



ISSN 1993-3517 online

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ  
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ  
METAL CONSTRUCTIONS

2023, ТОМ 29, НОМЕР 1, 23–32

EDN: ELKDHZ

УДК 624.078.5

(23)-0386-1

## К ВОПРОСУ КОНСТРУИРОВАНИЯ БАЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН С ФРЕЗЕРОВАННЫМ ТОРЦОМ

**В. Н. Васылев<sup>1</sup>, А. А. Тимошко<sup>2</sup>, С. О. Титков<sup>3</sup>, А. Е. Авксентьев<sup>4</sup>**

*ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,*

*2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация, 286123.*

*E-mail: <sup>1</sup> v.n.vasilev@donnasa.ru, <sup>2</sup> a.a.tymoshko@donnasa.ru,*

*<sup>3</sup> s.o.titkov@donnasa.ru, <sup>4</sup> avksentev.a.e-pgs-69g@donnasa.ru*

*Получена 12 мая 2023; принята 23 мая 2023.*

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос конструирования и в частности расчета толщины опорной плиты в базах металлических колонн с фрезерованным торцом для безвыверочного монтажа. Кратко освещены основные исторические этапы развития баз колонн с фрезерованным торцом, указаны факторы, повлиявшие на сдерживание их развития. В статье приведен пример первого известного в истории применения колонн с фрезерованным торцом. Выполнен анализ литературных источников, в том числе нормативных, с целью изучения существовавших методик расчета, их развития, выявления их недостатков и постановки основной проблемы исследования. Приведена действующая на данный момент методика расчета толщины опорной плиты в базах с фрезерованным торцом колонны. На основании выполненного исследования даны выводы и рекомендации.

**Ключевые слова:** металлические колонны, опорная плита, фрезеровка, безвыверочный монтаж, расчет толщины, изгибающий момент, напряжения.

## ДО ПИТАННЯ КОНСТРУЮВАННЯ БАЗ МЕТАЛЕВИХ КОЛОН З ФРЕЗЕРОВАНИМ ТОРЦЕМ

**В. М. Васи́лев<sup>1</sup>, А. О. Тимошко<sup>2</sup>, С. О. Тітков<sup>3</sup>, О. Є. Авксентьев<sup>4</sup>**

*ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,*

*2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація, 286123.*

*E-mail: <sup>1</sup> v.n.vasilev@donnasa.ru, <sup>2</sup> a.a.tymoshko@donnasa.ru,*

*<sup>3</sup> s.o.titkov@donnasa.ru, <sup>4</sup> avksentev.a.e-pgs-69g@donnasa.ru*

*Отримана 12 травня 2022; прийнята 23 травня 2023.*

**Анотація.** У статті розглядається питання конструювання і зокрема розрахунку товщини опорної плити в базах металевих колон з фрезерованим торцем для безвивірочного монтажу. Коротко висвітлено основні історичні етапи розвитку баз колон з фрезерованим торцем, вказані фактори, що вплинули на стримування їх розвитку. У статті наведено приклад першого відомого в історії застосування колон з фрезерованим торцем. Виконано аналіз літературних джерел, у тому числі нормативних, з метою вивчення існуючих методик розрахунку, їх розвитку, виявлення їх недоліків і постановки основної проблеми дослідження. Наведена діюча на даний момент методика розрахунку товщини опорної плити в базах з фрезерованим торцем колони. На підставі виконаного дослідження дані висновки і рекомендації.

**Ключові слова:** металеві колони, опорна плита, фрезерування, безвивірочний монтаж, розрахунок товщини, згинальний момент, напруження.



## ON THE ISSUE OF DESIGNING OF METAL COLUMNS BASES WITH A MILLED END FACE

Vladimir Vasylev<sup>1</sup>, Andrey Tymoshko<sup>2</sup>, Sergey Titkov<sup>3</sup>, Alexander Avksentiev<sup>4</sup>

*FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,  
2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, Russian Federation, 286123.*

*E-mail: <sup>1</sup>v.n.vasilev@donnasa.ru, <sup>2</sup>a.a.tymoshko@donnasa.ru, <sup>3</sup>s.o.titkov@donnasa.ru,  
<sup>4</sup>avksentev.a.e-pgs-69g@donnasa.ru*

*Received 12 May 2023; accepted 23 May 2023.*

**Abstract.** The issue of designing and, in particular, calculating the thickness of the base plate in the metal columns bases with a milled end face for non-check mounting is considered in the article. The main historical stages of the development of the bases of columns with a milled end are briefly highlighted, the factors that influenced the containment of their development are indicated. An example of the first known use of columns with a milled end face in history is given in the article. The analysis of literary sources, including normative ones, was carried out in order to study the existing calculation methods, their development, identify their shortcomings and formulate the main research problem. The current method of calculating the thickness of the base plate in column bases with a milled end is shown. Based on the performed research, conclusions and recommendations are given..

**Keywords:** metal columns, base plate, milling, non-check installation, thickness calculation, bending moment, tension..

### Введение

В современном строительстве одной из основных тенденций развития отрасли является сокращение сроков строительства с одновременным повышением качества и надежности получаемой конструкции. Металлические конструкции по скорости возведения являются одними из самых быстровозводимых, однако достаточно много времени занимают монтажные соединения. В практике изготовления и возведения металлических конструкций особое место занимают базы металлических колонн с фрезерованным торцом колонны. Принципиальная конструктивная схема таких баз заключается в том, что торец колонны фрезеруется при изготовлении, в фундамент устанавливается и выверяется по проектному уровню металлическая опорная плита с фрезерованной поверхностью. При монтаже колонна фрезерованным торцом устанавливается на опорную плиту по специальным меткам, а затем приваривается монтажным швом.

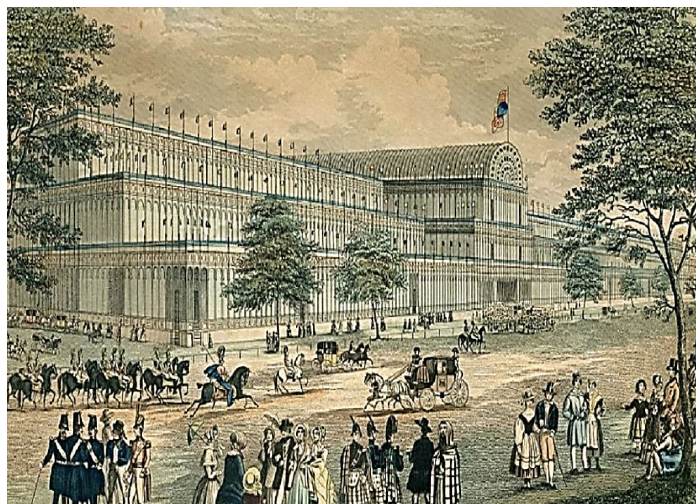
Такой тип баз центрально сжатых металлических колонн с фрезерованным торцом в основном ориентирован на балочные клетки, этажерки, рабочие площадки и другие конструкции, которые работают на центральное сжатие.

Одним из основных преимуществ баз с фрезерованным торцом является безвыверочный монтаж колонны, который не требует проведения специальных геодезических работ по выверке колонны в двух плоскостях.

Кроме этого, фрезеровка торца колонны обеспечивает четкую расчетную схему передачи усилия от колонны на опорную плиту без применения каких-либо вспомогательных промежуточных деталей или расчетных сварных швов, что ведет к упрощению конструкции самой базы, а следовательно, к сокращению объема металла, наплавленного металла и трудоемкости изготовления конструкции. По сути, единственным расчетным конструктивным элементом в данном случае является опорная плита.

### Постановка проблемы в общем виде

Одним из первых примеров применения колонн с обработанным торцом в истории можно назвать Хрустальный дворец, построенный к «Великой промышленной выставке всех наций» в 1851 году в Англии (рис. 1). Данное сооружение несомненно оказало заметное влияние на развитие как архитектуры, так и отдельных строительных конструкций в дальнейшем. Для своего времени Хрустальный дворец был уникальным



**Рисунок 1.** Внешний вид Хрустального дворца, 1851 г.

сооружением объемом около 1 млн м<sup>3</sup> с размерами в плане 124×555 м.

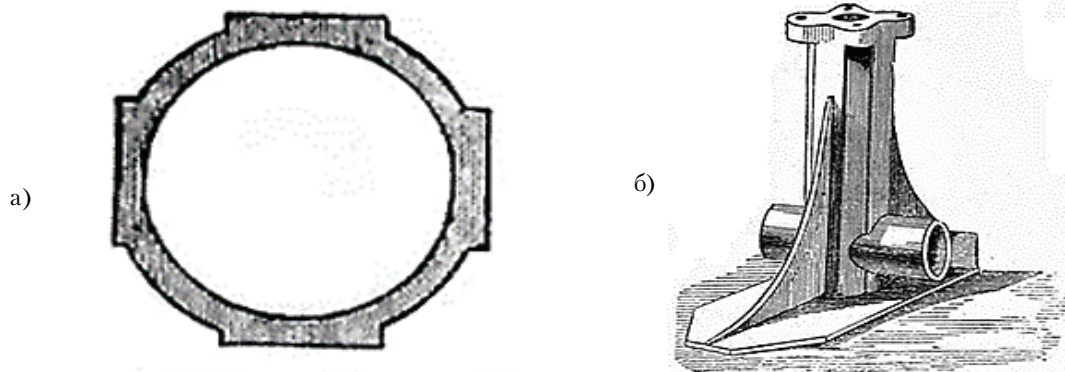
Каркас здания состоял из 3 300 чугунных колонн и 2 224 несущих балок. Благодаря использованию типовых конструкций и новаторских конструктивных решений монтажных соединений это уникальное сооружение для того времени удалось возвести всего за шесть месяцев, что по тем временам было выдающимся результатом.

Колонны в здании использовались круглого сечения диаметром примерно 203 мм, полые внутри, поскольку они не только воспринимали нагрузку от кровли и галерей, а также служили и трубами для отвода дождевых вод с крыши. База колонны отливалась отдельной маркой (рис. 2).

Поверхности соединения баз со стержнем колонны и все торцы отдельных марок колонн обрабатывались на токарном станке, что гарантировало вертикальность колонн при монтаже. Кроме того, механическая обработка фланцевых соединений с последующей установкой в стыках прокладок из холста обеспечивало их герметичность при отводе дождевой воды.

Данное конструктивное решение колонн является прототипом современных принципов проектирования:

- во-первых, фрезеровка поверхностей стыкуемых элементов в монтажных узлах обеспечивает безвыверочный монтаж;
- во-вторых, использование полых колонн в качестве несущего конструктивного



**Рисунок 2.** Конструктивное решение колонны Хрустального дворца: а) поперечное сечение; б) база колонны.

элемента, воспринимающего продольное усилие, и в качестве технологической трубы для отвода дождевой воды отвечает принципу совмещения различных рабочих функций в одной конструкции.

В начале прошлого столетия развитие конструктивных решений и методик расчета баз колонн с фрезерованными торцами прежде всего сдерживалось двумя факторами.

К первому фактору следует отнести крайне редкое наличие торцефрезерных станков в составе технологического оборудования на заводах, изготавливавших металлические конструкции, так как основная масса строительных металлоконструкций изготавливалась в небольших мастерских. Кроме этого, сам процесс фрезеровки ввиду несовершенства конструкции станков не обеспечивал качественной поверхности. Это обстоятельство снижало эффективность конструктивного решения баз с фрезерованными торцами и как следствие требовало учета в методике их расчета и конструирования.

Ко второму фактору относится отсутствие толстолистового проката, доступного строительной отрасли. В качестве опорных плит рассматривались различные варианты:

- литые плиты, к которым предъявлялись высокие требования к качеству, которое в то время для обычных строительных конструкций часто было некачественным, что значительно снижало их механические характеристики;
- кованные заготовки обладали высоким качеством, что обеспечивало их повышенные механические характеристики, однако эти изделия обладали высокой стоимостью;
- толстые листы, прокатанные на бронепрокатных станах. Этот прокат был недоступен производителям строительных металлоконструкций, так как поставлялся на оборонную промышленность.

Кроме этого, разработка оптимального конструктивного решения базы сдерживалась заклепочными соединениями, которые требовали определенного пространства для размещения заклепок и соединительных элементов, а также некачественной отфрезерованной поверхностью плиты, связанной с использованием несовершенных фрезерных станков. В используемых в те годы торцефрезерных станках планшайба

перемещалась только в горизонтальной плоскости, что позволяло выполнять фрезеровку только торцов стержней с шириной поперечного сечения в пределах диаметра планшайбы. Качество отфрезерованной поверхности торца стержня колонн обычно были выше, чем листы опорной плиты. Поэтому на первых этапах разработки методики расчета баз с фрезерованным торцом допускалось допущение: через торец передается только 60 % давления, а остальные 40 % передаются через соединительные детали между стержнем колонны и плитой, заклепки или сварку.

В Технических условиях и нормах проектирования металлических конструкций, утвержденных в 1934 г. [2], представлены нормы расчета баз центрально сжатых стальных колонн с фрезерованным торцом. Торец колонны рассчитывается на смятие с допуском напряжением, равным 1,5 основного металла, при отфрезерованной рабочей поверхности плиты. Опорная плита рассчитывалась как консольная пластина на изгиб по линии наружного очертания колонны (а-а и б-б), нагруженная равномерно распределенной нагрузкой (рис. 3, а). Эта методика расчета плиты была изложена в технической и учебной литературе [3, 4].

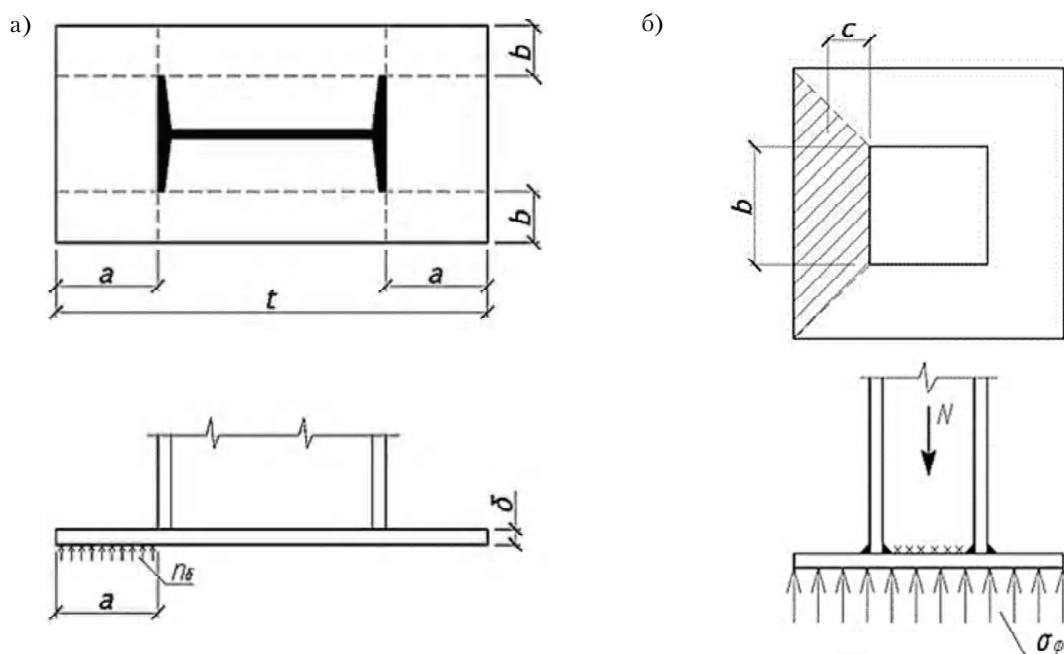
Такая расчетная схема дает завышенное значение требуемой толщины плиты, так как не учитывается работа концевых выступов пластин в двух направлениях.

При расчетной схеме плиты, разбитой на четыре трапециевидных участка, заземленных по контуру колонны и работающих как консольные пластины (рис. 3, б), расчетная толщина плиты также является завышенной, так как не учитывается пространственная работа плиты. Фактически деформированная схема плиты под колонной имеет вид чаши.

Совершенствование конструкции торцефрезерных станков и переход с заклепочного соединения на сварку способствовали развитию методики расчета баз колонн с применением фрезеровки.

Для расчета требуемой толщины плиты базы центрально сжатой колонны требуется значение расчетного момента.

Расчет изгибающих моментов в прямоугольной пластине представлял определенную математическую трудность для 40-х годов прошлого столетия, так как все инженерные расчеты были



**Рисунок 3.** Расчетные схемы плиты при фрезерованном торце колонны: а) с расчетными линиями по контуру колонны по ТУ [2, 3, 4]; б) с разбиением на четыре трапецевидных участков [5].

ориентированы на ручной счет и как следствие в этом случае использовался ряд упрощений в расчетных схемах конструкции или отдельных элементах, а это в свою очередь влияет на достоверность полученных результатов.

В 1940 г. Н. С. Стрелецкий в курсе металлических конструкций описал методику расчета толщины плиты базы колонны с фрезерованным торцом, в которой для расчета напряженно-деформированного состояния плиты базы использован справочный материал расчета напряженно-деформированного состояния круглых железобетонных плит, шарнирно опертых по наружному контуру с различными схемами загрузки (рис. 4, а, б) [5, 6]. Для использования этого справочного материала необходимо прямоугольную плиту базы заменить круглой, а сечение колонны – круглой колонной (рис. 4, в).

Методика расчета толщины плиты базы разбита на три этапа:

- на первом этапе производится предварительный (грубый) расчет толщины плиты;
- на втором этапе прямоугольная плита заменяется круглой, а сечение колонны – круглой колонной. Расчетные изгибающие моменты

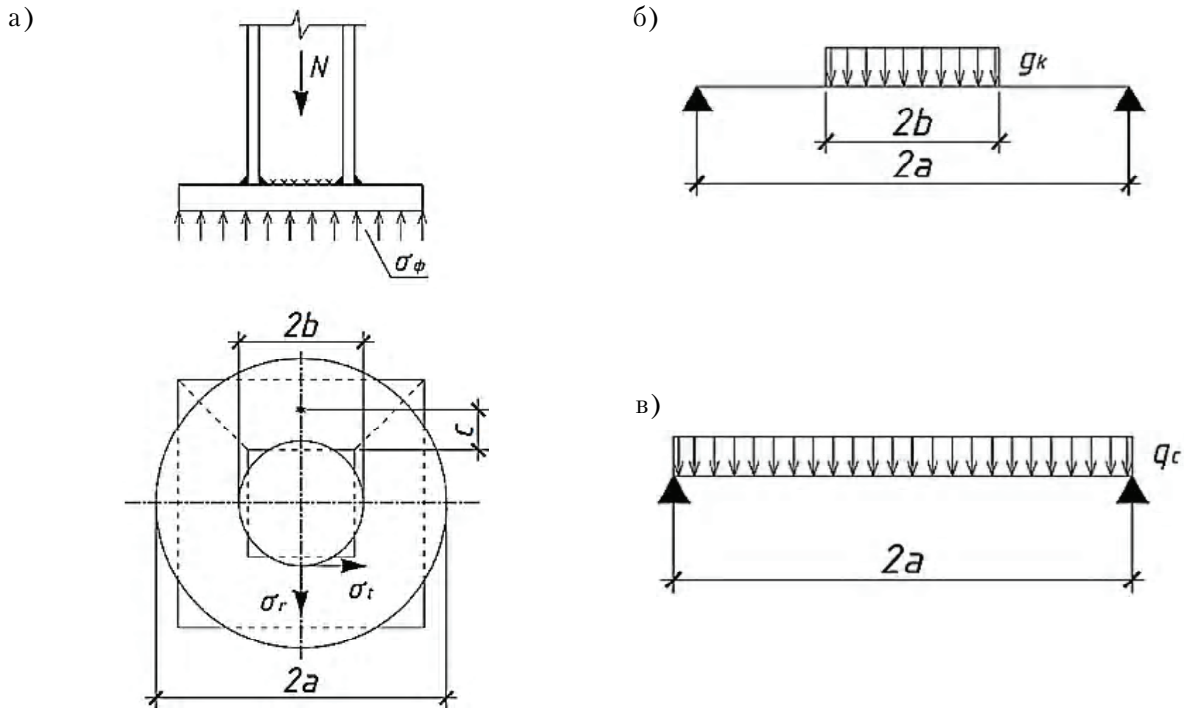
в круглой плите вычисляются с использованием справочного материала расчета напряженно-деформированного состояния круглых плит [5, 6];

- на третьем этапе проверяются приведенные напряжения в расчетных точках плиты

**Первый этап.** Предварительный расчет толщины прямоугольной плиты выполняется с использованием расчетной схемы плиты, разбитой на четыре консольных трапецевидных участка, защемленных по контуру колонны (рис. 4, а). Расчетный изгибающий момент определяется по линии сопряжения консольного участка с колонной. По расчетному изгибающему моменту определяется требуемая толщина плиты, работающей на изгиб.

**Второй этап.** Предварительно прямоугольная плита и колонна заменяются на круглое очертание (рис. 4, а). Радиусы круглой плиты и колонны определяются из условия равенства площадей прямоугольного и круглого сечения, т. е. от их размеров в плане.

Для любой точки круглой плиты можно определить значения изгибающих моментов в двух направлениях:  $M_r$  – радиальном направлении;



**Рисунок 4.** Расчетные схемы плиты базы колонн с фрезерованным торцом: а) расчетные моменты круглой плиты под колонной [3]; б) схема нагружения круглой плиты колонной и (в) отпором фундамента [6, 7].

$M_t$  – тангенциальном. Значения этих моментов определяются по таблице 37 [6]. Значения этих моментов определяются по формулам:

$$M_r = \frac{P}{16\pi} \left\{ (1-\nu)\beta^2 \left[ \left(\frac{a}{x}\right)^2 - 1 \right] - 4(1+\nu) \ln \frac{x}{a} - (3+\nu) \left[ 1 - \left(\frac{x}{a}\right)^2 \right] \right\}, \quad (1)$$

$$M_t = \frac{P}{16\pi} \left\{ (1-\nu) \left\{ 4 - \beta^2 \left[ 1 + \left(\frac{a}{x}\right)^2 \right] \right\} - 4(1+\nu) \ln \frac{x}{a} - (3+\nu) + (1+3\nu) \left(\frac{x}{a}\right)^2 \right\}, \quad (2)$$

где  $\beta$  – отношение ширины колонны к ширине плиты;  
 $b$  – коэффициент Пуассона, равный 0,3;  
 $a$  – радиус или полуширина плиты;  
 $x$  – расстояние от рассматриваемой точки до центра плиты.

Учитывая, что максимальные моменты  $M_r$  и  $M_t$  соответствуют точкам на границе плиты и

колонны ( $x = b$ ), коэффициент Пуассона ( $\nu$ ) для стали величина постоянная, для удобства определения расчетных значений моментов, формулы (1) и (2) преобразовать в зависимости от отношения диаметров плиты и колонны ( $\beta$ ):

$$M_r = k_r P; \quad (3)$$

$$M_t = k_t P. \quad (4)$$

где  $k_r$  и  $k_t$  – коэффициенты по табл. 1 в зависимости от  $\beta$ .

Значения коэффициентов  $k_r$  и  $k_t$  на границе плиты и колонии даны в таблице.

Напряжения в плите:

$$\sigma_r = \frac{6M_r}{\delta_{nl}^2}, \sigma_t = \frac{6M_t}{\delta_{nl}^2}, \tau = \frac{P}{2\pi a \beta \delta_{nl}}$$

**Третий этап.** Проверка приведенных напряжений в плите:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_t^2} - \sigma_r \sigma_t + 3\tau^2 \leq [\sigma]_{пл}.$$

**Анализ нормативных и литературных источников.** С целью анализа этапов развития методик расчета баз с фрезерованным торцом центрально сжатых колонн были проанализированы нормативные документы и учебная литература.



**Таблица.** Значения коэффициентов  $k_r$  и  $k_t$  для расчета плиты как круглой пластины при фрезерованном торце колонны

$\beta$	0,3	0,4	0,5	0,6
$k_r$	0,0815	0,0517	0,0331	0,0200
$k_t$	0,1020	0,0752	0,0541	0,0377

К сожалению, свободный доступ к ТУиН 1931 г [1], НиТУ-1-46 [8] и ТУ 104-53 [9] ограничен, поэтому анализ текстов этих документов в рамках данной статьи не проводился.

В ТУиН 1934 г. [2] приводятся указания к расчету плиты базы с фрезерованным торцом колонны с расчетной схемой плиты в виде консольных пластин, работающих на изгиб по линии наружного очертания колонны.

В нормативных документах НиТУ 121-55 [10], СНиП II-Б.4 (ред. 1954 г.) [11], СНиП II-В.3-62 [12], СНиП II-В.3-72 [13], СНиП II-23-81\* [14], СП 53-102-2004 [15], СП 16.13330.2011 [16], СП 16.13330.2017 [17] методика расчета баз с фрезерованным торцом колонны отсутствует. Документы содержат практически одинаковые пункты относительно использования фрезерованных торцов в металлических конструкциях.

В учебной литературе по курсу «Металлические конструкции» под редакцией Н. С. Стрелецкого (1935 г.), Е. И. Беленя, Ю. И. Кудишина (2013 г.) и В. В. Горева (2004 г.) и других авторов содержатся рекомендации по расчету и конструированию баз центрально сжатых колонн с фрезерованным торцом.

## Выводы

История использования баз колонн с фрезерованным торцом колонны в строительных металлоконструкциях насчитывает уже более 150 лет.

Методика расчёта плиты, изложенная Н. С. Стрелецким в 1940 г. [5], была ориентирована на ручной счёт, а следовательно, для упрощения инженерных вычислений в расчётную схему плиты был внесён ряд упрощений, которые приводят к завышению толщины плиты и как следствие, к повышению расхода металла. Как показал анализ нормативных документов и технической литературы за последние 80 лет методика расчёта не изменились несмотря на развитие и широкое применение компьютерных программно-вычислительных комплексов (ПВК).

Поэтому, учитывая наличие в настоящее время широкого ассортимента листового проката по толщине и прочностным характеристикам, современных высокопроизводительных торцефрезерных станков, а также универсальных ПВК, таких как Lira, SCAD, Revit и др., представляется обоснованным выполнять расчёты баз колонн с фрезерованным торцом с использованием ПВК с максимальным учётом их конструктивных особенностей и действительной работы в составе сопряжения базы колонны с фундаментом.

## Литература

1. Металлические конструкции и сооружения. Технические условия и нормы проектирования и возведения / ВСНХ СССР. – Москва : ГНТИ, 1931. – Текст : непосредственный.
2. Металлические конструкции и сооружения. Технические условия и нормы проектирования промышленных зданий / Главстройпром НКТП СССР. – Москва : Главстройпром, 1934. – Текст : непосредственный;

## References

1. Metal structures and structures. Technical conditions and norms for design and construction / Supreme Economic Council of the USSR. – Moscow : GNTI, 1931. – Text : direct. (in Russian)
2. Metal structures and structures. Technical conditions and norms for the design of industrial buildings / Glavstroyprom NKTP USSR. – Moscow : Glavstroyprom, 1934. – Text : direct. (in Russian)

3. Стрелецкий, Н. С. Основы металлических конструкций / Н. С. Стрелецкий, А. Н. Гениев. – Москва : ОНТИ Главстройлит, 1935. – 945 с. – Текст : непосредственный.
4. Дубяга, К. М. Справочник проектировщика промышленных сооружений. Металлические конструкции / К. М. Дубяга, В. М. Вахуркин ; под общей редакцией В. А. Замараева. – Москва : ОНТИ, 1936. – 508 с. – Текст : непосредственный.
5. Стрелецкий, Н. С. Курс металлических конструкций. Часть 1. Основы металлических конструкций / Н. С. Стрелецкий. – Ленинград : Стройиздат Наркомстроя, 1940. – 844 с. – Текст : непосредственный.
6. Bayer, Kurt. Eisenbetonbau: Die Statik im Eisenbetonbau / Kurt Bayer ; Volume 2. – Wiesbaden, Germany : K. Wittwer, 1927. – 616 p. – Текст : непосредственный.
7. Бейер, К. Статика железобетонных сооружений / К. Бейер. – Москва : Московское научное издательство, 1928. – 615 с. – Текст : непосредственный.
8. НИТУ-1-46. Нормы и технические условия проектирования металлических конструкций / разработчики Центральный научно-исследовательский институт и ГПИ Проектстальконструкция Министерства строительства предприятий металлургической и химической промышленности. – Москва : Госстройиздат, 1947. – 72 с. – Текст : непосредственный.
9. ТУ 104-53. Технические условия проектирования стальных конструкций зданий металлургических заводов с тяжелым режимом работ : утверждены 21/V 1953 г. – Москва : Госстройиздат, 1953. – 16 с. – Текст : непосредственный.
10. НИТУ-121-55. Нормы и технические условия проектирования стальных конструкций / Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства. – Москва : Госстройиздат, 1955. – 75 с. – Текст : непосредственный.
11. СНИП II-Б.4. Стальные конструкции зданий и сооружений : строительные нормы и правила : издание официальное : дата введения 1955-01-01 / Госстрой СССР. – Москва : Стройиздат, 1954. – 405 с. – Текст : непосредственный.
12. СНИП II-В.3-62. Стальные конструкции. Нормы проектирования: строительные нормы и правила : издание официальное : дата введения 1963-01-01 / Госстрой СССР. – Москва : Стройиздат, 1963. – 63 с. – Текст : непосредственный.
13. СНИП II-В.3-72. Стальные конструкции. Нормы проектирования: строительные нормы и правила : издание официальное : дата введения 1972-01-01 / Госстрой СССР. – Москва : Стройиздат, 1974. – 71 с. – Текст : непосредственный.
14. СНИП II-23-81\*. Стальные конструкции : строительные нормы и правила : издание официальное : утверждены постановлением Госстроя СССР от 14 августа 1981 г. №144 : дата введения
3. Streletsky, N. S.; Geniuses A. N. Fundamentals of metal structures. – Moscow : ONTI Glavstroylit, 1935. – 945 p. – Text : direct. (in Russian)
4. Dubyaga, K. M.; Vakhurkin V. M. Handbook of the designer of industrial structures. Metal structures; under total ed. V. A. Zamaraev. – Moscow : ONTI, 1936. – 508 p. – Text : direct. (in Russian)
5. Streletsky, N. S. Course of metal structures. Part 1. Fundamentals of metal structures. – Leningrad : Stroyizdat of the People's Commissariat of Construction, 1940. – 844 p. – Text : direct. (in Russian)
6. Bayer, Kurt. Eisenbetonbau: Die Statik im Eisenbetonbau. Volume 2. – Wiesbaden, Germany : K. Wittwer, 1927. – 616 p. – Text : direct. (in Germany)
7. Beyer, K. Statics of reinforced concrete structures. – Moscow : scientific publishing house, 1928. – 615 p. – Text : direct. (in English)
8. NITU-1-46. Norms and technical conditions for the design of metal structures / Central Research Institute and SPI Projectstalconstruction of the Ministry of Construction of Metallurgical and Chemical Industry Enterprises. – Moscow : Gosstroyizdat, 1947. – Text : direct. (in Russian)
9. TU 104-53. Technical conditions for the design of steel structures for buildings of metallurgical plants with heavy duty : approved 21/V 1953. – Moscow : Gosstroyizdat, 1953. – 16 p. – Text : direct. (in Russian)
10. NITU-121-55. Norms and specifications for the design of steel structures / State Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction. – Moscow : Gosstroyizdat, 1955. – 75 p. - Text : direct. (in Russian)
11. SNIIP II-B.4. Steel structures of buildings and structures : building codes and regulations : official edition : introduction date 1955-01-01 / Gosstroy of the USSR. – Moscow : Stroyizdat, 1954. – 405 p. – Text : direct. (in Russian)
12. SNIIP II-B.3-62. Steel structures. Design standards: building codes and rules : official edition : introduction date 1963-01-01 / Gosstroy of the USSR. – Moscow : Stroyizdat, 1963. – 63 p. – Text : direct. (in Russian)
13. SNIIP II-B.3-72. Steel structures. Design standards: building codes and rules : introduction date 1972-01-01 / Gosstroy of the USSR. – Moscow : Stroyizdat, 1974. – 71 p. - Text : direct. (in Russian)
14. SNIIP II-23-81\*. Steel structures: building codes and regulations: official edition: approved by the Decree of the USSR Gosstroy of August 14, 1981 No. 144 : introduction date 1982-01-01 / Developed by TsNIISK im. Kucherenko with the participation of the Central Research Institute of Projectstalconstruction of the USSR SCC. – Moscow : CITP Gosstroy USSR, 1990. – 96 p. – Text : direct. (in Russian)
15. SP 53-102-2004. General rules for the design of steel structures. – Moscow : Gosstroy RF, 2005. – 132 p. – Text : direct. (in Russian)



- 1982-01-01 / разработаны ЦНИИСК им. Кучеренко с участием ЦНИИПроектстальконструкции Госстроя СССР. – Москва : ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с. – Текст : непосредственный.
15. СП 53-102-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций : свод правил по проектированию и строительству : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом ЦНИИСК им. Кучеренко № 28/00 от 10.09.2004 : введен впервые : дата введения 2005-01-01 / разработан ЦНИИСК им. Кучеренко, ЗАО ЦНИИПСК им. Мельникова, ОАО Институт «Энергосетьпроект» при участии группы специалистов. – Москва : Госстрой РФ, 2005. – 132 с. – Текст : непосредственный.
16. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 791 : дата введения 2011-05-20 / разработан ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, ЦНИИПСК им. Мельникова и др. – Москва : Минрегион России, 2010. – 167 с. – Текст : непосредственный.
17. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр : дата введения 2017-08-28 / исполнители: ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, МГСУ, СПбГАСУ. – Москва : Минстрой России, 2017. – 140 с. – Текст : непосредственный.
16. SP 16.13330.2011. Steel structures. – Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2010. – 167 p.– Text : direct. (in Russian)
17. SP 16.13330.2017. Steel structures. – Moscow : Ministry of Construction of Russia, 2017. – 140 p. – Text : direct. (in Russian)

**Василев Владимир Николаевич** – кандидат технических наук, доцент; начальник лаборатории испытаний строительных конструкций и сооружений ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экспериментально-теоретическое исследование работы опор линий электропередачи, строительных конструкций и сооружения; технология изготовления строительных конструкций.

**Тимошко Андрей Александрович** – ассистент кафедры технологии и организации строительства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование высотных зданий с металлическим каркасом.

**Титков Сергей Олегович** – кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии и организации строительства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: возведение и реконструкция промышленных сооружений.

**Авксентьев Александр Евгеньевич** – магистрант кафедры металлические конструкции и сооружения ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование антенных опор под действием действительных нагрузок и воздействий

**Василев Володимир Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент; начальник лабораторії випробувань будівельних конструкцій і споруд ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експериментально-теоретичне дослідження роботи опор ліній електропередачі, будівельних конструкцій і споруди; технологія виготовлення будівельних конструкцій.

**Тимошко Андрій Олександрович** – асистент кафедри технології і організації будівництва ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування висотних будівель з металевим каркасом.

**Титков Сергій Олегович** – кандидат технічних наук, асистент кафедри технології і організації будівництва ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: зведення і реконструкція промислових споруд.

**Авксентьев Олександр Євгенович** – магістрант кафедри металеві конструкції та споруди ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування антенних опор під дією дійсних навантажень і впливів.

**Vasylev Vladimir** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Laboratory for Testing Building Structures and Constructions, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: experimental and theoretical study of the operation of power transmission line supports, building structures and constructions; technology of manufacturing building structures.

**Tymoshko Andrey** – assistant, Technology and Management in Construction Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: designing of high-rise buildings with a metal frame.

**Titkov Sergey** – Ph. D. (Eng.), Assistant, Technology and Management in Construction Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: erection and reconstruction of industrial facilities.

**Avksentiev Alexander** – master's student, Metal Structures and Constructions Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: design of antenna supports under the action of real loads and influences.