

## Механизация

# Болты или самосверлящие винты в соединениях ЛСТК?

И.Г. КАТРАНОВ, аспирант кафедры «Испытания сооружений» ГОУ ВПО МГСУ

**Аннотация.** Описаны результаты сравнительных испытаний болтового соединения и соединения на самосверлящих самонарезающих винтах. Приведено сравнение несущей способности соединений и их стоимости.

**Ключевые слова:** легкие стальные тонкостенные конструкции, ЛСТК, винт, болт, соединение, испытания.

Частым вопросом, возникающим перед конструктором легких металлических конструкций, является выбор оптимального типа крепежа для тонкостенных соединений.

Соединение холодногнутых профилей из оцинкованной стали возможно с помощью различных типов крепежных элементов. В таблице приведена классификация типов крепежа, применяемого в легких стальных тонкостенных конструкциях (ЛСТК). В зарубежной литературе часто фигурирует обозначение «механический крепеж», обобщающее подобные типы крепежных элементов.

Ограничение в применении сварки в легких металлоконструкциях обусловлено использованием высокопрочных сталей и оцинкованного покры-



тия профилей, а также высокими энергозатратами, дефицитом квалифицированных сварщиков и необходимостью в физических методах контроля качества сварных швов [1].

Эффективное применение вытяжных заклепок в соединениях стальных листов ограничено толщиной соединяемых листов и номенклатурой диаметров выпускаемых заклепок. Подробно область использования вытяжных заклепок рассмотрена в работе [2].

Применение в области ЛСТК пороховых и пневматических монтажных дюбелей ограничено невозможностью обеспечить прочное соединение тонколистового материала с тонким (до 2 мм).

Использование пуклевочных соединений, пресс-соединений и соединений типа «Розетт», при

Обзор типов крепежных элементов, применяемых в ЛСТК

№	Соединительные элементы	Изображение	Диаметр, мм	Соединение листов	
				тонкий с тонким	тонкий с толстым
1	Болты		5-16	X	X
2.1	Самонарезающие винты		6,3; 8; 10,6		X
2.2	Самосверлящие самонарезающие винты		4,2; 4,8; 5,5; 6,3	X	X
3	Вытяжные заклепки		3,2; 4,0; 4,8; 6,4	X	
4.1	Пороховые монтажные дюбели		4,5		X
4.2	Пневматические монтажные дюбели		3,0		X
5	Пуклевки		2,2; 3,5	X	
6	Пресс-соединения (Розетт)		12; 16	X	

которых соединение образуется посредством продавливания с последующей развальцовкой стального листа соединяемых деталей, целесообразно в условиях соединения элементов каркаса на заводе по производству готовых комплектов металлоконструкций. Подобные типы соединений отличает большая стоимость, однако возможность производить соединения в условиях стройплощадки и на высоте отсутствует.

Применение болтовых соединений отличается долговременным опытом использования и конструктивным наличием замыкающей части крепежа — гайки. При этом для установки болта необходимо предварительное сверление отверстия.

Использование самосверлящих самонарезающих винтов (п. 2.2 таблицы) отличает высокая технологичность, отсутствие необходимости предварительного сверления отверстия (отверстие выполняется режущими кромками сверла винта), высокая скорость установки и возможность одностороннего ведения монтажа.

Для более подробного рассмотрения эффективности применения болтовых соединений и соединений на самосверлящих самонарезающих винтах проведены серии испытаний болтовых и винтовых соединений.

Для испытаний были подготовлены образцы, представляющие собой две пластины из оцинкованной стали марки С255 толщиной 1,2 мм и шириной 50 мм, соединенные крепежным элементом. Ширина пластин подобрана таким образом, чтобы разрушение образца происходило по смятию базового материала или срезу крепежных элементов, исключая при этом разрыв образца по сечению нетто. Смятие материала листа — наиболее вероятный тип отказа соединений из тонкостенных стальных листов [3].

а)

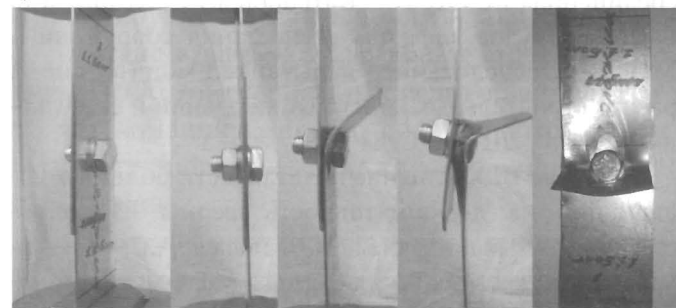


Рис. 2. Последовательность нагружения и характер отказа образцов

а — болтового соединения; б — соединения на самосверлящих самонарезающих винтах

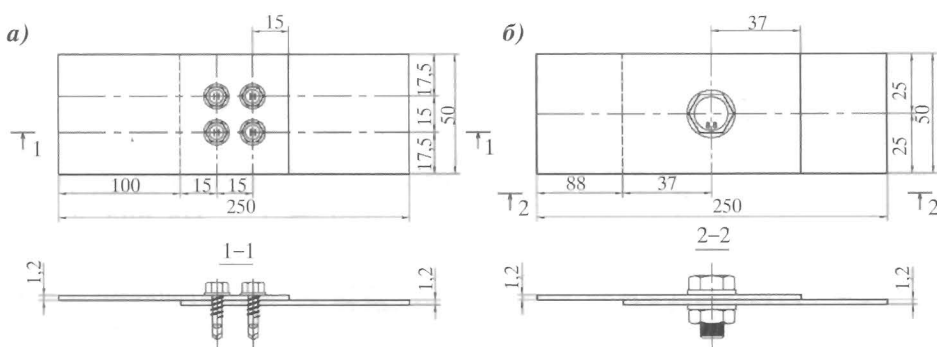


Рис. 1. Общий вид образцов для испытаний

а — соединения на самосверлящих самонарезающих винтах; б — болтового соединения

В качестве крепежных элементов применяли винты Нагрооп марки HD-R, диаметром 4,8 мм из углеродистой стали по DIN7504K и болт М10 класса прочности 8,8 с двумя шайбами и гайкой. Общий вид испытываемых образцов представлен на рис. 1.

Испытания проводили на базе «Сектора испытания строительных конструкций» ИСА ГОУ ВПО МГСУ на испытательной установке Instron 3382. Нагружение образцов проводили непрерывно со скоростью 8 мм/мин согласно методике, описанной в [3].

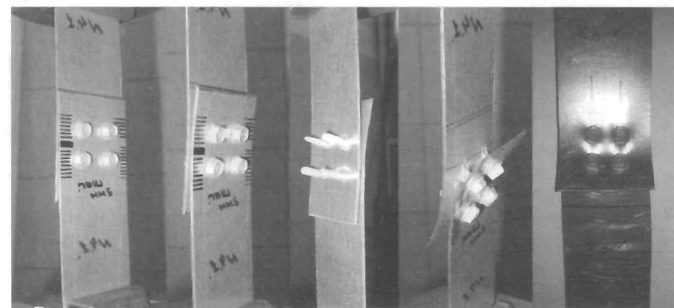
Фото последовательного нагружения болтового и винтового соединений, а также характер отказа соединений представлены на рис. 2.

В результате проведенных испытаний построена диаграмма нагрузка/удлинение (рис. 3), на основании которой можно сделать следующие выводы:

1) с учетом критерия деформативности 0,5 мм, рекомендуемого для проведения расчета соединений ЛСТК, несущая способность соединения на самосверлящих самонарезающих винтах составляет порядка 8000 Н, в то время как в болтовом соединении происходит выборка зазоров между диаметрами болта и отверстием;

2) предел прочности соединения на самосверлящих самонарезающих винтах выше предела прочности болтового соединения, испытывавшегося в рамках эксперимента, в 1,4 раза.

б)



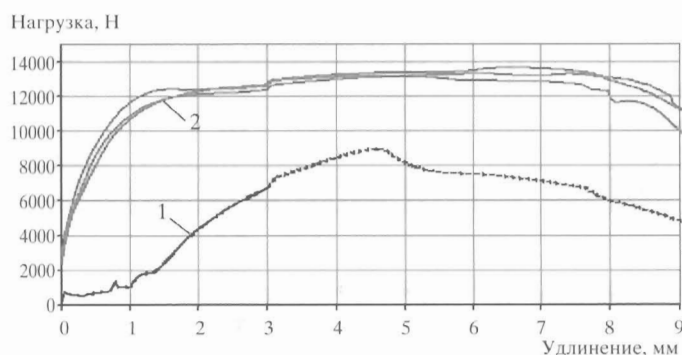


Рис. 3. Диаграмма нагрузка/удлинение работы соединения на самосверлящих самонарезающих винтах и болтового соединения

1 — болтовое соединение; 2 — винтовое соединение

Необходимо отметить, что при подключении в работу болта в соединении происходит выборка зазора между стержнем винта и просверленным отверстием, в то время как винты в соединении подключаются в работу практически с начала процесса нагружения. В результате выборки зазоров прогиб строительных конструкций может значительно увеличиваться, что описано в работе [4]. Влияние подобного эффекта при применении в узлах ЛСТК самосверлящих винтов практически исключается.

Несмотря на то, что площадь сечения болта М10 ( $A_B = 78,5 \text{ мм}^2$ ) больше суммы площади сечений винтов HD-R ( $A_{4B} = 72,3 \text{ мм}^2$ ) диаметром 4,8 мм, несущая способность винтового соединения выше, чем болтового. Данный факт объясняется существенным влиянием длины поверхности контакта крепежного элемента с базовым материалом, которая при 4-винтовом соединении превышает площадь контакта болтового соединения в 2 раза ( $L/2_B = 15,7 \text{ мм}$  для болта М10 и  $L/2_{4B} = 30,1 \text{ мм}$  для 4 винтов диаметром 4,8 мм), что влияет на прочность соединения по смятию базового материала листа.

Отношение площади, занимаемой в соединении болтовым и 4-винтовым соединениями, при соблюдении краевых и межосевых расстояний, рекомен-

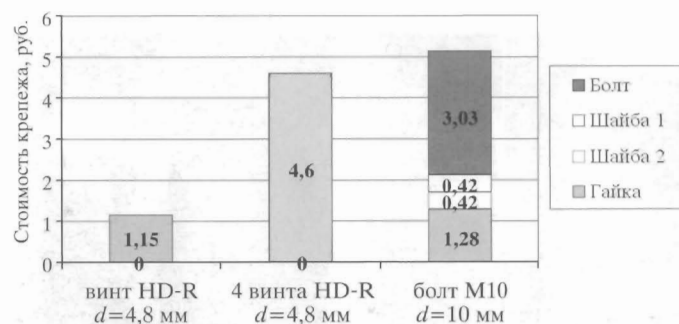


Рис. 4. Сравнение стоимости крепежных элементов в испытываемых соединениях

дуемых для болтовых соединений СНиП II-23-81\* и для винтовых соединений Eurocode 3, равняется  $S_B/S_{4B} = 1,4$ , а с учетом равносильности по несущей способности или увеличения числа болтов сводится к обратному.

На рис. 4 приведена диаграмма, отражающая сравнение стоимости крепежных элементов в испытываемых соединениях. Нужно отметить, что дополнительно к стоимости крепежного элемента должен быть произведен учет стоимости монтажа, при этом для установки болта необходимы предварительное сверление отверстия и обеспечение двухстороннего доступа к соединению.

В результате проведенных исследований рекомендуется расширять применение самосверлящих самонарезающих винтов в области легких стальных тонкостенных конструкций и использовать данный тип крепежа для соединения не только профилированных листов и обшивок с основным каркасом, но и для соединения тонкостенных профилей каркаса с толщинами до 2 мм, используя многвинтовые соединения.

Исследования работы современных типов крепежа будут продолжены, что позволит повысить эффективность и качество монтажных и специальных работ в строительстве.

## Литература

1. Павлов А.Б., Бабушкин В.М. Болтовые монтажные соединения в стальных строительных конструкциях / А.Б. Павлов, В.М. Бабушкин // Сборник трудов «Труды института к 100-летию со дня рождения академика Н.П. Мельникова». — М.: ООО «Эдисон», 2008. — С. 153.
2. Катранов И.Г., Кунин Ю.С. Оптимизация применения вытяжных заклепок и самосверлящих самонарезающих винтов в соединениях ЛСТК / И.Г. Катранов, Ю.С. Кунин // Журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века». — 2010. — № 3(134).
3. Катранов И.Г., Кунин Ю.С. Экспериментальные исследования работы вытяжных заклепок и винтов в соединениях ЛСТК / И.Г. Катранов, Ю.С. Кунин // Сб. научных трудов кафедры «Испытания сооружений» МГСУ «Обследование, испытание, мониторинг и расчет строительных конструкций зданий и сооружений». — М., 2010. — С. 81—88.
4. Зверев В.В. Влияние податливости болтовых соединений на деформативность фермы из тонкостенных гнутых профилей / В.В. Зверев, А.С. Семенов // Научный вестник Воронежского гос. архитектурно-строит. университета «Строительство и архитектура» — 2008. — №2 (10). — С. 9—17.