней на каждую плиту. Диаметр дополнительных стержней должен быть меньше диаметра рабочей арматуры и не должен превышать 10 мм [1].

На рисунке 2 представлен пример, уже апробированный на практике. Здесь решетчатые фермы и половинки панелей ($b=60\text{см}$) укладываются поочередно. Для того чтобы уложить панели на решетчатые фермы, вставляются арматурные стержни диаметром 10мм на глубину 50 см между ППС и сеткой. Во избежание смещения панелей сначала необходимо нанести один нижний слой бетона.

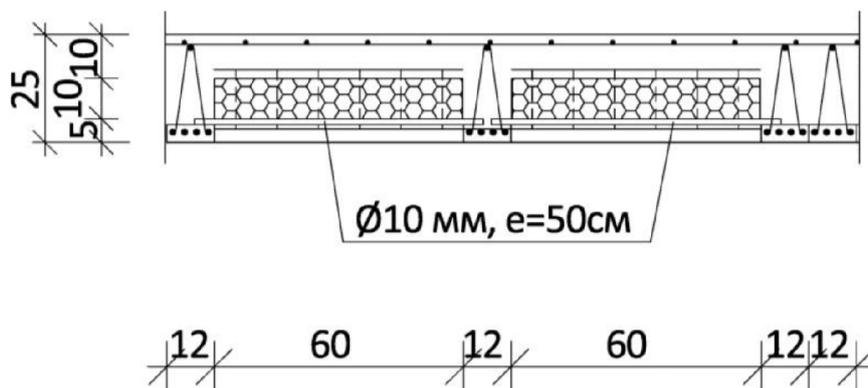


Рис. 2. Толстая плита перекрытия с одинарной или двойной решетчатой фермой и трехмерными панелями.

Элементы перекрытий с решетчатыми фермами, изготовленные на заводе, требуют обязательного применения крана. Однако это позволяет экономить рабочее время. Особо много времени требует оштукатуривание нижней части перекрытия.

Основной технической проблемой является выполнение соединения между элементами перекрытия. В 1-м варианте бетонный элемент не соединяется с краем трехмерной панели. Соединение между элементами армируется сеткой внахлест и закрывается торкрет бетоном. Во 2-м варианте край элемента перекрытия делается без панели. Позднее укладывается сетка внахлест на стык и это место торкретируется бетоном. Дополнительно, можно заделывать стык снизу (рис. 3). Для этого кромки элемента делаются с небольшой фаской. Благодаря этому можно пренебречь продольным армированием, так как это можно считать перекрытием в одном направлении.

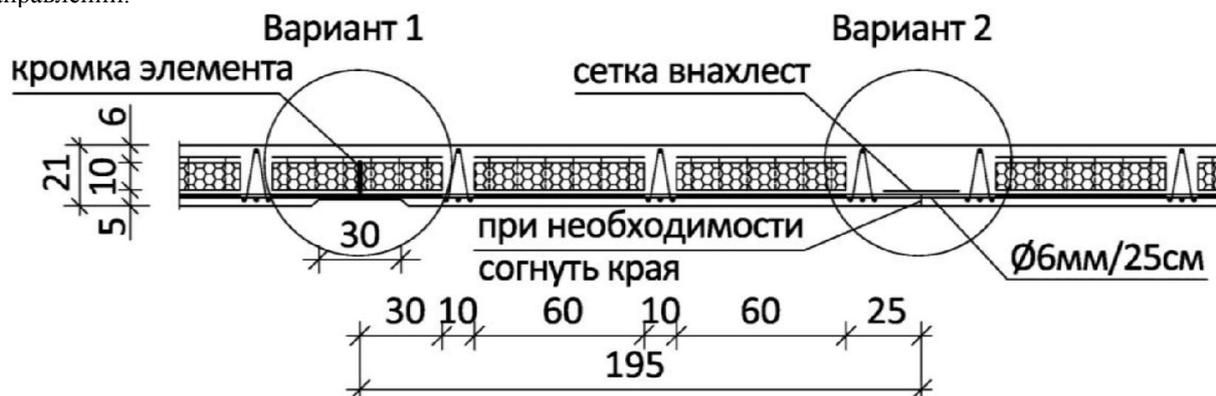


Рис. 3. Перекрытие с решетчатыми фермами и трехмерными панелями.

Если промежуток слишком большой и общая толщина 20-23см недостаточна, то имеет смысл применять стыки, изготовленные на заводе. Пример, показанный на рисунке 4, может быть использован для пролетов, т.е. прогонов до 8-10 метров. При конструировании элемента на заводе необходимо убедиться, что такая балка может нести любую нагрузку во время возведения и что потребуются лишь незначительное количество подпорок.

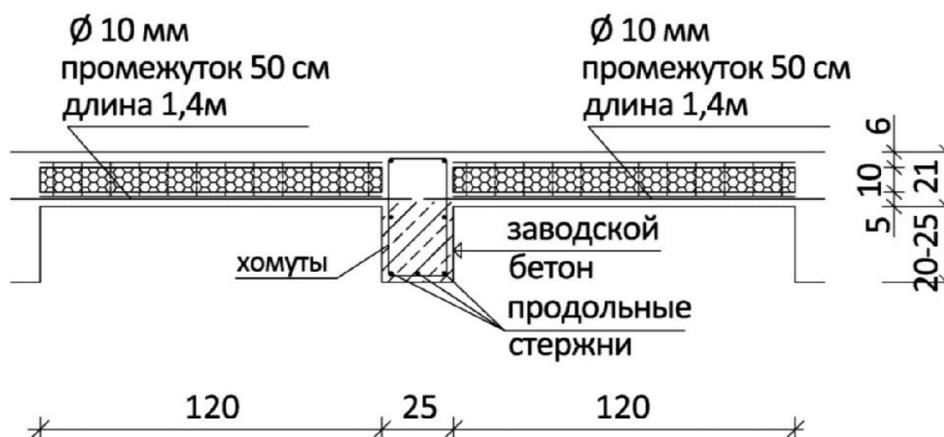


Рис. 4. Стык, изготовленный на заводе.

По сравнению с простой трехмерной панелью основное различие состоит в определении прочности решетчатой фермы на разрыв. Решающий элемент прочности панели на разрыв расположен на опоре, в то время как конструкция решетчатой фермы позволяет определять прочность на разрыв на расстоянии $d/2$.

При использовании решетчатых ферм с 2 диагональными стержнями, допустимая прочность на разрыв рассчитывается на основании того, что распорка (откос) в бетоне наклонен под углом 45° :

$$V = 2 \frac{a_s f_y z}{1.75} (\sin \alpha + \cos \alpha), \quad (3.1)$$

где: a_s - площадь поперечного сечения диагоналей на метр; z - плечо внутренних сил; приблизительно 95% от рабочей высоты; 1,75 - общий коэффициент безопасности в соответствии с [2].

В любом случае, бетонная распорка (раскос) может быть проверена на касательное напряжение τ . Проверьте уровень 1.

$$\tau = \frac{\Delta V}{b_0 z} \leq \tau_{03}, \quad (3.2)$$

где ΔV - сила разрыва без применения панели; b_0 - ширина поперечного сечения бетона. Для решетчатой фермы это соответствует ширине между панелями около 10-12 см.

В соответствии с [2] напряжение на разрыв не должно превышать величину τ_{03} .

Другая проверка решетчатых ферм требуется на 2-м уровне. Если верхний пролет фермы не входит в бетонный верхний слой (рис.5), правая сторона), то прочность на разрыв на верхней грани решетчатой фермы необходимо рассчитать. В области 2-го уровня сила разрыва должна поглощаться бетоном. Следовательно, прочность на разрыв не должна превышать τ_{01} [3]. Иначе встанет необходимость в укладке дополнительной решетчатой фермы над уже установленной фермой рядом с опорой. Если нет непрерывного армирования верхней части, то необходимо проверить 3-й уровень.

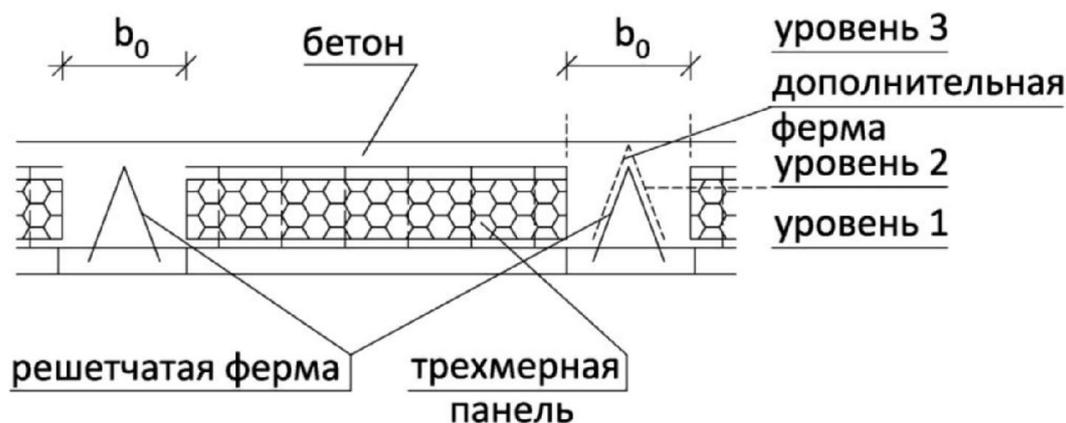


Рис. 5. Элементы заводского перекрытия или ребристая плита.

Для применения решетчатых ферм необходимо разработать некоторые дополнительные детали для безопасного возведения здания из плит. Это относится, в частности, к конструкциям опор (рис. 6), необходимости поперечных ребер жесткости (рис. 7) для больших проемов и применения дополнительного армирования.

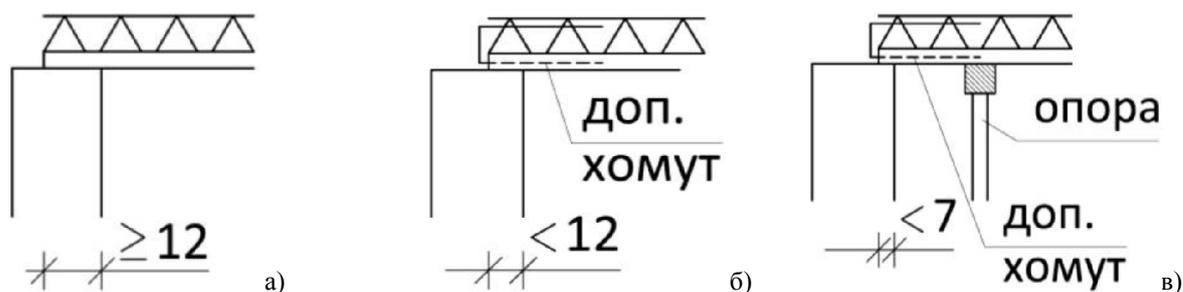


Рис. 6. Детали опор: ≥ 12 см (а); < 12 см (б); < 7 см (в).

Если длина опирания решетчатой фермы не менее 12 см, то необходимо удлинить нижнее армирование. Самым лучшим решением может быть установка U-образного хомута на бетонном кессоне [4]. Если длина опирания меньше 7 см, то решетчатая ферма должна укрепляться во время бетонирования в месте опоры.

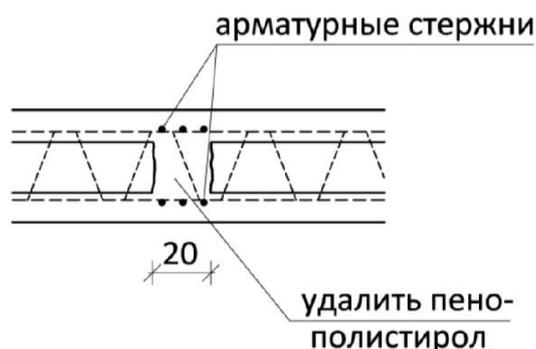


Рис. 7. Поперечное ребро жесткости для пролетов свыше 6 метров.

В плитах перекрытий с рабочим пролетом выше 6 метров необходимо вставлять поперечное ребро жесткости в середине пролета. Рекомендуется устанавливать одно дополнительное ребро на каждые 1,5 метра. Армирование этого ребра (верх и низ) должно соответствовать приблизительно армированию решетчатой фермы, включая дополнительное армирование и должно перекрывать всю ширину плиты. ППС в месте ребра жесткости вынимается.

Распределение дополнительного армирования снизу должно соответствовать приблизительно отношению между прочностью на разрыв панели и решетчатой фермы. В случае плиты перекрытия с требуемой прочностью на разрыв, равной 28 кН/м и прочностью на разрыв панели, равной 14 кН/м, трехмерная панель и решетчатая ферма должны иметь приблизительно половину всей площади продольной арматуры. Если на бетонном кессоне не хватает достаточно места, то можно армировать дополнительно верх кессона. В расчетах необходимо учитывать нижнее значение высоты армирования. Остальное армирование панели производится равномерно. Можно не придерживаться строго к вышеописанному распределению арматуры. Вместо соотношения 50/50 можно использовать отношение 40/40.

Литература:

1. Охунов З.Ю. Разработка методики расчета трехслойной строительной конструкции на изгиб. «Наука и инновационные технологии» МУИТ, №1/2016(1). - Бишкек, 2016. - С. 296-301.
2. ACI, 2005. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI, 318-05) and Commentary. (ACI 318R- 05). American Concrete Institute, Farmington Hills. - Michigan, 2005.
3. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
4. Руководство по расчету и проектированию «Трехслойной строительной конструкции». Агентство по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан. - Душанбе, 2013. С. 176.

Рецензент: д.т.н., профессор Касымова М.Т.