

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

А.И. Дробыш¹, А.Б. Шурин²

¹ *Преподаватель-стажёр, кафедры строительных конструкций БрГТУ,
Брест, Беларусь, annadrobys31@xmail.ru*

² *Научный руководитель: к.т.н., доцент, заведующий кафедрой
строительных конструкций БрГТУ, Брест, Беларусь*

Предмет исследования – несущая способность болтовых соединений на срез.

Цель: разработка методики расчета болтовых соединений на срез по СП 5.04.01-2021 «Стальные конструкции» при прохождении резьбы болта через плоскость среза.

Материалы и методы:

Сравнение по расчету и конструированию болтовых соединений по СП 5.04.01-2021 «Стальные конструкции», ТКП EN 1993-1-8 «Проектирование стальных конструкций» и ANSI/AISC 360-05.

Результаты исследования:

– выполнен анализ несущей способности болтовых соединений на срез по площади брутто и нетто по СП 5.04.01-2021, ТКП EN 1993-1-8 и ANSI/AISC 360-05;

– проведены экспериментальные исследования болтов различных классов прочности и различных производителей при прохождении плоскости среза через резьбу и гладкую часть болта;

– разработано изменение к СП 5.04.01-2021 по расчету болтовых соединений на срез по площади нетто.

Вывод: На основе полученных данных предлагается при расчете болтовых соединений на срез по СП 5.04.01-2021 «Стальные конструкции», при необходимости вместо площади сечения болта брутто A , подставлять площадь сечения болта нетто $A_{b,n}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_{b,n}}{\gamma_{M2}}.$$

ВВЕДЕНИЕ

Металлические конструкции играют ключевую роль в современном строительстве, обеспечивая высокую прочность, долговечность и технологичность возводимых объектов. Их широкое применение обусловлено возможностью перекрытия значительных пролётов, устойчивостью к большим нагрузкам. Особое внимание в проектировании и эксплуатации металлоконструкций уделяется видам соединений, среди которых болтовые крепления занимают важное место благодаря своей надежности, простоте установки и возможности демонтажа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Расчет болтовых соединений по американским нормам может быть выполнен по нормам ANSI/AISC 360-05 [1] в которых изложены два метода расчета: метод допускаемых напряжений (ASD) – традиционный метод расчета металлических

конструкций в США и метод частных коэффициентов безопасности (LRFD). Для целей данной статьи мы воспользуемся положениями [1] для определения расчетного сопротивления срезу одного болта ϕR_u (или его резьбовой части) на основе метода частных коэффициентов безопасности

$$\phi R_u = 0.75 \cdot F_{nv} \cdot A_b, \quad (5)$$

где F_{nv} – напряжение среза, определяемое по таблице J3.2 [1];

A_b – номинальная площадь поперечного сечения гладкой части болта.

Напряжение среза болта (за исключение болтов A307, A325 и A490, произведенных по американским стандартам) определяется по выражениям:

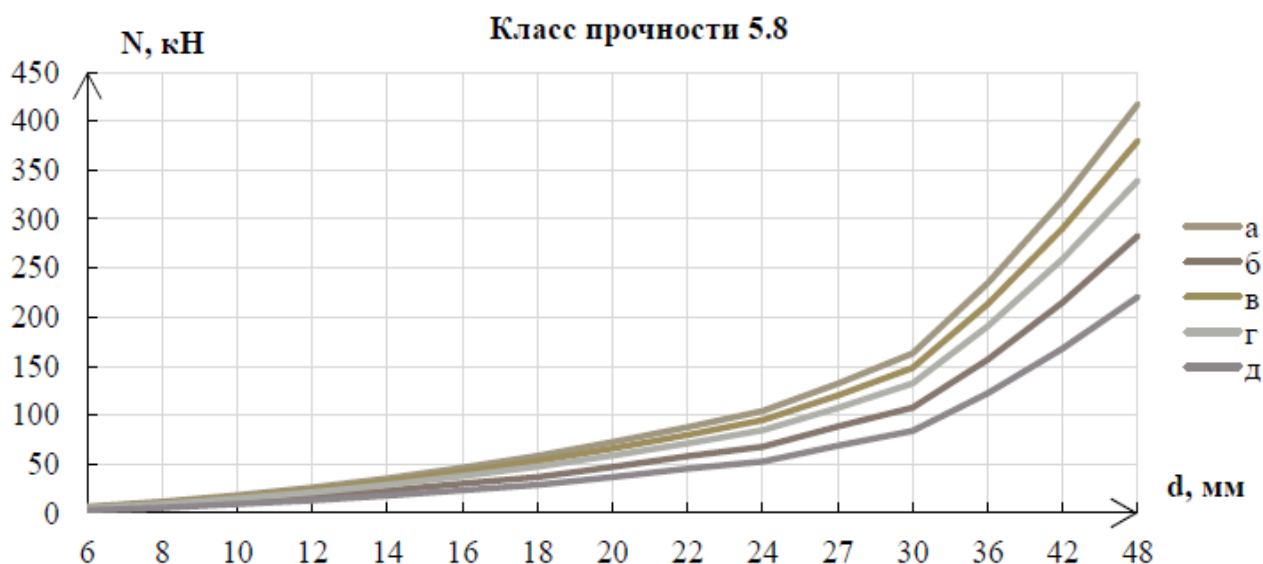
– плоскость среза проходит через гладкую часть болта $F_{nv} = 0.5 F_u$;

– плоскость среза проходит через резьбовую часть болта $F_{nv} = 0.4 F_u$,

где F_u – минимальный предел прочности материала болта на растяжение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнение несущей способности болтов на срез с болтами класса прочности 5.8 и 8.8, рассчитанная по EN 1993-1-8 [2], СП 5.04.01-2021 [3] и ANSI/AISC 360-05 [1].



а) EN 1993-1-8 по гладкой части болта (по площади брутто)

б) EN 1993-1-8 по резьбовой части болта (по площади нетто)

в) СП 5.04.01 по гладкой части болта

г) ANSI по гладкой части; д) ANSI по резьбовой части

Рисунок 1 – Несущая способность болта класса прочности 5.8 из условия среза



- а) EN 1993-1-8 по гладкой части болта (по площади брутто)
 б) EN 1993-1-8 по резьбовой части болта (по площади нетто)
 в) СП 5.04.01 по гладкой части болта
 г) ANSI по гладкой части; д) ANSI по резьбовой части

Рисунок 2 – Несущая способность болта класса прочности 8.8 из условия срез

ВЫВОДЫ

1. Расчет болтовых соединений на срез по ТКП EN 1993-1-8 [2] и ANSI/AISC 360-05 [1] выполняется как по площади брутто, так и по площади нетто. В то же время расчет болтовых соединений на срез по СП 5.04.01-2021 [3] выполняется только по площади брутто. При конструировании болтовых соединений с длиной болта до 40 мм болты выпускаются с нарезкой резьбы по всей длине стержня болта. Поэтому расчет таких соединений по СП 5.04.01-2021 [3] невозможен.
2. На основе полученных данных предлагается при расчете болтовых соединений на срез по СП 5.04.01-2021 [3] «Стальные конструкции», при необходимости вместо площади сечения болта брутто A , подставлять площадь сечения болта нетто $A_{b,n}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_{b,n}}{\gamma_{M2}}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Specification for Structural Steel Buildings, March 9, 2005, American institute of steel construction, INC.
2. Шурин, А. Б. Сравнительный анализ расчета и проектирования элементов стальных конструкций по ТКП EN 1993-1 и СНиП II-23 / А. Б. Шурин, И. В. Зинкевич, А. В. Мухин // Вестник БрГТУ. – 2020. – № 1 : Строительство и архитектура. – С. 23–27.
3. Стальные конструкции : СП 5.04.01-2021. – Введ. 29.07.2021. – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 147 с.
4. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8. Общие правила и правила для

зданий : ТКП EN 1993-1-8-2009*. – Минск : Минстройархитектуры, 2015. – 128 с.

5. Драган, В. И. Податливость стержневых систем с узловыми соединениями на пространственных листовых фасонках / В. И. Драган, А. Б. Шурин // Промышленное и гражданское строительство. – М., 2015. – № 7. – С. 37–44.

6. Межгосударственный стандарт. Болты с шестигранной головкой гост класса точности В: ГОСТ 7798. Конструкция и размеры. – М. : Стандартиформ, 2010.

7. Проектирование стальных конструкций в соответствии с требованиями EUROCODES. / А. Б. Шурин [и др.]. – М. : Издательство АСВ, 2021. – 224 с.