

УДК 624.012.35-624.012.45

## КОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОГОНОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ СО СТАЛЬНЫМ ПРОФИЛИРОВАННЫМ НАСТИЛОМ

К. Бактыгулов, Б.С. Ордобаев, Д.А. Рыспаев, А.Б. Бактыгулова, А.М. Мамбетов, Ш.С. Абдыкеева

Проанализированы результаты исследований и практика применения железобетонных прогонов при возведении монолитных перекрытий с применением стального профилированного настила. Предложены способы обеспечения совместности работы бетона плиты с внешней арматурой и плиты в целом с предлагаемой конструкцией железобетонного прогона.

**Ключевые слова:** железобетонные прогоны; стальной профилированный настил; монолитное перекрытие; обеспечение совместной работы бетона плиты с внешней арматурой.

## ПРОФИЛДЕНГЕН БОЛОТ ТӨШӨМӨЛДҮҮ ЧУЛУ КАЛКАЛАРДА КОЛДОНУУ ҮЧҮН ТЕМИР БЕТОН СУНДУРМАЛАРДЫН КОНСТРУКЦИЯСЫ

Бул макалада буга чейин белгилүү болгон профилденген болот төшөмөлдөрдү пайдалануу менен курулган чулу калкалардагы темир бетон сундурмаларын иш жүзүндө колдонуу тажрыйбасы жана изилдөөнүн жыйынтыктары талдоого алынган. Сыртынан арматураланган чулу калкалардын плитасынын бетону менен арматурасынын, ошондой эле жалпы плитанын сунуш кылынган курама темир бетон сундурма менен чогуу иштөө ыкмалары көрсөтүлгөн.

**Түйүндүү сөздөр:** темир бетон сундурмалар; профилденген болот төшөмөл; чулу калка; сырткы арматуралуу плитанын бетону менен анын арматурасынын чогуу иштешин камсыз кылуу; чулу плитанын курама темир бетон сундурма менен чогуу иштешин камсыз кылуу.

## THE DESIGN OF REINFORCED CONCRETE GIRDERS FOR USE IN MONOLITHIC CEILINGS WITH STEEL PROFILED FLOORING

K. Baktygulov, B.S. Ordobaev, D.A. Ryspaev, A.B. Baktygulova, A.M. Mambetov, Sh.S. Abdykeeva

This article analyzes the research and practice of using reinforced concrete girders for the erection of monolithic ceilings using steel profiled flooring. Methods for ensuring the compatibility of concrete slab work with external reinforcement and slabs as a whole with the proposed design of reinforced concrete run are proposed.

**Keywords:** reinforced concrete girders; steel profiled flooring; monolithic overlapping; ensuring the joint work of concrete slabs with external reinforcement.

Применение стальных балок в системе монолитных железобетонных перекрытий уменьшает трудоемкость строительства, а также расход стали, по сравнению с традиционными вариантами.

В опалубке из стального профилированного настила железобетонных прогонов основными недостатками при использовании в качестве несущего элемента монолитных плит перекрытий являются:

- малая возможность системы объединения плиты с прогонами из-за дороговизны и отсутствия надежных материалов;

- при применении стальных несущих элементов железобетонные балки становятся тяжелыми [1].  
Формы и масштабы выступов сборных железобетонных прогонов, изученные некоторыми научно-исследовательскими институтами, копировали укладываемый на него настил (рисунок 1, а) [2, 3]. Прогоны армировались вертикальным плоским каркасом с двумя продольными рабочими стержнями из арматурной стали класса А-III диаметром 18 мм в растянутой зоне и монтажной арматурой из стали класса А-I диаметром 8 мм в сжатой

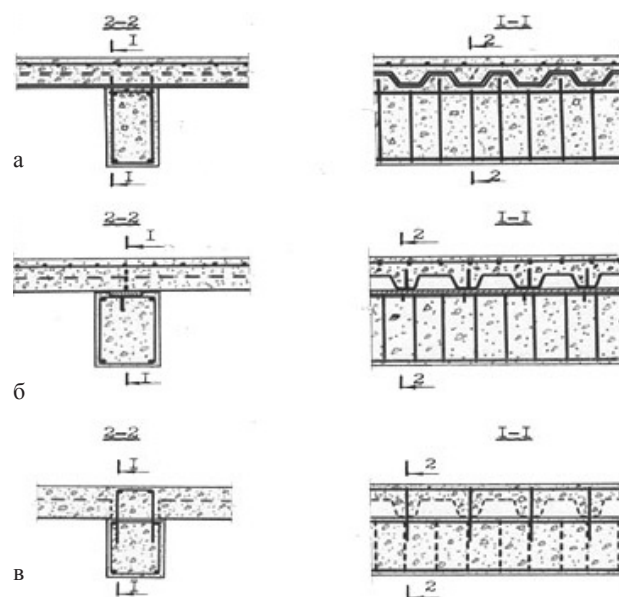


Рисунок 1 – Конструкции перекрытий, возводимых по железобетонным прогонам:  
а – по часторебристым прогонам; б – по прогону с металлической полоской по верхней грани;  
в – по прогону с петлевыми хомутами-анкерами

зоне. Поперечная арматура из стержней класса А-I диаметром 8,0 мм расположена на опорных частях балки на длине 68 см с шагом 8,5 см. Эти же стержни в средней части пролета помещали с шагом 17,0 см. Шпонки для объединения плиты с прогоном подбирались обетонированием поперечной арматуры, выступающей за верхнюю грань балки. В выводах работы, похожее соединение дает возможность совместной работы плиты с прогонами. Но вместе с тем, имеются и некоторые затруднения:

- различные фигуры и масштабы поперечного сечения настилов, которые изготавливаются как у нас в стране, так и импортные, влияют на производство прогонов с целью создания анкерных шпонок;
- возникают проблемы при производстве их в заводских условиях, ввиду необходимости достоверности соблюдения очертания и размеров ребер, как достигается плотность прилегания настила к прогону;
- необходимо бережное к ним отношение при транспортировке и хранении шпонки прогона и т. д.

Существует также конструкция сборного железобетонного прогона [3], показанная на рисунке 1, б. Металлическую полосу в бетоне заглубляют в тело бетона балки при помощи вертикальных анкеров, которую приваривают с нижней стороны.

Однако такая конструкция прогона сложна в изготовлении и весьма дорогая.

В практике зарубежных строительных фирм дается очень мало примеров применения и изготовления сборных железобетонных прогонов.

В системе «RESO-Verbunddecke» сборные железобетонные прогоны применялись как опорные конструкции вследствие большой сопротивляемости сдвигу листов типа «RESO» в Германии [4, 5]. Плиты с прогоном для совместной работы не соединялись (рисунок 1, в).

По сравнению с другими вариантами, авторами этой работы предложена новая экономичная и надежная технология конструкции прогона [6, 8], исключая трудоемкие сварочные работы и потребность в экспертах по сварке. Поперечные стержни каркаса в этом случае выступают за верхнюю грань на нужную высоту, которая требуется для анкеровки плиты в системе перекрытия. Высота анкерной части стержня обуславливается высотой ребра используемого настила и толщины бетонной полки плиты (рисунок 2 б, в). Иногда в зависимости от расчета или конструктивных особенностей для принятия силы срезающей на оппорных участках, зависящих от высоты прогона, предусмотрена возможность применения вспомогательных стержней между стержнями-анкерами (рисунок 2, а) [7, 8]. Изучение арматурных стержней для гибких упоров показало

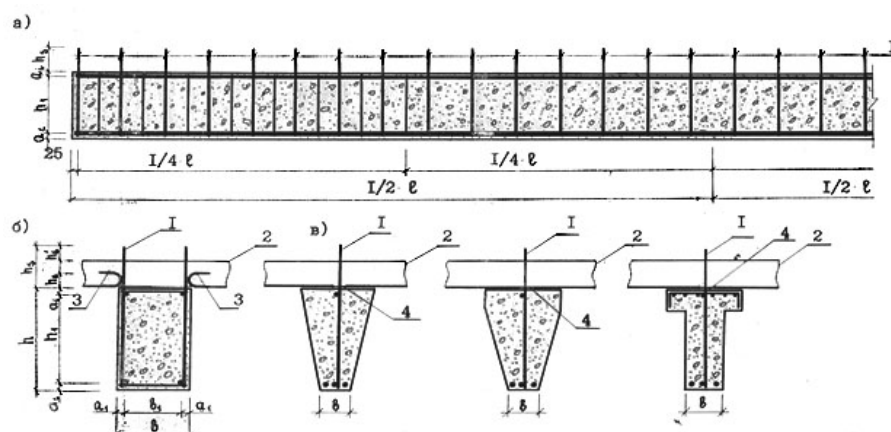


Рисунок 2 – Конструкция сборного железобетонного прогона:

- а – продольный разрез; б – армирование прогона двумя плоскими каркасами;  
в – армирование прогона одним плоским каркасом; 1 – стержни-анкеры;  
2 – стальной профилированный настил; 3 – отгибы-лепестки; 4 – отверстие

возможность применения горячекатаных стержней периодического профиля класса А-III, диаметром 10÷14 мм [7, 8].

Соединение плиты с прогоном можно сделать при помощи каркаса, если значения сдвигающих усилий (до 40 кН) и его поперечное сечение в зависимости от площади растянутой арматуры, размещенной у нижней грани, и площади бетона сжатой зоны, может быть трапециевидным, тавровым или двутавровым (рисунок 2, в).

Планирование подобных сборных железобетонных прогонов заранее напряженными нужно для экономии арматурной стали и улучшения их рабочих качеств.

Использование железобетонного прогона предлагаемой конструкции увеличивает расход бетона на 17,5 %, в то время как металлоемкость перекрытия снижается на 22,88 %. Перекрытие с использованием сборного железобетонного прогона менее трудоемко по сравнению с исходным вариантом (со стальными балками): общая трудоемкость сокращается на 16,83 %, трудоемкость на строительной площадке снижается на 22,25 %, а заводская трудоемкость возрастает более чем в два раза.

Экономический эффект от использования предлагаемого конструктивного решения сборных монолитных перекрытий за счет сокращения ресурсов (материально-технических, трудовых, временных) может составить около миллиона сомов на 1 м<sup>2</sup> площади перекрытия, что выражается снижением стоимости в деле на 11,09 %.

Таким образом, новая конструкция сборного железобетонного прогона для перекрытия

с внешним армированием из стальных профилированных листов показывает целесообразность его применения при возведении зданий небольшой этажности со сложной конфигурацией в плане, с большим количеством отверстий в перекрытии, а также при реконструкции зданий различного назначения. Предложенная конструкция прогонов может быть применена при реконструкции, а также при восстановлении зданий после их повреждения.

Подобные конструкции рассчитываются по методу сосредоточенных деформаций. Они наиболее четко описывают работу её элементов, позволяют использовать реальные диаграммы деформирования материалов плиты и прогона, а также шва между ними, чем достигается наиболее точное описание действительной работы комбинированных балок [9, 12].

#### Литература

1. Богданова Е.Н. Монолитные железобетонные перекрытия с применением стального профилированного настила: Обзор / Е.Н. Богданова, В.Н. Голосов. М.: ВНИИИС, 1983. С. 4–24.
2. Карповский М.Г. Совместная работа балок с плитами перекрытия, армированными профилированным настилом: дис. ... канд. техн. наук / М.Г. Карповский. М.: НИИЖБ, 1985. 152 с.
3. Рабинович Р.И. Совместная работа плит с профилированной листовой арматурой и железобетонных прогонов / Р.И. Рабинович, А.А. Богданов, М.Г. Карповский // Бетон и железобетон. 1983. № 1. С. 33–34.
4. Конструкции перекрытий с применением стального профилированного настила // Реферативный

- сборник. 1980. Сер. VIII. Вып. 2. С. 4–8. М.: ЦИНИС.
5. Конструкция сталежелезобетонного перекрытия типа «RESO» (Австрия) // Экспресс-информация. 1981. Сер. 8. Вып. 1. М.: ВНИИИС.
  - Додонов М.И. Новая конструкция сборно-монокричного перекрытия и его экспериментально-теоретическое исследование / М.И. Додонов, К.Б. Бактыгулов // Тез. докл. XIII науч.-производ. совещ.-сем. «Новые конструктивные формы несущих железобетонных систем многоэтажных зданий». 1987, октябрь. Минск, 1987. С. 27.
  6. Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом. М.: НИИЖБ, ЦНИИ-Промзданий Госстроя СССР, 1987. 41 с.
  7. Бактыгулов К. Конструкция монолитных перекрытий на стальных профилированных настилах с использованием железобетонных прогонов / К. Бактыгулов // Известия вузов. 2014. № 12. С. 13–15.
  8. Абдыкеева Ш.С. Программа «МСД» для расчета плоско-напряженных несущих систем многоэтажных зданий в упругой стадии работы / Ш.С. Абдыкеева, А.М. Зулпуев, Б.С. Ордобаев // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 4. С. 76–79.
  9. Зулпуев А.М. Расчет фрагмента междуэтажного железобетонного перекрытия на вертикальные нагрузки по методу сосредоточенных деформаций / А.М. Зулпуев, Б.С. Ордобаев, М.Т. Насыров // Вестник КРСУ. 2014. Т. 14. № 7. С. 105–108.
  10. Зулпуев А.М. Метод сосредоточенных деформаций для расчета сборных железобетонных плит перекрытий в зданиях с монолитными стенами / А.М. Зулпуев, К. Бактыгулов. Бишкек: Илим, 2013. 86 с.
  11. Додонов М.И. Теория сосредоточенных деформаций в прикладных задачах. Часть 2 / М.И. Додонов, К. Темикеев, А.М. Зулпуев, К. Бактыгулов. Бишкек: Изд-во «Аят», 2015. 184 с.