

УДК 624.014

Д. М. БРИККЕЛЬ, магистрант кафедры Теории сооружений и технической механики

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПОДКРАНОВО-ПОДСТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра Теории сооружений и технической механики, Россия, 603950, г. Н.Новгород, ул. Ильинская, д.65. Тел.: 430-54-96; эл. почта: Archive.94@mail.ru

Ключевые слова: Подкраново-подстропильная ферма, область применения, конструктивные решения, принципы работы.

В данной статье приводится информация о подкраново-подстропильных фермах, а именно, область их применения, разнообразие их конструктивных решений и особенности расчёта данных пространственных систем.

1. Область применения

Подкраново-подстропильная ферма (ППФ), в отличие от подкрановых балок, является комбинированной системой, совмещающей в себе функции по восприятию крановых нагрузок и нагрузок от покрытия. ППФ, как правило, являются сложными неразрезными многопролётными конструкциями, характерной особенностью которых являются большие геометрические размеры (величина одного пролёта достигает 24-36 м и более) и тяжёлые условия эксплуатации (применение кранов режимов 7К и 8К грузоподъёмностью до 500 т при собственном весе крана до 750 т).[1]

Благодаря возможности развития высоты подкраново-подстропильной фермы вверх, а так же использованию принципов совмещения функций и концентрации материала подкраново-подстропильная ферма экономичнее по затрате стали, чем подкрановая балка и подстропильная ферма, выполненные раздельно. Кроме того, балки пролётом 36 м и более имеют высоту,

превышающую 3,9 м, и требуют устройство продольного монтажного стыка в стенке, что усложняет монтаж.[2]

Эффективность использования подкраново-подстропильных ферм возрастает при увеличении нагрузок на кровлю здания (большие пролёты зданий, опирание галерей, эстакад, трубопроводов и т.п.).

Первой системой такого рода в промышленном строительстве явилась подкрановая балка с ездой понизу пролетом 35 м мартеновского цеха завода им. Ф. Э. Дзержинского (1936-1945 г. г.). В этой конструкции, представляющей собой решетчатую ферму, перемещение заливочных и разливающих кранов осуществлялось по собственно подкрановым балкам плоского типа, связанным с нижним поясом основной фермы. Последний работал на растяжение и изгиб в вертикальной плоскости. Для восприятия горизонтальных усилий кранов предусматривалась специальная тормозная система.[3]

Идеи, заложенные в эту конструкцию, получили значительное развитие и воплощение в уникальной для своего времени (конец 50-х - начало 60-х годов) конструктивной форме - подкраново-подстропильной ферме пролетом 48 метров под краны грузоподъемностью до 6300 кН для главного здания мартеновского цеха с печами емкостью 900-1000 т.[3]

К настоящему времени системы типа ППФ получили достаточно широкое распространение не только в отечественной практике строительства тяжелых промышленных зданий, но и в ряде специальных сооружений в СССР и за рубежом. Так, например, они применяются (с верхним ездовым поясом) при сооружении крановых эстакад в целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Они позволяют успешно решать очень сложные задачи по обеспечению работы сверхтяжелых мостовых кранов (до 12000 кН) при пролетах подкрановых систем в 36-42 м и расположении кранов в двух уровнях.[3]

2. Конструктивные решения

Различают подкраново-подстропильные фермы двух типов: *продольные* и *поперечные*.

Продольные подкраново - подстропильные фермы, используются при перемещении мостовых кранов вдоль здания, подкраново - подстропильные фермы устанавливаются на месте обычных подкрановых балок, а высота ферм назначается так, чтобы в неё вписывался габарит кранов по высоте, и чтобы была обеспечена необходимая вертикальная жёсткость.

Поперечные подкраново-подстропильные фермы являются ригелями поперечных рам. Применяются, когда по технологическому процессу имеется необходимость перемещения мостовых кранов поперёк здания, как например, в зданиях с большими пролётами, такими как авиа сборочные и судосборочные цеха, где требуется большой шаг поперечных рам и поэтому высота подкраново - подстропильных ферм в таких случаях в основном определяется требованиями жёсткости. Такие системы, как правило, внешне статически неопределимы.

Неразрезные, как продольные, так и поперечные подкраново-подстропильные фермы выполняются многопролётными (наиболее распространены длиной одного пролёта 24, 36, 48 м) (рис.1), их длина достигает длины температурного блока здания.

Как конструктивное решение, так и порядок расчёта разрезной подкраново-подстропильной фермы на порядок проще, чем неразрезной.

Высота подкраново-подстропильных ферм определяется габаритом крана и высотой стропильной фермы на опоре, но должна быть не менее $1/8$ пролёта, причем верхний пояс подкраново-подстропильной фермы принимается в одном уровне с верхним поясом стропильных конструкций. Длину панели назначают в пределах $(0,8-1,3)h$, кратной 3 м. В узлах ферм коробчатый жесткий пояс усиливают диафрагмами из листа; в сечениях между

узлами для обеспечения неизменяемости контура коробки диафрагмы могут быть сквозными или сплошными. Расстояние между диафрагмами принимают 2, 4 или 6 м (рис.1).[1]

Стыки элементов верхнего пояса проектируют встык без накладок, располагая их на участках с не полностью использованной несущей способностью. Монтажные соединения элементов подкраново-подстропильных конструкций выполняются обычно на высокопрочных болтах. Монтажные стыки балок жесткости должны быть расположены в наименее напряженных местах и выполнены на сварке встык.[1]

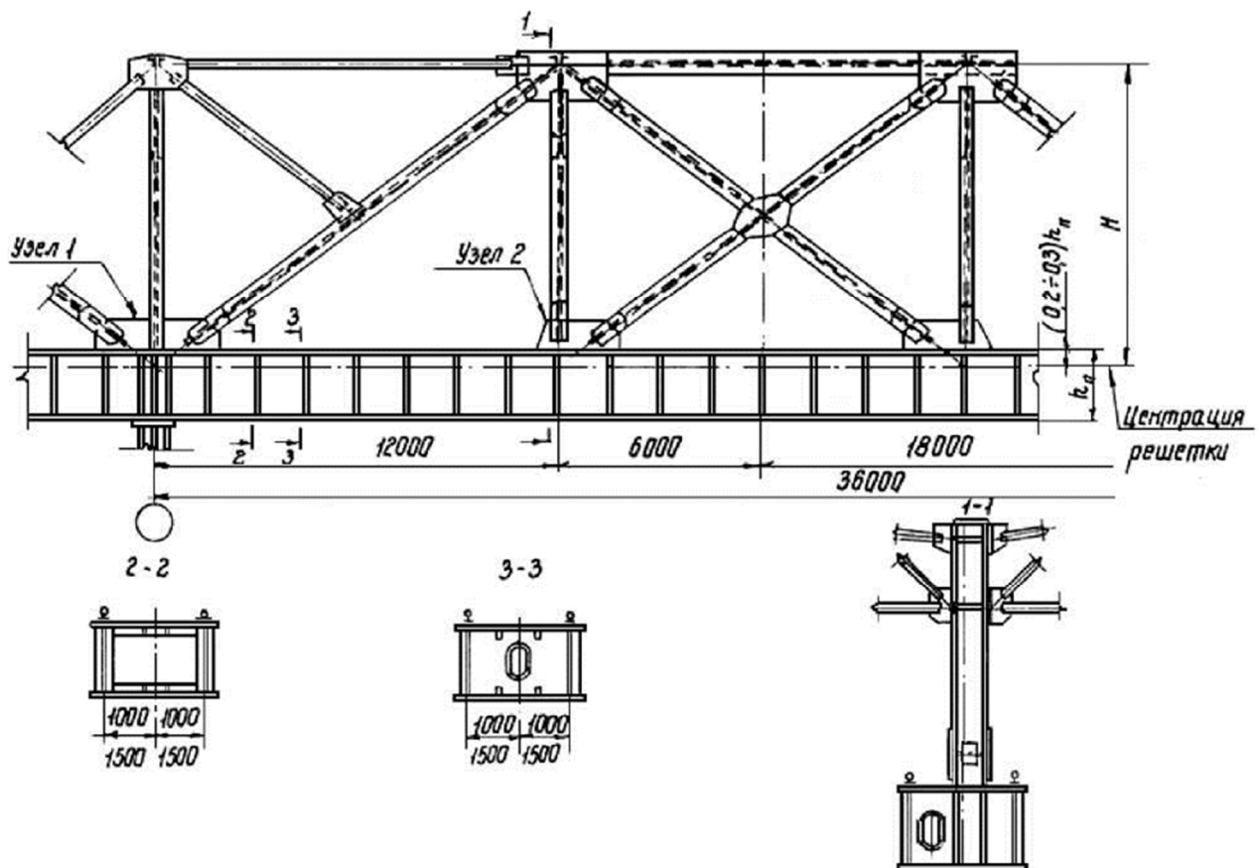


Рис. 1 Продольная подкраново-подстропильная ферма пролётом 36 м с ездой по нижнему поясу

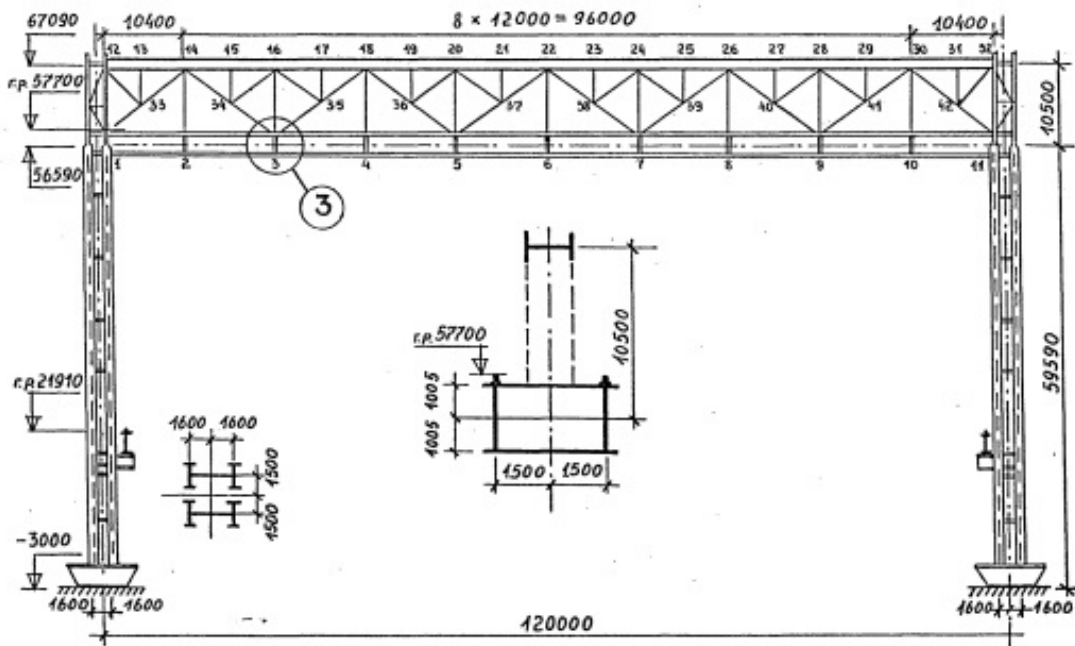


Рис. 2 Поперечная подкраново-подстропильная ферма пролётом 36 м с ездой по нижнему поясу

3. Принципы работы

Основные особенности работы рассматриваемых систем и, в частности, ППФ определяются тем обстоятельством, что, будучи внешне выполнены по типу, в общем, плоскостных конструкций (если рассматривать их как систему стержней), они в действительности предназначаются для пространственной работы и могут эту работу обеспечить. Последнее достигается тем, что непосредственно воспринимающие локальные (например, крановые) нагрузки элементы - ездые пояса - выполняются в виде стержней, способных равноценно работать на изгиб в двух плоскостях и сопротивляться деформациям закручивания. Так как решить такую задачу с помощью стержней открытого профиля практически невозможно, то естественно возникает необходимость выполнения этого элемента в виде стержня с двухсвязным поперечным сечением.

Характер работы таких систем очень существенно отличается от работы схожих по геометрической схеме плоских конструкций и определяется следующим:

1) От лежащих в силовой плоскости внешних нагрузок система работает как плоская на общий изгиб и поперечные силы (рис.3). Неразрезность ездового пояса при этом снимает часть изгибающих моментов с системы как таковой. Эта часть воспринимается ездовым поясом как неразрезной балкой на упругих опорах. Последними являются примыкающие к этому поясу узлы, испытывающие вертикальные смещения. Излишнее развитие этого пояса может оказать неблагоприятное влияние на распределение усилий вплоть до того, что в некоторых случаях увеличение сечения может просто "не успевать" за возрастанием приходящейся на него доли изгибающего момента.

2) Нагрузки (или их составляющие), не лежащие в силовой плоскости, но действующие вертикально, также приводят к общему изгибу системы, сопровождающемуся закручиванием ездового пояса (рис.3);

3) горизонтальные нагрузки (например, торможение кранов) вызывает горизонтальный изгиб пояса, сопровождающийся кручением (рис.3);

4) воздействие подвижных нагрузок при их вне узловом расположении вызывает дополнительный изгиб ездовых поясов (местный изгиб);

5) Сложность конструирования узлов примыкания решетки к ездовым поясам заставляет обычно центрировать элементы решетки не на ось пояса, а с некоторым эксцентриситетом. Это приводит к дополнительному изгибу ездового пояса;

6) локальные воздействия подвижных нагрузок (давления колес крана) вызывают в элементах ездовых поясов дополнительные (местные) напряжения, которые могут существенно изменять картину напряженного состояния по сравнению с традиционными представлениями;

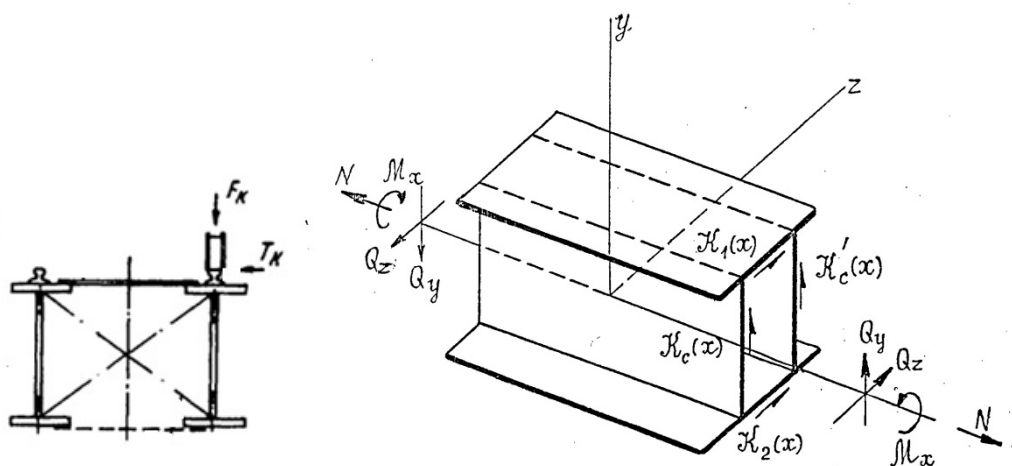


Рис.3 Общая схема приложения нагрузки и возникновения внутренних усилий на ездовом поясе ППФ

В заключении можно сказать, что перспективы развития такой конструкции, как подкраново-подстропильная ферма довольно велики так же, как и её недостатки, отчасти связанные, как с конструктивными соображениями, так и порядками и методами расчёта, приводящими к неблагоприятной работе систем ППФ.

Библиографический список

1. Остаточный ресурс подкраново-подстропильных ферм с неразрезным нижним поясом на стадии роста усталостной трещины. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/ С.Н. Шульга, К.И. Ерёмин. - М.: Национальный исследовательский московский государственный строительный университет, 2015. – 5,6с.
2. Металлические конструкции. Общий курс: учебник для вузов/ Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г. С. Ведеников, [и др.]. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 384с.
3. Лампси Б.Б. Оценка влияния особенностей конструкции и нагрузки на напряженное состояние и прочность ездовых поясов систем типа подкраново-подстропильных ферм: дис. канд. техн. наук / Б.Б Лампси; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 1983.