

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

А.И. Дробыш<sup>1</sup>, А.Б. Шурин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Преподаватель-стажёр, кафедры строительных конструкций БрГТУ, Брест, Беларусь, [annadrobys31@xmail.ru](mailto:annadrobys31@xmail.ru)

<sup>2</sup> 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  $\phi Ru$  (или его резьбовой части) на основе метода частных коэффициентов безопасности

$$\phi Ru = 0.75 \cdot Fnv \cdot Ab, \quad (5)$$

где  $Fnv$  – напряжение среза, определяемое по таблице J3.2 [1];

$Ab$  – номинальная площадь поперечного сечения гладкой части болта.

Напряжение среза болта (за исключение болтов А307, А325 и А490, произведенных по американским стандартам) определяется по выражениям:

- плоскость среза проходит через гладкую часть болта  $Fnv=0.5 Fu$ ;
  - плоскость среза проходит через резьбовую часть болта  $Fnv=0.4 Fu$ ,
- где  $Fu$  – 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].

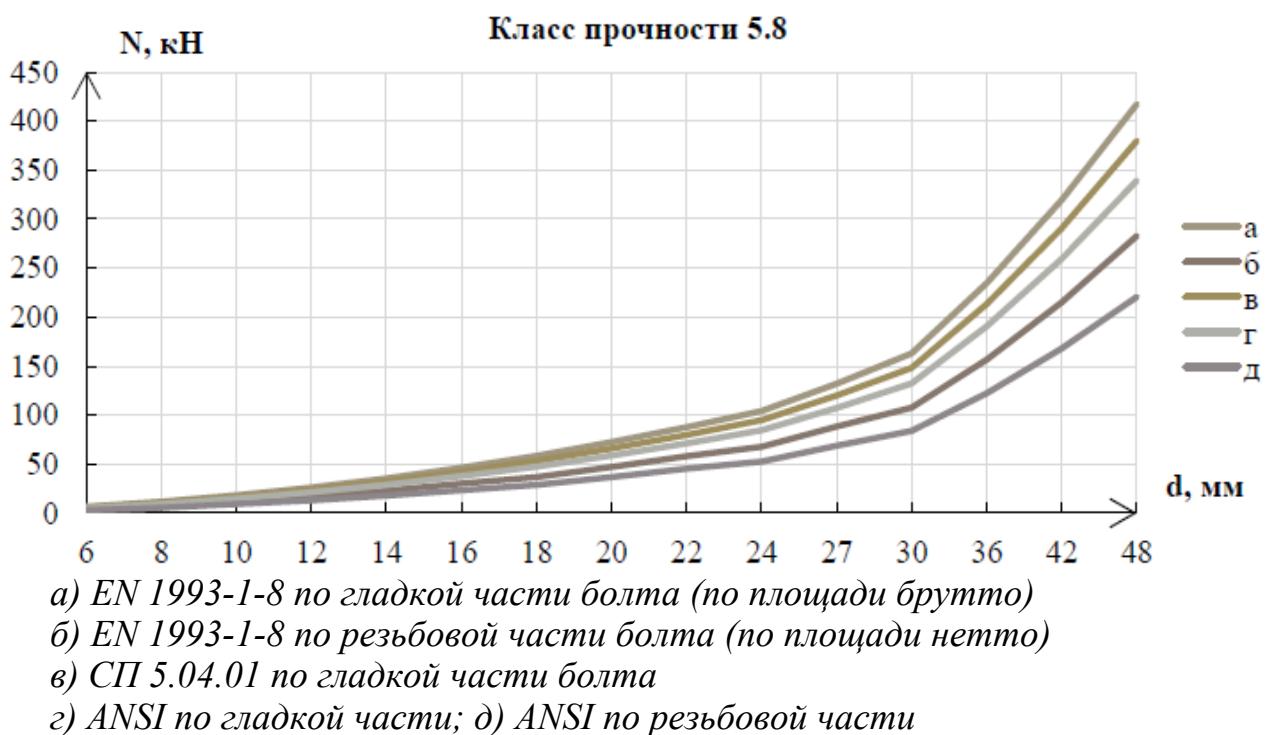


Рисунок 1 – Несущая способность болта класса прочности 5.8 из условия среза



- a) 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 ЕН 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 ЕН 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 ЕН 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. : Стандартинформ, 2010.

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