

По альтернативному варианту, вместо ферм из ГСП с параллельными поясами использовать фермы покрытия с круговым очертанием нижнего пояса, что позволило значительно снизить расход стали.

Сечение верхнего и нижнего поясов, предложенной стропильной фермы – 200x160x8 (С345), решетки – 120x5 (С255).

Возведение крытого зимнего манежа с использованием стропильных ферм из ГСП с криволинейным нижним поясом, позволит уменьшить строительный объем сооружения на 4 %, снизить материалоемкость ферм покрытия на 9-10%, что в целом по зданию составит 12-15 тонн.

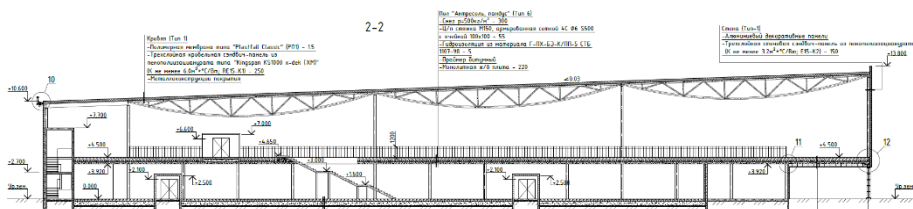


Рис. 4 – Продольный разрез всепогодного лыжного манежа альтернативного варианта, предложенный для снижения металлоемкости стропильных конструкций

При проектировании подстропильных балок было предложено использовать вместо прокатных двутавров 70Ш1 и 70Ш4, перфорированную балку, получаемую путем распуска двутавра 35Б1. На подстропильные балки большого пролета 12.0 м и 13.5 м опираются прогоны с шагом 2,25 м, по которым уложены «сэндвич»-панели, это позволило принять в качестве несущих подстропильных балок двутавровые перфорированные балки. Экономический эффект при переходе на перфорированные составит 24 тонн металлопроката.

Расчеты элементов каркаса конструкций здания зимнего манежа выполнялись в программном комплексе Autodesk Robot Structural Analysis Professional.

Список использованных источников

1. СН 2.01.04-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые воздействия».
2. СН 2.01.05-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия».

3. СП 5.04.01-2021 «Стальные конструкции».

4. Серия 1.460.3-23.98 «Стальные конструкции покрытий производственных зданий пролетом 18, 24 и 30 м из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения с уклоном 10%».

Усиление растянутой зоны многопустотных железобетонных плит установкой дополнительной композитной арматуры

Хотько Е.А.

Научный руководитель – Хотько А.А.

Белорусский национальный технический университет

Проводимая реконструкция зданий и сооружений зачастую связана с увеличением нагрузок на существующие конструкции перекрытий и покрытий капитальных строений, что в свою очередь приводит к необходимости повышения их несущей способности путем усиления. Одним из часто распространенных примеров таких реконструкций является переназначение жилых помещений домов (с подвальными этажами) под торговые объекты, функциональная нагрузка на перекрытия, в которых значительно превышает функциональную нагрузку на перекрытия в жилых помещениях, а типовыми элементами перекрытий в таких зданиях, в большинстве случаев являются сборные многопустотные железобетонные панели. Поэтому, с большой долей вероятности (определяется проверочным расчетом) запроектированные под нагрузку для жилых помещений, конструкции многопустотных плит перекрытия нуждаются в повышении несущей способности.

Выбор метода усиления многопустотных плит зависит от результатов проверочных расчетов с учетом фактических прочностных свойств бетона и схемы армирования конструкций. В случаях, когда по результатам расчетов при предельной нагрузке относительная высота сжатой зоны бетона не превышает граничного значения данного параметра, требуется усиление растянутой зоны железобетонной конструкции. Одним из широко используемых методов усиления растянутой зоны многопустотных железобетонных плит является установка дополнительной стальной арматуры или плоских каркасов в пустоты конструкций (через прорези, предварительно устроенные с верхней стороны) с последующим обетонированием пустот с целью обеспечения совместной работы усиливаемой конструкции и элемента усиления [1]. Схема такого усиления представлена на рис. 1.

Суть предлагаемого нами метода усиления заключается в использовании композитной арматуры в качестве дополнительных стержней, устанавливаемых в пустоты усиливаемой плиты. При этом, усиленная многопустотная плита будет работать после усиления как конструкция с комбинированным армированием. Исследованиям напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов с комбинированным армированием посвящены работы, выполняемые под руководством профессоров Т.М. Пецольда, В.В.Тура, ученых Российской Федерации и других стран [3, 4, 5, 6].

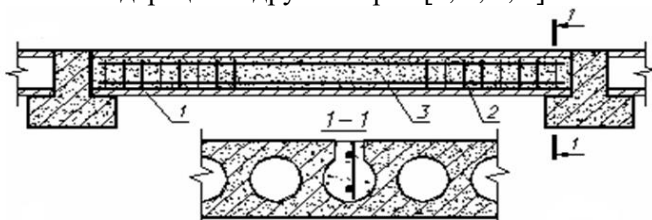


Рис. 1 - Усиление многопустотных панелей перекрытия установкой дополнительной арматуры: 1 – плита; 2 – сварной каркас; 3 - бетон

Актуальность таких исследований определяется сложностями создания предварительного напряжения композитных арматурных стержней в сочетании с более низким модулем упругости такой арматуры по сравнению со стальными арматурными стержнями. То есть, использование композитной арматуры без предварительного ее напряжения, при армировании изгибаемых элементов, является не эффективным в связи с ранним образованием трещин и значительными прогибами (по сравнению с железобетонными элементами со стальной арматурой), а выполнение предварительного напряжения изгибаемых элементов с композитной арматурой практически осуществимо на данный момент только с использованием самонапрягающего бетона [2]. В этой связи, комбинированное армирование позволяет использовать свойства композитной арматуры в сочетании с работой стальной арматуры. Учитывая более низкий модуль упругости композитной арматуры, в случае комбинированного армирования является эффективным ее включение в работу после достижения определенного уровня напряжений в стальной арматуре [5, 6].

В случае предлагаемого метода усиления многопустотных железобетонных плит установкой дополнительных композитных стержней в

растянутую зону имеются особенности напряженно-деформированного состояния усиленной конструкции, так как установка дополнительной композитной арматуры осуществляется на этапе, когда напряжения в стальной арматуре уже достигли определенного уровня. И уровень напряжений в стальной арматуре, соответствующий нулевым напряжениям в композитной арматуре, зависит от величины нагрузки на плиту, при которой происходит усиление. Чем ниже уровень напряжений в стальной арматуре в момент создания усиления, тем эффективнее окажется само усиление. Очевидно, что минимально возможной величиной нагрузки, при которой возможно производить усиление, это нагрузка, соответствующая собственному весу железобетонной многопустотной плиты.

Является важным оценить несущую способность, трещиностойкость и деформативность усиленной многопустотной железобетонной плиты в зависимости не только от уровня нагружения в момент усиления, но и от процента армирования композитными стержнями.

Использование всех преимуществ композитной арматуры при армировании изгибаемых элементов возможно только при условии ее предварительного напряжения, способного повысить трещиностойкость и уменьшить прогибы конструкций при эксплуатационных нагрузках. Не смотря на сложности создания предварительного напряжения композитной арматуры, в случае усиления многопустотных панелей представляется возможность предварительного напряжения таких стержней используя известную методику, предложенную в работах Д.Н. Лазовского [1]. Суть такой методики, иллюстрированной на рис. 2, состоит в фиксации обетонированием концов дополнительных стержней усиления, их притягивания к нижней грани пустот плит при помощи струбцин или натяжных болтов (чем создается предварительное напряжение) и последующего обетонирования пустоты с натянутой арматурой. Однако, в данном случае не известны особенности работы на растяжение композитных стержней в состоянии после их изгиба. Это требует проведения дополнительных экспериментальных исследований свойств композитной арматуры после механических изгибов.