

УДК 624.072.2.014

ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЕ СКВОЗНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПОД НАГРУЗКОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Дзюба С.В., Михайлов А.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

THE FEATURES OF STRENGTHENING OF THROUGH METALLIC CONSTRUCTIONS UNDER LOAD WITH THE USE OF THE WELD-FABRICATED CONNECTIONS

Dzyuba S.V., Mikhailov A.A. (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa)

Рассматриваются особенности усиления сквозных металлических конструкций под нагрузкой с использованием сварных соединений. Приводится методика производства соответствующих работ. Ключевые слова: усиление конструкций, сквозные металлические конструкции, сварные соединения.

The features of strengthening of through metallic constructions under load with the use of the weld-fabricated connections are examined. A method of production is brought.

Keywords: strengthening of constructions, the through metallic constructions, the weld-fabricated connections.

Усиление металлических конструкций в большинстве случаев обуславливается влиянием совокупности факторов, определяемых наличием недопустимых дефектов и повреждений, влекущих невыполнение условий прочности, устойчивости, жесткости и выносливости. Данные факторы являются следствием эксплуатационного износа, нарушений правил и условий эксплуатации, повреждений стихийного характера, а также очевидных ошибок, допущенных при проектировании и изготовлении конструкций.

Процессу усиления металлических конструкций, предусматривающему использование сварных соединений, сопутствует разогрев усиливаемых элементов, снижающий их первоначальную несущую способность. Поэтому подобное усиление металлических конструкций, непосредственно находящихся в напряженном состоянии близком к предельно-допустимому, принято рассматривать крайним средством, применяемым в тех случаях, когда преследуемой цели нельзя достичь

ни за счет выявленных резервов несущей способности, ни путем уменьшения действующих нагрузок. В тоже время избежать применения сварки при решении задач, предусматривающих увеличение площадей поперечных сечений элементов, находящихся в напряженном состоянии близком к предельному, удается далеко не всегда.

В настоящее время в качестве основных рабочих гипотез, усиления элементов сквозных металлических конструкций увеличением сечений, используются две [1, 2, 3]. Первая, предусматривает упругую стадию работы элементов и предполагает, что дополнительные детали усиления воспринимают только усилия, возникающие от нагрузок, приложенных после усиления. Согласно второй, «пластической» гипотезы, достижение в сечении усиливаемого элемента предела текучести приводит к перераспределению и выравниванию напряжений в сечении усиливаемого и дополнительного элемента.

В процессе усиления металлических стержней с использованием сварки обеспечивается непосредственное включение в работу дополнительных элементов. С увеличением нагрузки усиливаемый и дополнительный элементы начинают работать совместно в упруго-пластической стадии, т.о. практически оправдываются положения «пластической» гипотезы и предельным следует считать такое состояние элементов усиленных под нагрузкой, когда в дополнительном элементе напряжения достигают расчетного сопротивления.

Влияние разогрева, имеющего место в процессе выполнения сварочных работ и в значительной степени снижающего несущую способность стержневых элементов в составе сквозных конструкций, обуславливает положения существующих рекомендаций по усилению металлических конструкций с использованием сварки [4], требующих максимального разгрузки усиливаемых элементов. Усиление под нагрузкой рекомендуется производить при напряжениях не превышающих $0,6R_y$. Сам же разогрев следует ограничивать в соответствии с фактической величиной действующих напряжений.

Специфично и усиление находящихся под нагрузкой угловых сварных швов, т.к. при производстве сварочных работ из состава соединения исключается «подвижный» участок шва, разогретый выше температуры 550°C и находящийся в пластическом состоянии [1, 5].

Перечисленные факторы в значительной степени усложняют процесс усиления стержневых конструкций, находящихся под нагрузкой, и зачастую заставляют отказываться от использования сварных соединений. Решить данную проблему в ряде случаев представляется возможным при помощи точно выверенных технологических мероприятий, используемых при производстве работ по увеличению площадей сече-

ний стержневых элементов сквозных конструкций, расширению их фасонок и наращиванию длин узловых швов. Так при выполнении работ по усилению ферм междуэтажного перекрытия, находящихся в напряженном состоянии близком к предельному, сотрудниками кафедры Металлических, деревянных и пластмассовых конструкций Одесской государственной академии строительства и архитектуры была апробирована соответствующая методика, предусматривающая последовательное усиление узловых соединений данных конструкций, введение дополнительных несущих элементов и необходимое увеличение сечений основных несущих стержней ферм в процессе их непрерывной эксплуатации.

Необходимость усиления рассматривавшихся ферм перекрытия (рис. 1) обуславливалась очевидными ошибками, допущенными разработчиками конструкций, а также имевшими место отступлениями от требований проектной документации, имевшими место при производстве работ по возведению здания и приведшими к значительному увеличению действующих нагрузок.

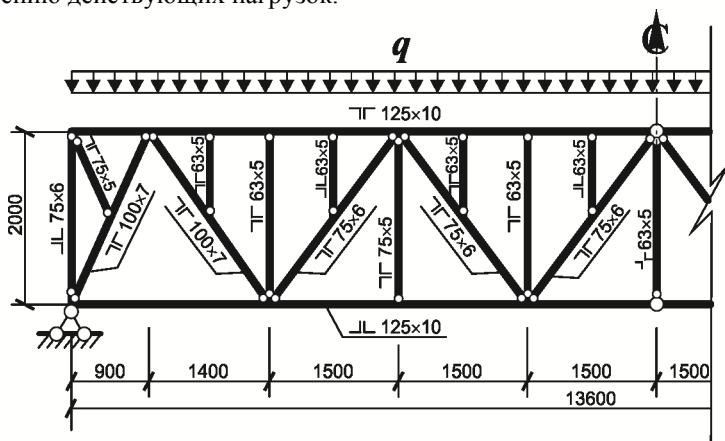


Рис. 1. Расчетная схема усиливаемых ферм

Выполненные поверочные расчеты позволили установить допустимую полную расчетную равномерно распределенную по длине их верхних поясов нагрузку, передаваемую плитами вышележащего перекрытия и составляющую 4,50 т.с./м.п. В то же время, величины суммарных расчетных нагрузок, действовавших бы на фермы при нормативной эксплуатации вышележащих помещений составляли 7,95 т.с./м.п. (эпюры расчетных усилий см. на рис. 2). Практически на момент обследования фермы, работая на пределе своих возможностей, были способны нести только нормативные постоянные нагрузки от

собственного веса вышележащих строительных конструкций; эксплуатация помещений здания исключалась.

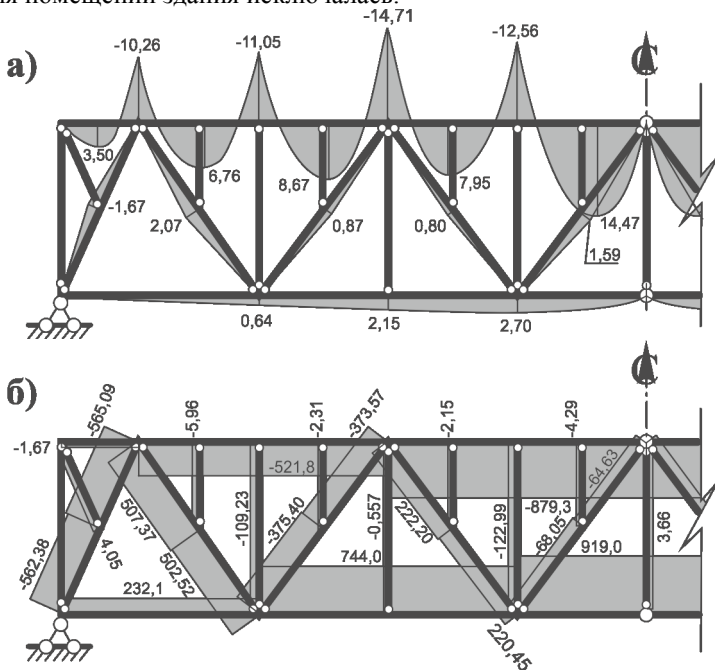


Рис. 2. Внутренние усилия в стержнях ферм: а — изгибающие моменты в $\text{кН}\cdot\text{м}$, б — продольные усилия в кН

Для реализации проекта усиления ферм (рис. 3), при очевидном отсутствии возможности временной их разгрузки, использовалась нижеприведенная технологическая последовательность.

Учитывая потенциальную опасность, заключающуюся в любых, в том числе и минимизированных, термических воздействиях на сквозные стержневые конструкции, находящиеся в напряженном состоянии близком к предельному, сварочные работы по их усилению явилось возможным производить только при наличии временных страховочных опор, размещенных в центре пролетов ферм и призванных вступать в работу в случае возникновения аварийной ситуации, а также при надежном раскреплении конструкций из плоскости действия нагрузки.

Непосредственное производство работ по усилению предварялось тщательным обмером фактических размеров существующих элементов и деталей, учитывающим возможные дефекты и неточности их первоначального изготовления: уточнялись линейные размеры элементов,

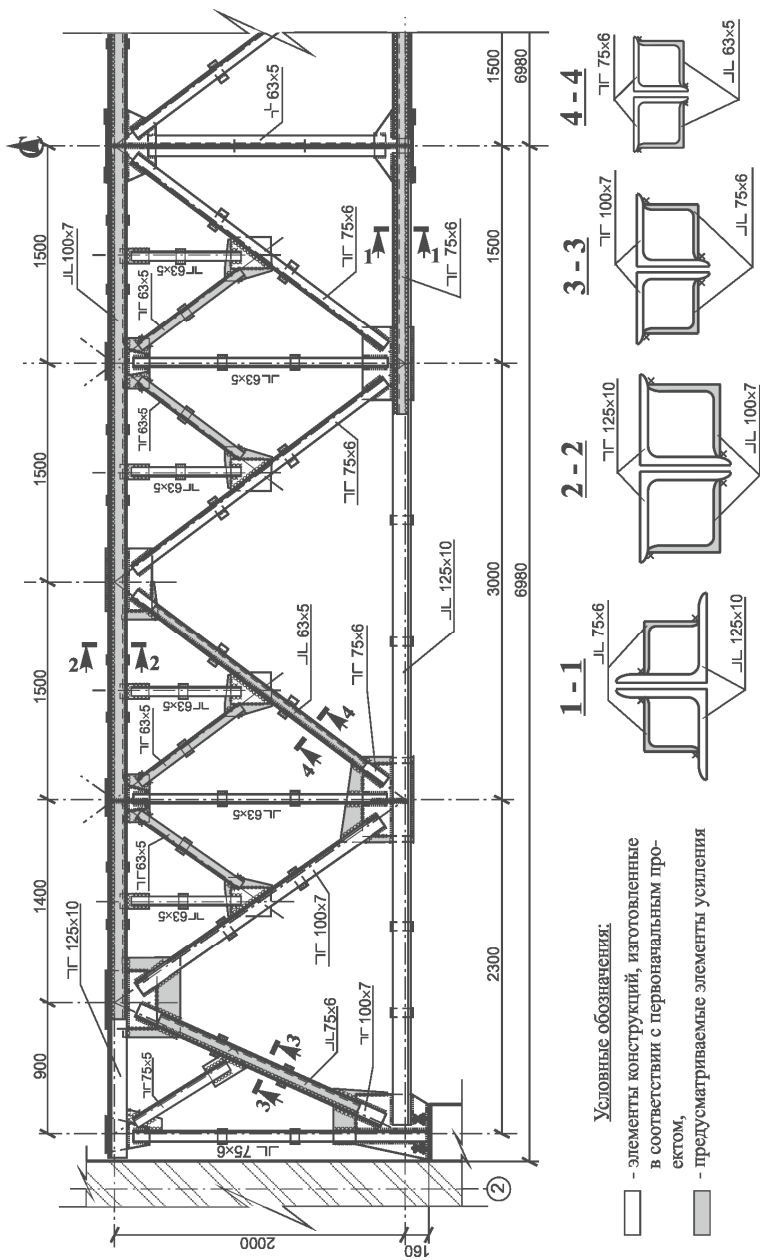


Рис. 3. Использование усиления ферм

требуемые длины наращивания сварных швов, необходимые величины расширения фасонки. В местах монтажа деталей усиления и наращивания сварных швов поверхности существующих конструкций тщательно очищались от загрязнений, остатков краски, ржавчины и т.п.

На первом этапе осуществлялось усиление существующих узлов конструкций. Устанавливались и закреплялись в проектом положении детали расширения листов фасонки ферм (рис. 4). Стыковые швы их крепления выполнялись последовательными участками длиной по 40 мм за два и более проходов. Между отдельными проходами, а также между выполнениями каждого из участков шва обеспечивалось остывание наплавленного металла.

По расширенным фасонкам осуществлялось требуемое наращивание длин фланговых угловых швов, крепящих элементы решетки ферм. Увеличение длины каждого последующего шва, расположенного в усиливаемом узле фермы, осуществлялось только после остывания шва, выполнявшегося предыдущим.



Рис. 4. Наращивание длин сварных швов крепления элементов решетки



Рис. 5. Узел крепления дополнительных элементов решетки

Затем осуществлялся монтаж дополнительных элементов, вводимых в состав конфигурации решетки. Устанавливаемые элементы закреплялись в проектом положении и первоначально приваривались по перу. После остывания выполненного шва осуществлялась их приварка по обуху (рис. 5).

После усиления узлов конструкции, сопровождающегося расширением деталей фасонки, а также введения дополнительных стержней в состав решетки, осуществлялось увеличение поперечных сечений существующих элементов фермы. Последовательно от опор к центру усиливались раскосы, стойки, а затем и пояса ферм. Вводимые



Рис 6. Увеличение сечения стержня опорного раскоса фермы

с остыванием, продлевались на 50 мм уже выполненные участки сварного шва. Операция повторялась вплоть до образования сплошного соединения по длине стержня (рис. 6). Подобная последовательность выполнения сварных швов использовалась для осуществления усиления всех предусмотренных для этого стержней ферм.

Соответствующая адаптация описанной методики к конкретным конструктивным решениям усиливаемых систем покрытий и перекрытий, учитывающая фактическое распределение усилий и существующие условия производства работ, позволяет реализовывать усиление сквозных металлических конструкций, находящихся под непосредственным действием нагрузок.

Литература

1. Сахновский М.М. Металлические конструкции (техническая эксплуатация). — Київ: Будівельник, 1976.
2. Бельский М.Р., Лебедев А.Н. Усиление стальных конструкций. — Київ: Будівельник, 1981.
3. Хило Е.Р., Попович Б.С. Усиление строительных конструкций. — Львов: Высшая школа, 1985.
4. Руководство по усилению элементов конструкций с применением сварки. — М.: ЦНИИПСК, 1979.
5. Кикин А.И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н. Повышение долговечности конструкций промышленных зданий. — М.: Госстройиздат, 1969.

элементы усиления прихватывались сварными швами с катетами 4 мм и длиной 10...20 мм через каждые 300...500 мм. Непосредственное выполнение сплошных сварных швов, объединяющих детали в составе сечений стержней, осуществлялось от опор участками длиной по 50 мм и с катетами 4 мм по одной, и после остывания металла, по другой граням детали усиления. Каждый последующий участок шва выполнялся после остывания металла со смещением по длине стержня на 400...500 мм, и так до достижения его середины. Затем последовательно, чередуя сварку