

Ширину опорной планки стропильных ферм целесообразно разбивать из условия наиболее полной передачи усилия на опорные ребра. В остальной части этот узел можно оформлять аналогично конструктивным решениям, принятым для типовых ферм. Правильность взаимного положения подстропильных балок с фермами следует фиксировать посредством установочных болтов. Это обеспечит соблюдение более жестких допусков на монтаже и позволит не учитывать в расчете балок наличие смещений в передаче сосредоточенной нагрузки от ферм.

Л и т е р а т у р а

І. ХАУТИН И.Л., ОРЛОВИЧ Р.Б., БОЯРОВИЧ Н.В., ЛАПЧИНСКИЙ АС, ЛПО Л.П. Лабораторные исследования неразрезных предварительно напряженных стальных подстропильных балок. В сб. "Экспериментальные исследования инженерных сооружений и конструкций". Минск, 1974.

И.Л.Хаутин, А.Н.Жабинский

УДК 624.072.2.2І.2

О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСОЛЕЙ СОВМЕЩЕННЫХ ПОДКРАНОВО-ПОДСТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ

В Белорусском политехническом институте на протяжении ряда лет ведутся работы по исследованию совмещенных подкраново-подстропильных систем. В 1973 году выполнены лабораторные испытания крупномасштабной модели фрагмента покрытия [1, 2], а в 1974 году проведено исследование консолей для опирания подкрановых балок.

Определение несущей способности консолей выполнено на образцах натуральной величины, представлявших собой узлы реаль-

ных конструкций подкраново-подстропильных ферм (ППФ). Целью исследования являлось:

- 1) выявление более рационального конструктивного решения консолей;
- 2) проверка надежности крепления консолей к узлам ППФ;
- 3) установление механизма разрушения консолей.

Испытания узлов производились в специальном стенде, оборудованном на силовом полу (рис. 1). Установка включала опоры, на которые устанавливался испытывавшийся узел, анкерные тяги и две траверсы. Одна из траверс располагалась с ненагруженной стороны образца, а другая использовалась для передачи нагрузки от гидродомкрата на консоль. После завершения испытаний на одной стороне образец переставлялся и нагрузка прикладывалась к другой консоли. Использовались гидродомкраты грузоподъемностью 200 т, усилие от которых контролировалось образцовым манометром. Нагружение осуществлялось ступенями по $\Delta P=12,9$ тс, что составляло 25% от расчетного давления. Измерение деформаций металла осуществлялось тензорезисторами с базой 20 мм и сопротивлением 200 см. Размещение тензорезисторов на элементах образца показано на рис. 3.

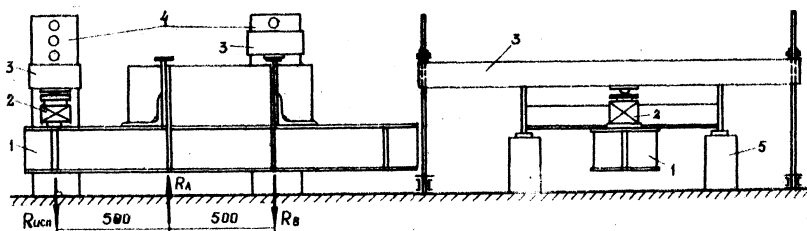


Рис. 1. Конструкция стенда для испытания образцов узлов: 1-образец У-1; 2-гидродомкрат; 3-траверсы-упоры; 4-анкерные тяги; 5-опоры для установки образца.

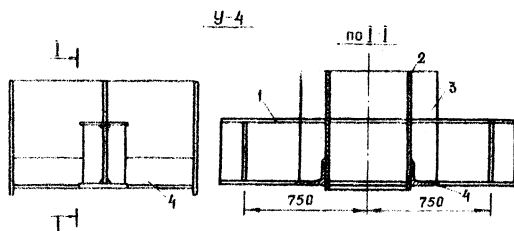


Рис. 2. Конструкция образца узла У-4:
1 - консоль; 2 - узловая фасонка; 3 - ребро жесткости; 4 - поясной уголок.

Было испытано четыре типа образцов, отличающихся своим конструктивным решением. Образец У-1 был выполнен по типу, принятому для консолей ферм-моделей. В этом случае консоли приваривались к вставке в виде вертикального элемента, которая заводилась в зазор между узловыми фасонками и прикреплялась к ним на сварке. При этом консольный участок траверсы приваривался также по кромке выступающей полки поясного уголка подкрепленного сверху вертикальным ребром жесткости. Первоначальным проектом крепление вставки предполагалось осуществить предварительно-напряженными высокопрочными болтами. В данном случае основной целью исследования была проверка надежности конструкции при замене болтов монтажной сваркой в виде вертикальных угловых швов.

В образцах У-2 и У-3 образование консоли достигнуто горизонтально расположенной траверсой, подвешенной к ферме снизу. Траверса выполнена в виде сварного двутавра, стенка которого укреплена вертикальными ребрами жесткости, расположенными в плоскости узловых фасонки и по оси подкрановых балок. Присоединение траверсы к кромкам фасонки осуществлялось швом встык. Образец У-2 принципиально отличался от У-3 формой указанных швов и последовательностью их наложения. В обоих типах образцов ребра жесткости на траверсе в месте ее крепления к поясу были выполнены уширенными, чтобы увеличить длину прикрепляющих швов.

В процессе испытаний с целью расширения объема информации на одной из сторон образцов У-2 и У-3 были внесены некоторые конструктивные изменения. В первом из них ребро на фансонке не приваривалось к выступающей полке поясного уголка, а на другой стороне шов у выступающей полки поясного уголка был удален (разварен). В образце У-3 ребра жесткости на участке их ущарения не приваривались. Шов, прикрепляющий консоль к выступающей полке поясного уголка на обратной стороне образца, был разварен.

Конструктивное решение образца У-4 рассматривалось как основное, поскольку в этом случае консоль располагалась в пределах габарита фермы, что обеспечивает возможность ее приварки в процессе изготовления конструкции на заводе (рис.2).

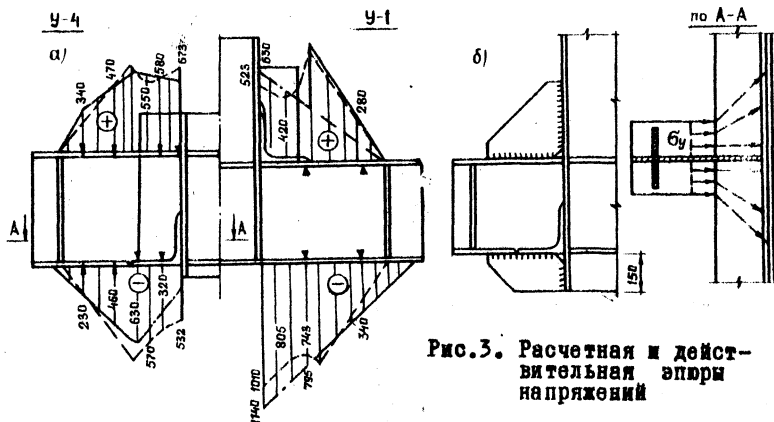


Рис.3. Расчетная и действительная эпюры напряжений

Консоли в виде сварных двутавров приняты раздельного типа и присоединяются сбоку к узловым фансонкам на сварке. Стенка двутавра доведена до вертикального ребра жесткости и сварена с последним швом встык. Нижняя полка приваривается встык к кромке поясного уголка фермы, благодаря чему последний может рассматриваться как продолжение консоли. Верхняя полка приваривается встык к фансонке фермы и прорезным швом к вертикальному ребру жесткости узла. На уровне обеих полок стойка фермы укреплена горизонтальными ребрами, которые являются про-

должением поясов консольных двутавров.

Принятое конструктивное решение приводит к дополнительному нагружению поясных уголков поперечными усилиями, передаваемыми нижней полкой консолей. Полка будет работать в условиях двухосного напряженного состояния и ее проверку необходимо проводить в соответствии со СНиП по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2} \leq R,$$

где σ_x - продольные растягивающие напряжения в нижнем поясе фермы. При их определении в состав рабочего сечения пояса можно частично включить узловые фасонки фермы (на участке прикрепляемых полок уголков);

σ_y - поперечные сжимающие нормальные напряжения по кромке выступающей полки уголка, возникающие при загрузке консоли крановой нагрузкой.

Анализ показывает, что при указанных предпосылках расчета решающее значение имеет проверка напряженного состояния в сечениях нижнего пояса, расположенных за пределами узловых фасонки.

Результаты испытаний образца У-1 подтвердили надежность сварного прикрепления. По данным расчета напряжения в сварке при расчетной нагрузке на узел $P = 51,5$ тс не превышают 700 кгс/см^2 (рис. 3). Это позволяет сделать косвенное заключение о достаточно высокой усталостной прочности соединения.

Предельная нагрузка для рассматриваемого образца превысила расчетную примерно вдвое. Разрушение начиналось по шву, которым вертикальное ребро приваривалось к поясному уголку. Развитие трещин вело к появлению "хлопуна" - поясной уголок отгибался, вследствие чего напряжения в верхней полке консоли достигли величины σ_T , а нижняя сжатая полка теряла устойчивость. При этом в прикреплении вертикальной вставки к фасонке фермы в корне шва появились трещины. В остальных швах визуально не были выявлены признаки разрушения.

При исследовании образца У-2 со стороны, где выступающая полка поясного уголка была приварена к верхнему поясу консоли предельная нагрузка составила 90 тс. Она лимитировалась появлением трещин в корне сварных швов прикрепления, положенных

на участках уширения ребер жесткости траверсы к фасонкам фермы. При загрузке консоли на другой стороне образца разрушение произошло при давлении $R_{исп}=93$ тс. Нагрузка была ограничена работой верхней полки траверсы, которая при этом разорвалась.

В образце У-3 сварное крепление траверсы к узловым фасонкам было выполнено с дефектом. Как и следовало ожидать, это привело к резкому снижению несущей способности сварных швов, которые на стороне, где уширение не было приварено, разрушались при давлении на консоль, равном $R_{исп} = 60$ тс. Этот результат указывает на необходимость обеспечения высокого качества приварки траверсы к кромкам узловой фасонки фермы. Увеличение протяженности рассматриваемых швов за счет уширения ребер в траверсе, как это было принято в образцах У-2 и У-3, следует рассматривать как радикальное мероприятие, обеспечивающее существенное повышение несущей способности сварного крепления.

Результаты испытаний образца У-4 хорошо согласуются с данными расчета. Величина напряжения σ_y достигает максимума по кромке выступающей полки поясного уголка и по мере приближения к обуху резко уменьшается (рис. 3). Как показало визуальное обследование образца, при нагрузке, превышавшей расчетную в 2,2 раза, сварные швы, в том числе и в прорезном креплении к вертикальному ребру жесткости, сохранили полную работоспособность.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Выполненные лабораторные испытания позволяют рекомендовать в качестве оптимального конструктивное решение консоли по типу образца У-4 (рис. 2).

2. Целесообразно усиливать консоль ребрами, что позволит снизить уровень напряжений σ_y примерно на 40% и повысить сопротивляемость стенки на срез примерно вдвое (рис. 3, б).

3. Достоинством конструктивного решения по типу образца У-1 является возможность увеличения габарита крана. К его недостаткам следует отнести жесткие допуски на размеры зазора между ветвями поясов фермы и стесненные условия наложения сварных швов для крепления вставки на монтаже. Поскольку при

что высокое качество шва не гарантируется, такое решение можно применять в случаях крепления вставки на высокопрочных болтах.

Л и т е р а т у р а

1. ХАЮТИН И.Л., ЖАБИНСКИЙ А.Н., БУРЯ В.П., ГОРОХОВ Р.М. Экспериментальные исследования работы фрагмента конструктивного комплекса покрытия с опытными подкраново-подстропильными фермами. В сб. "Экспериментальные исследования инженерных сооружений и конструкций". Минск, 1974.

2. ХАЮТИН И.Л., ЖАБИНСКИЙ А.Н. Исследование действительной работы подкраново-подстропильных ферм для легких покрытий. "Строительство и архитектура Белоруссии", № 4, 1974.

Е.И.Хяутин

УДК 624.016

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОЙСТВ ТРАНСФОРМИРУЕМОСТИ СЕЧЕНИЙ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УСИЛИЙ В СТАЛЕБЕТОННЫХ БАЛКАХ

Железобетонный настил со стальной балкой совместно используются главным образом в пролетных строениях мостов. В таких конструкциях слитная работа обоих компонентов сечения достигается установкой объединительных средств, обеспечивающих восприятие сдвигающих усилий, возникающих по поверхности контакта стали с бетоном. Расчет конструкции на I-й стадии работы на нагрузки, прокладываемые до объединения, производится так же, как для обычных стальных балок. После включения в работу железобетонного настила (на II-й стадии загрузки) сечение балки трансформируется - нейтральная ось смещается вверх, а площадь и момент инерции значительно возрастают. Напряжения определяются в предположении упругой работы обоих компо-