

УДК 624.072.2:69.059.32

Крупенченко А.В.,

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК С УЧЕТОМ ВЫЯВЛЕННЫХ ДЕФЕКТОВ

Рассмотрены основные методы усиления стальных подкрановых балок с учетом наиболее часто встречающихся дефектов и повреждений. Построены уравнения регрессии стоимости и трудоемкости усиления для различных случаев состояния подкрановых конструкций.

Ключевые слова: *усиление, стальные подкрановые балки, дефекты и повреждения.*

Актуальность темы. Воздействие динамических нагрузок и сложные условия работы приводят к тому, что повреждения подкрановых балок появляются уже в первые три года эксплуатации при среднем сроке службы 25 лет. Вопросами усиления подкрановых конструкций занимались ряд научных, проектных и учебных институтов, а также строительных организаций. [1, 2, 3, 4]

В производственной практике известно достаточно много способов усиления подкрановых балок. Выбор того или иного метода усиления зависит главным образом от состояния конструкций и возможности осуществления его в условиях действующего производства.

В общем случае выбирается метод отвечающий минимальным затратам и увеличивающий долговечность подкрановой балки.

Однако нормативные документы и современные методики не регламентируют возможность выбора рациональных способов усиления и их технологического обеспечения (материалов, оснастки, режимов и т.д.) в конкретных условиях эксплуатационных воздействий, которые являются характерными для каждого вида производства, и не содержат соответствующих рекомендаций.

Отсутствует методический подход, связанный с формированием возможных вариантов усиления подкрановых балок.

Цель и задачи. Целью настоящих исследований является снижение трудовых и материальных затрат при усилении подкрановых балок путем выбора рациональных технологических решений.

Материал исследования. В работе рассматривались варианты усиления типовых подкрановых балок серии 1.426.2-3 тяжелого и весьма тяжелого режима работы, эксплуатируемых в условиях металлургических заводов.

Основным фактором, влияющим на выбор способа усиления, принималось состояние конструкций, определяемое выявленными дефектами и повреждениями.

Предложено описывать состояние конструкций совокупностью дефектов и повреждений, обнаруженных при обследовании.

Из анализа отчетов по обследованию подкрановых балок установлено, что наиболее часто встречаются такие сочетания дефектов:

1. коррозионный износ стенки подкрановой балки, погиби верхнего пояса, отсутствие (ослабление) болтов крепления подкрановых балок к колоннам или между собой, разрушение сварного шва крепления тормозного листа к верхнему поясу балок;

2. погиби верхнего пояса, отсутствие (ослабление) болтов крепления подкрановых балок к колоннам или между собой, трещины в верхней зоне стенки;

3. трещины в верхней зоне стенки и сварном шве в зоне опирания, ослаблены, отсутствуют болты;

4. трещины в сварном шве между опорным ребром и нижнем поясом, коррозия, ослаблены, отсутствуют болты соединения балок.

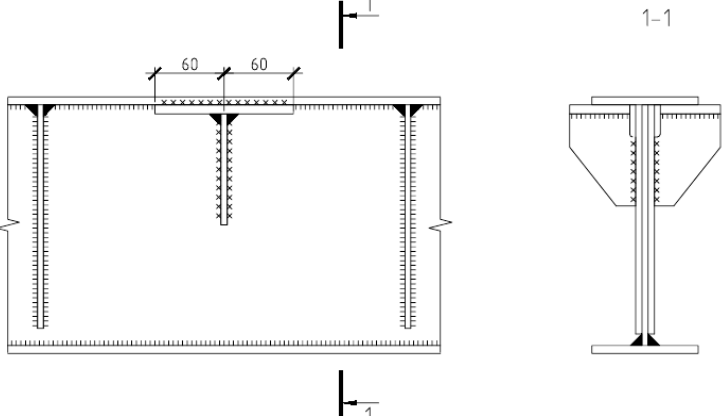
Появлению дефектов и повреждений подкрановых конструкций способствуют: воздействие сосредоточенных подвижных нагрузок; переменный и знакопеременный многократно повторяющийся цикл напряжений, который вызывает усталость металла; сложный характер напряженного состояния; несоответствие расчетной схемы и фактической работы узлов крепления подкрановых конструкций к колоннам; нарушения процесса эксплуатации, нарушения или ошибки при проектировании, транспортировке, монтаже, а также длительная эксплуатация конструкций.

Не все дефекты и повреждения существенно влияют на снижение несущей способности подкрановых конструкций. Исследованиями были установлены дефекты и повреждения в подкрановых балках, которые требуют дальнейшего усиления конструкции.

В качестве факторов, влияющих на стоимость и трудоемкость усиления, приняты сочетания дефектов и повреждений подкрановых балок (таблица 1).

Влияние дефектов и повреждений подкрановых балок на трудоемкость и стоимость их усиления описывается уравнениями множественной регрессии для разного сочетания дефектов и различных методов их устранения.

Таблица 1. Модели трудоемкости и стоимости усиления подкрановых балок

Сочетания дефектов и повреждений	Метод устранения	Уравнение регрессии (математическая модель)
<p>Коррозионный износ стенки подкрановой балки, % (x_1) $50 \leq x_1 \leq 20$ отсутствие (ослабление) болтов крепления подкрановых балок к колоннам или между собой, шт (x_2) $20 \leq x_2 \leq 1$ разрушение сварного шва крепления тормозного листа к верхнему поясу балки, м (x_3) $12 \leq x_3 \leq 1$ погиби верхнего пояса, мм (x_4) $550 \leq x_4 \leq 50$</p>	<p>Усиление стенки листом с двух сторон, установить (затянуть) болты, новый сварной шов соединения тормозного листа и балки, нагреть деформированный участок, выпрямить с помощью домкратов, поставить дополнительный металл (накладки).</p>	<p>трудоемкости: $y = 410,58 + 47,431 x_1 + 3,4163 x_2 + 7,2962 x_3 + 3,685 x_4$ стоимости: $y = 24606 + 2941 x_1 + 323 x_2 + 286,8 x_3 + 165 x_4$</p>
		

Анализ влияния дефектов и повреждений производился на основе матрицы показателей корреляции и t-статистики для параметров регрессии, что позволило исключить из модели незначимые факторы.

Устранение дефектов для сочетания №1 производится таким образом: устанавливается лист с двух сторон стенки на всю длину отсека, устанавливаются (затягиваются) болты, накладывается новый сварной шов соединения тормозного листа и балки, нагревается деформированный участок, выпрямляется погиб с помощью домкратов, ставится дополнительный металл (накладки с поддерживающим ребром).

Во втором случае, при размещении дефектов в разных отсеках, применяются вертикальные ламели вместо листа усиления стенки. Для второго случая получены такие уравнения регрессии:

трудоемкости: $y=119,6+3,419 x_2+7,3 x_3+3,685 x_4$

стоимости: $y=6665+323x_2+286,8 x_3 +165 x_4$

При размерах погни более 300мм целесообразно поддерживающие ребра заменить уголком (рис. 1).

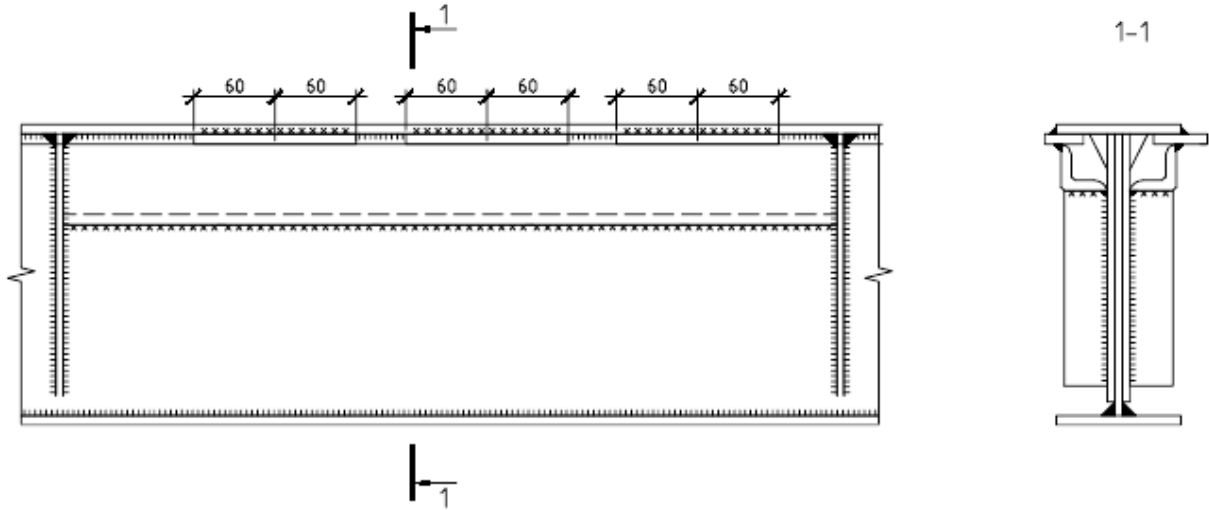


Рис. 1 – Схема усиления для сочетания №1

Модель трудоемкости: $y=425,2+47,43 x_1+3,417x_2++7,295 x_3+21 x_4$

Модель стоимости: $y=25249+2941 x_1+323 x_2++286,8 x_3+665,5 x_4$

Для остальных сочетаний также были получены соответствующие математические модели.

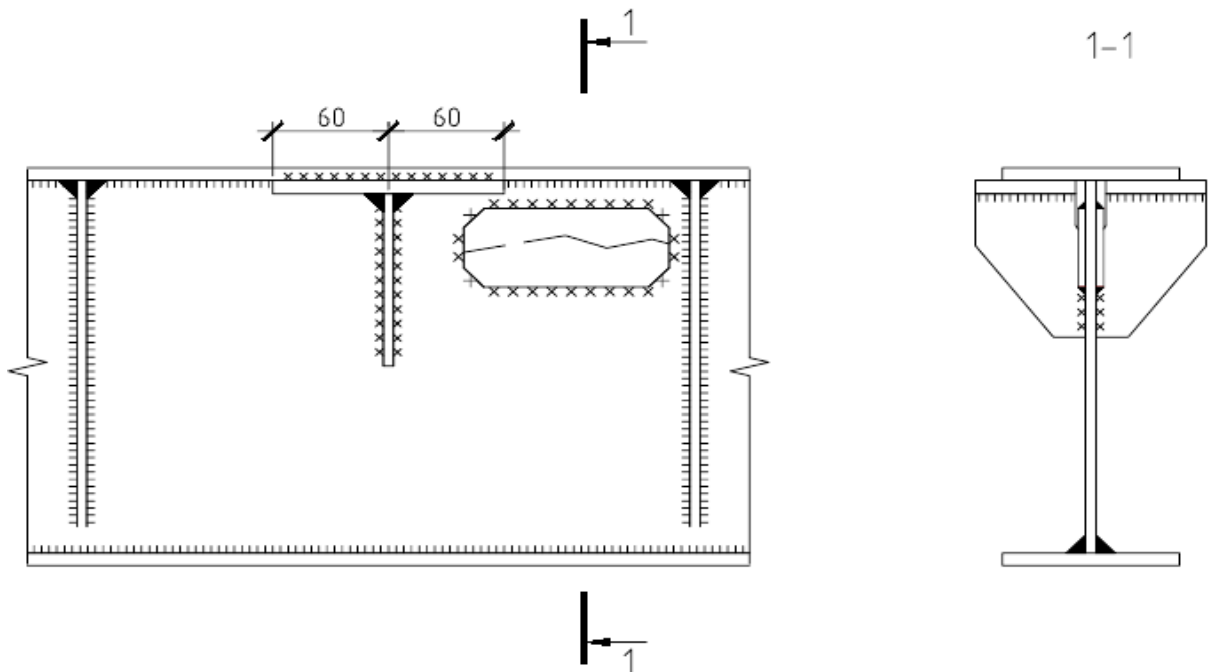


Рис. 2 – Схема усиления для сочетания №2

Для сочетания №2 возможно два варианта устранения дефектов. Нагревается деформированный участок, выпрямляется с помощью домкратов, устанавливается дополнительный металл (накладки), завариваются трещины,

устанавливаются накладки с двух сторон, устанавливаются (затягиваются) болты (рис. 2).

Модель трудоемкости: $y=59,65+3,685 x_1+3,42 x_2+11,55 x_3$

Модель стоимости: $y=3390+165 x_1+323 x_2+303 x_3$

При длине погубей более 300 мм вместо поддерживающего ребра используют уголок (см. рис.1).

Модель трудоемкости: $y=55,78+20,45 x_1+3,42 x_2+0,9 x_3$

Модель стоимости: $y=3573+650 x_1+323 x_2+32,5 x_3$

Аналогично получены уравнения регрессии для остальных сочетаний.

Сочетание №3. Усиление ламелями.

Модель трудоемкости: $y=74,77+ 0,36 x_2$

Модель стоимости: $y=3529+ 34 x_2$

Сочетание №3. Усиление накладками с двух сторон

Модель трудоемкости: $y=7,2+0,029 x_1+0,36 x_2$

Модель стоимости: $y=179,1+0,8 x_1+34 x_2$

При усилении изменяется долговечность подкрановой балки. Оценка долговечности сварных подкрановых балок может быть получена из усталостного ресурса верхней зоны стенки у поясного шва. Срок эксплуатации или допустимое число нагружений после ремонта, проведенного по той или иной технологии, не регламентируется.

При выполнении усиления не только восстанавливается сечение, но и повышается остаточный предел выносливости за счет увеличения или восстановления поперечного сечения подкрановой балки и изменения конструктивной формы.

Проведенными исследованиями установлено, что при усилении изменяется долговечность подкрановой балки.[5]. Получены такие результаты:

- усиление подкрановой балки ламелями повышает работоспособное состояние балки на 4...5 лет по сравнению с остаточным ресурсом;
- значительное увеличение долговечности подкрановых балок при усилении стенки листом связано с конструктивными требованиями значения толщины металла усиления и составляет 7-10 лет;
- применение накладок на трещины не повышает общий усталостный ресурс балки;

Выводы. Выполненные исследования позволили определить группы факторов, изменяющие стоимость и трудоемкость процесса усиления.

- Разработана методика исследования влияния факторов на технико-экономические показатели усиления стальных подкрановых балок.
- Установлено влияние методов усиления на долговечность подкрановых балок.

– Разработаны многофакторные модели стоимости и трудоемкости методов усиления.

– Предложена методика выбора рационального метода усиления стальных подкрановых балок, основанная на использовании моделей стоимости и трудоемкости методов усиления.

Список литературы

1. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. / Державний комітет України з будівництва і архітектури. – К.: Укрархбудінформ, 2003.

2. Евдокимов В.В., Щербаков Е.А. К вопросу повышения расчетной долговечности элементов конструкции подкрановых балок. [Текст] / В.В.Евдокимов, Е.А. Щербаков //Промышленное и гражданское строительство: научно-технический и производственный журнал – М: Издательство ПГС, 2008. – вып. № 5 - С. 18-21.

3. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні. [Текст] /А.В. Перельмутер, В.М. Гордеев, Є.В. Горохов та ін. - К.: Сталь, 2002.-167с.

4. Серия 1.420.2-27. Усиление стальных конструкций производственных зданий. Выпуск 3. Подкрановые балки и пути подвешного транспорта. Материалы для проектирования./Центральный институт типового проектирования Госстроя СССР. – М. 64с.

5. Кожемяка С.В., Крупенченко А.В. Оценка долговечности стальных подкрановых балок после усиления. [Текст]/ С.В. Кожемяка, А.В. Крупенченко - Современные проблемы строительства: научн.-технич. сб.-Донецк: ДП Донецкий Промстройиниипроект, 2012.-вып.15

Анотація

У статті розглянуто основні методи підсилення сталевих підкранових балок з урахуванням найбільш поширених поєднань дефектів і пошкоджень.

Ключові слова: підсилення, сталеві підкранові балки, дефекти та пошкодження.

Annotation

In the article the basic methods of increasing steel crane beams with consideration of the most frequently occurring combinations of defects and damage. Built regression equation cost and complexity for the cases examined, state of the runway designs.

Keywords: strengthening, steel crane runway beams, defects and damages.