

УДК 661.8

***АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ДВУТАВРОВЫХ БАЛОК И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ***

Бурмакин М. С.

студент

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Россия, г. Красноярск

Аннотация

В статье приведены результаты лабораторных испытаний различных типов болтовых соединений для двутавров. Краткий обзор и анализ существующих решений для скрепленных болтами соединений для прогонов. Приведены основные трудности при использовании сварных соединений и болтовых соединений. По результатам испытаний сделаны выводы и получены значения напряженно-деформированного состояния различных соединений.

Ключевые слова: Болтовое соединение, двутавровая балка, сравнение результатов, прогон, сварные соединения, напряженно-деформированное состояние.

***ANALYSIS OF VARIOUS TYPES OF BOLTED CONNECTIONS OF I-
BEAMS AND THEIR COMPARATIVE LABORATORY STUDIES***

Burmakin M.S.

student

FSAEI of HE "Siberian Federal University"

Russia, Krasnoyarsk

Annotation

The article presents the results of laboratory tests of various types of bolted joints for I-beams. Overview and analysis of existing solutions for bolted connections for

runs. The main difficulties in using welded joints and bolted joints are given. According to the test results, conclusions were made and the values of the stress-strain state of various compounds were obtained.

Keywords: Bolted joint, I-beam, comparison of results, run, welded joints, stress-strain state.

Болтовые соединения используются в тех случаях, когда вес или размер элемента конструкции настолько большой, что его невозможно изготовить и доставить на строительную площадку в полном виде. На месте монтажа, отдельные сборные элементы соединяются болтовыми соединениями. Конструктивные решения определяются трудозатратами, интенсивностью изготовления и монтажа балок, а также конечной стоимостью конструкции при эксплуатации. В работе [1] приведен подробный анализ конструктивных решений болтовых соединений для portalной балки с заклепками или сварными фланцами. Показано, что тип фланца portalных балок при сращивании также определяет структурное решение болтовых соединений.

При проектировании болтового соединения portalных балок необходимо конструктивно состыковать элементы стыка верхнего фланца с элементами рельса портала - как рельс, так и элементы его крепления к фланцу. В заклепочных portalных балках, вертикальные фланцевые заклепки с плоской головкой были надеты на верхний фланец, чтобы сформировать выровненную поверхность для поддержки направляющих.

Для сварных portalных балок болтовые соединения могут быть приварены или прикреплены с помощью высокопрочных болтов[2]. Тип стыка обусловлен режимом работы мостовых кранов. Установка сварного болтового соединения - трудоемкая операция, требующая высокой квалификации сварщика, потому что неправильная сварка длинномерных

портальных балок при большой толщине фланцев и полотна может привести к их быстрому разрушению. Поэтому, болтовые соединения сварных портальных балок необходимо использовать для работы в тяжелых условиях, так как они обладают повышенной «выносливостью» [3].

В некоторых случаях болтовое соединение балок может быть построено с использованием концевых пластин. Тем не менее, это соединение, выполняемое на месте, не всегда применяется в балках с большим пролетом и используется в основном в качестве несущего соединения балки с колоннами, когда она смежена с одной стороны [4,5]. Сращивание концевых пластин характеризуется минимальным количеством монтажных компонентов и болтов.

Анализ исследований показал, что сращивание концевой пластины в пролете балки при движущейся нагрузке практически не изучено.

Учитывая вышеупомянутые обстоятельства для однопролетных портальных балок, разработан вариант конструкции комбинированного соединения половинной пластины и болтового соединения (рисунок 1). В таком варианте сжимающее напряжение воспринимается концевыми пластинами, а растягивающее напряжение - заглушками на высокопрочных болтах. Это позволяет упростить структурное выравнивание элементов и соединения на верхнем фланце, и обеспечивает необходимую надежность растянутой части соединения.

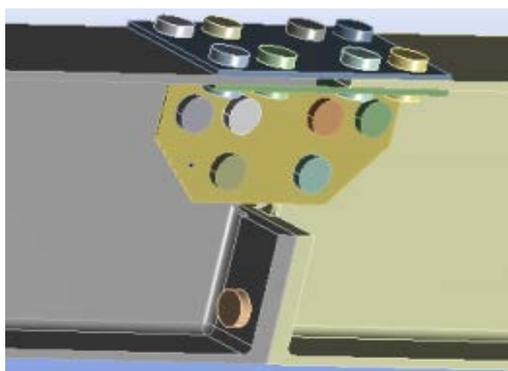


Рисунок 1. Конечно-элементная модель комбинированного соединения

Для того чтобы узнать напряженно-деформированное состояние комбинированной половинной пластины и соединения, были проведены испытания на трехметровых моделях 40Б1. В качестве материала была использована сталь С245 по стандарту СТО 20-93 на продольный изгиб и поперечный изгиб. Пластины были размещены в середине пролета балки, площадь продольного изгиба составляла 500 мм.

Соединения при сращивании и соединения концевых пластин были рассчитаны с учетом влияния предельного изгибающего момента. Крепление комбинированного соединительного элемента с половинной концевой пластиной и соединительным узлом аналогично соединительному соединению с концевыми пластинами.

Использовались высокопрочные болты М16 из стали. Обработка контактных поверхностей проводилась с использованием стальных щеток. Несущая способность фрикционного стыкового соединения составила 346 кН. Натяжение болтов для номинального усилия выполнялось динамометрическим ключом НТ-1-800. Модели балок подвергались нагрузке в испытательном стенде до нагрузки 250 кН. При нагрузке 250 кН шов работал в упругой стадии.

Деформации во фланцах и полотне соединений балок измерялись тензометрическими датчиками сопротивления со шкалой 10 мм. Регистрация сигналов осуществлялась тензометрической системой СИИТ-3. Измерение напряженного состояния моделей проводилось в двух сечениях. Первое расположено непосредственно вдоль стыка балки, а другое на расстоянии 185 мм от оси.

Характер напряженного состояния фрикционного стыкового соединения при продольном изгибе под нагрузкой составляет 250 кН из чего можно сделать вывод, что экспериментальные значения хорошо скоординированы с теоретическим.

Напряженное состояние балки в области стыкового соединения характеризует влияние концевых пластин по размеру и характеру распределения нормальных напряжений. Внимание обращается на значительное значение напряжения σ в зоне сужения на расстоянии 50 мм от оси балки. Экспериментальные напряжения, вызванные обычным изгибом, практически совпадают.

Отклонения балок были проанализированы при различных схемах нагружения. Результаты приведены на рисунке 2.

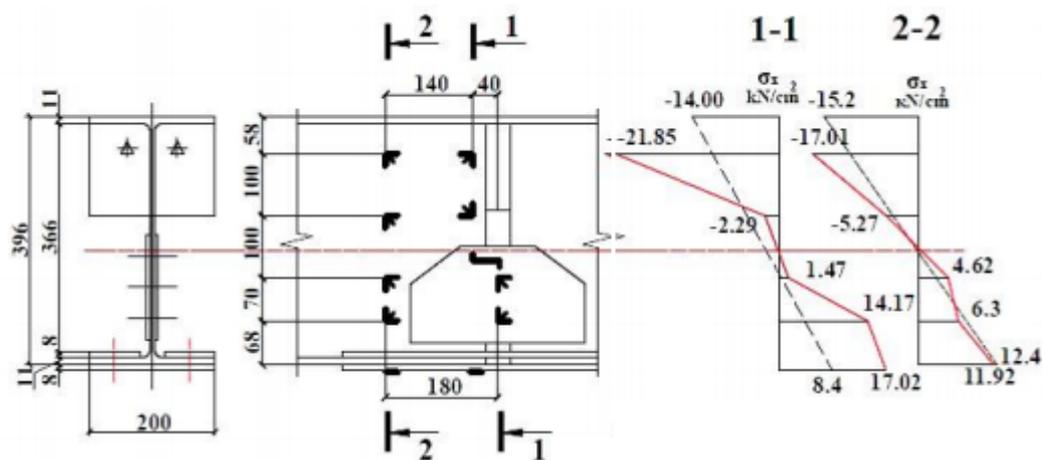


Рисунок 2. Результаты нормальных напряжений для совмещенной половины концевой пластины и стыкового соединения балки.

Сравнивая результаты прогибов балок с различными типами стыков, можно сделать вывод, что все соединения обладают повышенной деформируемостью по сравнению с балкой без соединения, за исключением балок с соединением сращивания концевой пластины.

Это можно объяснить влиянием пластичности с фрикционными соединениями. Экспериментальные балки с фрикционными стыковыми соединениями и комбинированными пластинчатыми и стыковыми соединениями под нагрузкой до 100 кН обладают упругой деформацией;

При нагрузках от 100 до 150 кН на конструкцию возникают значительные напряжения, что приводит к увеличению прогиба балки.

Таким образом, экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния показали, что модели с фрикционным соединением болтового соединения обладают пластичностью, которую следует учитывать при оценке их деформации. На работу комбинированных балок половинной пластины и стыкового соединения под нагрузкой большое влияние оказывает пластичность фрикционной части элемента. Чтобы уменьшить это влияние, необходимо провести дополнительные исследования.

Библиографический список:

1. Ваулин С.Д. Анализ конструктивных решений и методы расчета болтовых соединений балок: материалы 63-й научной конференции. - Наука ЮУрГУ, Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2011. - 143–147 с.
2. Кузнецов В.В. Справочник инженера-конструктора / Металлические конструкции - том 2. – Москва, 1998. - С.512.
3. Алпатов В.Ю. К вопросу о расчете прочности стыковых соединений при диаграмме напряжений переменной полярности / Промышленное и гражданское строительство, 2009. - С. 26–30.
4. Калашников Г.В. Настоящее и будущее порталных балок/ Установка и спец. операции в строительстве, 2007. - С. 2–9.
5. Сабуров В.Ф. Патент РФ №110396 МПК E04C / Болтовое соединение двутавровых балок. – 2001.

Оригинальность 98%