



7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 13. Волгоградская, Ростовская, Астраханская области, Краснодарский, Ставропольский края, Калмыцкая, Кабардино-Балкарская, Чечено-Ингушская, Северо-Осетинская АССР. – Л.: Гидрометеиздат. 1990. – 724 с.

8. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты: методическое пособие / Ю. А. Меншутин, Л. М. Верецагина, А. С. Керин, Е. В. Фомичёва, А. Ю. Логунова. – М.: НИИ ВОДГЕО, 2015. – 146 с.

9. Рекомендации по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. Конструктивные детали гидроизоляции. – М.: ЦНИИпромзданий, 2009. – 119 с.

10. Типовые технологические карты. Альбом 07.32 «Монтаж сборных водопроводных и канализационных колодцев». – Новосибирск: Новосибирский ф-л ЦИТП Госстроя СССР, 1977. – 23 с.

11. Типовые материалы для проектирования ТМП 902-09-46.88 «Камеры и колодцы дождевой канализации» (ал. I–VI). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 41 с.

12. Чечевичкин, А. В. Проектирование и применение локальных очистных сооружений поверхностного стока на основе фильтров ФОРС® / А. В. Чечевичкин. – Санкт-Петербург: Любавич, 2017. – 176 с.

13. Инструкция по монтажу и эксплуатации систем поверхностного водоотвода Hidrolica, 2014. – Режим доступа: <https://www.gidrolica.ru/info/install-instruction/instrukciya-po-montazhu-i-ekspluatatsii-sistem-poverhnostnogo-vodootvoda-gidrolica> (дата обращения 30.03.2019).

© А. Р. Курмангалиева

**Ссылка для цитирования:**

Курмангалиева А. Р. Рациональная модель системы ливневой канализации в условиях точечной высотной застройки г. Астрахань // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 9–14.

УДК 624.02

DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-14-19

## О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ БАЛКИ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ СТЫКА С НАКЛОННЫМ ФЛАНЦЕМ

*А. В. Белов, А. Н. Степаненко*

**Белов Андрей Владимирович**, старший преподаватель кафедры «Промышленное гражданское строительство», Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Российская Федерация, тел.: +7(924)217-11-73; e-mail: belov1504@mail.ru;

**Степаненко Анатолий Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленное гражданское строительство», Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Российская Федерация, тел.: +7(914)425-65-53; e-mail: 000419@pnu.edu.ru

В настоящее время на небольших предприятиях при расширении площадей все большую популярность приобретают стальные каркасы. В качестве несущих элементов используются замкнутые гнуто сварные профили прямоугольного сечения. Такие элементы эстетичны, а узлы сопряжения достаточно просты в изготовлении. Основная цель работы – упростить монтаж каркаса без ущерба несущей способности. В статье приводится результат поисковых исследований влияния на напряженное состояние частей балок из замкнутого гнутого профиля в зонах около их сварного стыка с одним наклонным фланцем при принятии в стыке эксцентриситета (смещение в вертикальной плоскости осей частей балок). Установлено, что при допустимом превышении предельных отклонений длин частей балок расцентровки осей в узле возникает повышение действующих напряжений, не превышающих максимальных значений для наиболее нагруженных сечений.

**Ключевые слова:** балка, монтажный стык, наклонный сварной шов, напряжения.

## ON THE STRESSED STATE OF THE BOX-SECTION BEAM ELEMENTS NEAR THE JUNCTION WITH THE INCLINED FLANGE

*A. V. Belov, A. N. Stepanenko*

**Belov Andrey Vladimirovich**, Senior Lecturer of the Department of Industrial Civil Engineering, Pacific National University, Khabarovsk, Russian Federation, phone: +7(924)217-11-73; e-mail: belov1504@mail.ru;

**Stepanenko Anatoliy Nikolayevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor with the Academic Degree of Doctor of Sciences and the Academic Title of Associate Professor of the Department of Industrial Civil Engineering, Pacific National University, Khabarovsk Russian Federation, phone: +7(914)425-65-53; e-mail: 000419@pnu.edu.ru

Currently, at small enterprises, when expanding their areas, steel boxes are becoming increasingly popular in low-rise construction. Closed bent-welded profiles of rectangular cross-section are used as bearing elements. Such elements are aesthetic, and the coupling nodes are quite simple to manufacture. The main purpose of the work is to simplify the installation of the frame without compromising the bearing capacity. The article presents the result of exploratory studies of the influence on the stress state of parts of beams from a closed bent profile in the zones near their welded joint with one inclined flange, when taking the eccentricity at the joint (displacement in the vertical plane of the axes of the beam parts). It is established that when the maximum deviations of the lengths of the parts of the axis misalignment beams are exceeded, an increase in the operating stresses does not exceed the maximum values for the most loaded sections occurs in the node.

**Keywords:** beam, mounting joint, inclined weld, stresses.

### Введение

В последние годы в промышленном и гражданском строительстве находят всё большее применение малоэтажные каркасные здания с металлическими конструкциями из гнутых замкнутых прямоугольных профилей по ГОСТ 30245-2012. Горизонтальные элементы каркасов этих зданий в монтажных условиях удобно стыковать между собой с использованием одного наклонного фланца и сварки (рис. 1) [1].

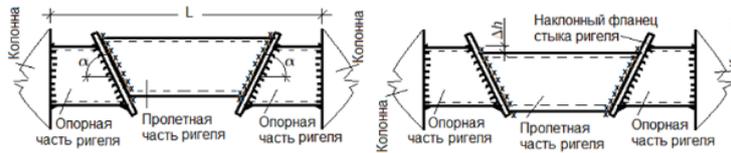


Рис. 1. Схемы возможных вариантов собранных ригелей

При этом в изученной литературе не рассматривается вопрос монтажного сварного стыка пролетной части ригеля, а только сопряжение отдельных элементов конструкций (ригель – колонна, ригель – ригель). Не обнаружено также источников с анализом напряженного состояния сварного соединения в предлагаемом узле сопряжения конструкций.

### Постановка задачи

Цель работы – дать качественную и количественную оценку изменению основных напряжений элементов балки вблизи стыка с наклонным фланцем и, соответственно, упростить монтаж пролетной части ригеля без ущерба несущей способности.

### Методы исследования и результаты

Рассматриваемое сопряжение стыкуемых элементов (рис. 1) не требует рабочего столика и накладок, допускает удобное выполнение сварных швов узла при допустимых отклонениях по ГОСТ 30245-2012 от проектных размеров сечения стыкуемых элементов и их длин ( $\Delta L$ ). Последние при этом компенсируются незначительным смещением осей стыкуемых частей балки в узле. В работе [1] отмечено, что для исключения существенного смещения оси пролетной части балки с ее основной осью, исключения возможного «монтажного» распорного усилия в балке и недопущения значительного удлинения монтажного сварного шва в узле

Допущенные при изготовлении частей ригелей возможные отклонения их длин по СП 53-101-98  $0,001 \cdot L \geq \Delta l \geq -0,001 \cdot L$  не затрудняют стыковку частей, но приведут к смещению в вертикальной плоскости их осей в узлах на величину до  $\Delta h = \pm 0,5 \cdot \Delta l \cdot \tan \alpha$  и некоторому изменению напряженного состояния элементов сечения ригеля вблизи стыковочного фланца узла.

угол наклона фланца к оси балки должен находиться в пределах  $50-70^\circ$ .

Для качественной и количественной оценки изменения основных напряжений ( $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  и  $\tau_x$ ) в элементах зоны стыка с использованием ПК «Лира» выполнен численный эксперимент на пяти конечно-элементных моделях (№ 2–6) стыкового однофланцевого сварного узла ригеля из замкнутого прямоугольного профиля с размерами поперечного сечения  $b \cdot h \cdot t = 250 \cdot 350 \cdot 10$  мм и одной модели (эталонной, № 1), представленной фрагментом без фланцевого стыка ригеля (табл. 2–4). Первые пять моделей (№ 2–6) представляют стыковой узел с одним фланцем толщиной 16 мм, наклоненным к оси ригеля под углом (близким к оптимальному [1]).

Части балок всех моделей опытных узлов «собраны» из пластинчатых конечных элементов типа КЭ41 и КЭ44 (рис. 2). Размеры первых, использованных для горизонтальных граней сечения ригеля, приняты равными 14–20 мм по длине ригеля и 20 мм по ее ширине. Конечные элементы КЭ44 предназначены для моделирования угловых зон и вертикальных граней сечения, имеют вид ромбовидной трапеции с переменным односторонним наклоном непараллельных граней и изменяемыми размерами оснований от 14 до 20 мм. Фланец представлен конечными элементами КЭ41 и КЭ42 (рис. 3).

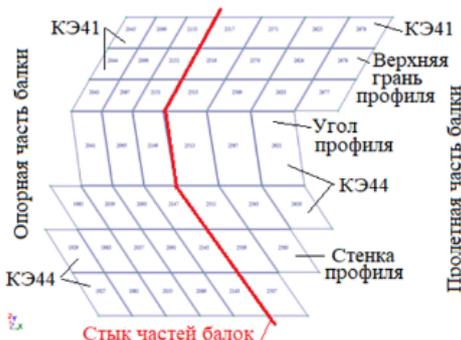


Рис. 2. Схема разбивки на конечные элементы фрагмента стыка без фланца (узла № 1)

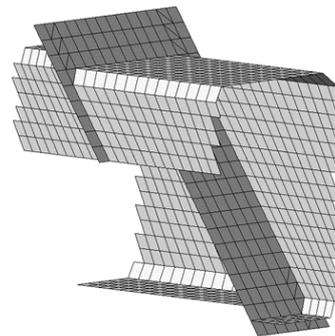


Рис. 3. Схема разбивки на конечные элементы фланца на примере узла № 4

Таблица 1

**Основные параметры «опытных» узлов**

№№ опытного узла	Наличие фланца и тип стыка	Возможное суммарное отклонение длин всех частей ригеля $\Delta l$ , мм	Возможное смещение осей в узле $\Delta h$ , мм
1 (эталон)	Наклонный стык без фланца	0	0
2	Стык с наклонным фланцем без смещения частей балок	0	0
3	Стык с наклонным фланцем и заниженной пролетной частью	-14,1	-10
4	- ... -	-28,2	-20
5	Стык с наклонным фланцем и завышенной пролетной частью	+14,1	+10
6	- ... -	+28,2	+20

Неизменяемость положения опытных моделей обеспечивается неподвижным шарнирным закреплением всех 54 узлов крайнего левого сечения, а нагружение осуществляется приложением вертикальной поперечной силы к узлам вертикальных граней крайнего правого сечения.

Предполагается полный провар в прикреплении профиля частей ригеля к фланцу и отсутствие валика сварного углового шва во всех опытных узлах.

В результате расчета получены величины усилий во всех конечных элементах расчетных моделей узлов. Картины (изополя) основных усилий (напряжений  $\sigma_x = N_x, \vec{\sigma}_y = N_x$  и  $\tau_{xy} = T_{xy}$ ) в двух гранях профиля ригелей для опытных узлов стыка стыка приведены в таблицах 2-4.

Таблица 2

**Краткое описание отклонений нормальных напряжений ( $N_x = 6x$ ) в поперечных сечениях стыкуемых частей балок моделей узлов около фланцев**

№ опытного узла	Изополя напряжений на видимых гранях профиля узла балки	Наибольшие отклонения напряжений в гранях сечения
1. Без фланца, обе части на первом уровне <b>(принят за эталон)</b>		Максимальные напряжения в горизонтальных гранях профиля (в поясах) узла, величиной $13,5 \text{ кН/см}^2 \approx 1350 \text{ кг/см}^2$ , действуют в опорном (крайнем левом) сечении
2. С фланцем, обе части на первом уровне		Картина напряжений в поясах (в горизонтальных гранях) и стенках (в вертикальных гранях) узла вблизи фланца изменяется несущественно
3. С фланцем и заниженной пролетной частью на 10 мм		Картина напряжений в поясах (в горизонтальных гранях) и стенках (в вертикальных гранях) узла вблизи фланца изменяется несущественно
4. С фланцем и заниженной пролетной частью на 20 мм		Картина напряжений в гранях узла вблизи фланца изменяется несущественно. Однако в стенках вблизи угловых закруглений они на 60-95 % повышаются, но остаются меньше максимальных
5. С фланцем и завышенной пролетной частью на 10 мм		Картина напряжений в поясах (в горизонтальных гранях) и стенках (в вертикальных гранях) узла вблизи фланца изменяется несущественно
6. С фланцем и завышенной пролетной частью на 20 мм		Картина напряжений в гранях узла вблизи фланца изменяется несущественно. Однако в стенках вблизи угловых закруглений они на 50-75 % повышаются, но остаются меньше максимальных

Таблица 3

**Краткое описание отклонений касательных напряжений ( $T_{xy} = \tau$ ) в поперечных сечениях стыкуемых частей балок моделей узлов около фланцев**

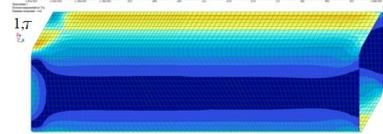
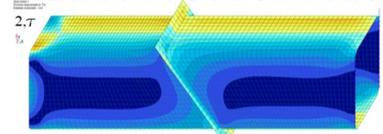
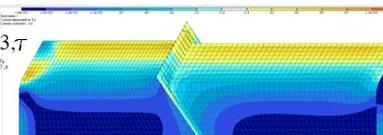
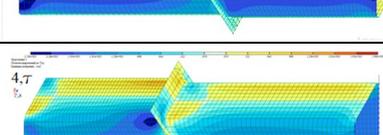
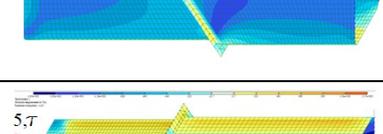
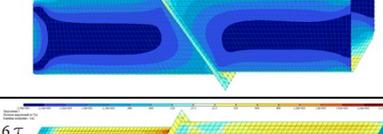
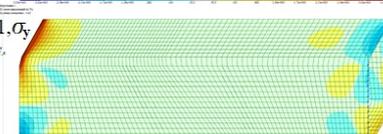
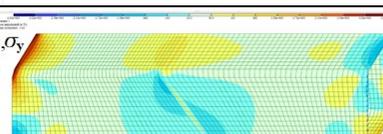
№ опытного узла	Изополя напряжений на видимых гранях профиля узла балки	Наибольшие отклонения напряжений в гранях сечения
1. Без фланца, обе части на первом уровне <b>(принят за эталон)</b>		Максимальные напряжения действуют в средних по высоте зонах стенок профиля узла и на большей части его длины величиной $18 \text{ кН/см}^2 \approx \pm 1800 \text{ кг/см}^2$
2. С фланцем, обе части на первом уровне		Картина напряжений в стенках и поясах узла вблизи фланца изменяется несущественно. При этом максимальные напряжения в стенках у фланца снижаются на 45–55 %
3. С фланцем и заниженной пролетной частью на 10 мм		Картина напряжений в стенках и поясах узла вблизи фланца изменяется несущественно. При этом максимальные напряжения в стенках у фланца снижаются на 50–60 %
4. С фланцем и заниженной пролетной частью на 20 мм		В зонах верхних угловых закруглений стенок для консольной части балки и нижних – для пролетной около фланца напряжения на 55 и 35 % соответственно <b>превышают максимальные</b>
5. С фланцем и завышенной пролетной частью на 10 мм		Картина напряжений в стенках и поясах узла вблизи фланца изменяется несущественно. При этом максимальные напряжения в стенках у фланца снижаются на 50–60 %
6. С фланцем и завышенной пролетной частью на 20 мм		В зонах верхних и нижних угловых закруглений стенок для консольной части балки около фланца напряжения на 50 % <b>превышают максимальные</b>

Таблица 4

**Краткое описание отклонений нормальных напряжений ( $N_y = \sigma_y$ ) в продольных сечениях стыкуемых частей балок моделей узлов около фланцев**

№ опытного узла	Изополя напряжений на видимых гранях профиля узла балки*	Наибольшие отклонения напряжений в гранях сечения
1. Без фланца, обе части на первом уровне <b>(принят за эталон)</b>		Напряжение у стыка $\approx 0$ . Максимальные напряжения, действуют по концам узла и равны: $+3,75 \text{ кН/см}^2$ (зеленый цвет) и $-3,00 \text{ кН/см}^2$ (коричневый и желтый цвета)
2. С фланцем, обе части на первом уровне		В поясах и стенках у стыка появляются напряжения соответственно величиной до $-1,25 \text{ кН/см}^2$ и $+1,55 \text{ кН/см}^2$

3. С фланцем и заниженной пролетной частью на 10 мм		В поясах и стенках у стыка появляются напряжения соответственно величиной до $-1,45 \text{ кН/см}^2$ и $+2,00 \text{ кН/см}^2$
4. С фланцем и заниженной пролетной частью на 20 мм		В поясах и стенках у стыка появляются напряжения соответственно величиной до $-1,25 \text{ кН/см}^2$ и $+1,55 \text{ кН/см}^2$
5. С фланцем и завышенной пролетной частью на 10 мм		В поясах и стенках у стыка появляются напряжения соответственно величиной до $-2,05 \text{ кН/см}^2$ и $+3,45 \text{ кН/см}^2$
6. С фланцем и завышенной пролетной частью на 20 мм		В поясах и стенках у стыка появляются напряжения соответственно величиной до $-2,00 \text{ кН/см}^2$ и $+2,90 \text{ кН/см}^2$

\*Примечание: на рисунках 2–6 фланцы не показаны.

При отсутствии отклонений по длине частей балок в узле они стыкуются без смещения и не изменяют картины полей основных напряжений в поперечных сечениях профиля ( $\sigma_x$  и  $\tau$ ), вызывают появление незначительных по величине нормальных напряжений в продольных сечениях балки ( $\sigma_y$ ) вблизи фланца.

Наличие незначительных отклонений длины частей балок, допущенных при их изготовлении, приводит к смещению частей балки в стыке и заметному изменению картины полей напряжений в сечениях их элементов вблизи стыка, но не превышающих максимальных величин, действующих в балке.

При суммарном отклонении длин частей балки, превышающем допускаемую величину, картина основных напряжений в элементах сечения балки вблизи фланца изменяется еще больше и приводит к появлению в зонах верхних угловых закруглений стенок консольной части балки (у фланца) и нижних угловых закруглений – для заниженной пролетной части балки (узел 4) касательных напряжений, приблизительно на 55

и 35 % соответственно *превышающих максимальные, действующие в балке*. В зонах верхних и нижних угловых закруглений стенок консольной части балки с повышенной пролетной частью (узел 6) тоже около фланца касательные напряжения примерно на 50 % *превышают максимальные*.

Расчетом также установлено, что изменение толщины фланца от 12 до 20 мм не сказывается на картине напряжений опытных узлов. Уменьшение толщины граней профиля балки в два раза подтвердило некоторое влияние на изменение повышенных касательных напряжений в угловых зонах сечений балок с запредельными отклонениями их по длине около фланца (узлы 4 и 6э).

#### Заключение

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что при неточности геометрических размеров (длины) ригеля или отклонения колонн от вертикали рассмотренное конструктивное решение стыка ригеля с наклонным фланцем возможно к применению при условии выдержки оптимального угла наклона фланца в пределах  $50-70^\circ$  и смещения по высоте пролетной части балки  $\pm 20 \text{ мм}$ .

#### Список литературы

1. Балтага, А. С. Сварной монтажный стык стальной балки с обним наклонным фланцем / А. С. Балтага, А. Н. Степаненко // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса : материалы Международной научно-практической конференции. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2021. – Вып. 21. – С. 14–17.
2. Алпеева, Т. В. Оценка напряженно-деформированного состояния и надежности сварных швов фермы из трубчатых элементов / Т. В. Алпеева // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : материалы VIII Международной научно-технической конференции : в 2 ч. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2011. – С. 301–304.
3. Марутян, А. С. Легкие металлоконструкции из перекрестных ферм типа «ПЯТИГОРСК-2» / А. С. Марутян, В. С. Кобаля // Современная наука и инновации. – 2014. – Вып. 2. – С. 27–35.
4. Чернявский, О. С. Применение труб при проектировании объектов криволинейной геометрии / О. С. Чернявский // IV Международный студенческий строительный форум : сборник докладов к 65-летию БГТУ им. В. Г. Шухова : в 2 т. – Белгород, 2019. – С. 182–187.
5. Антипов, В. Н. Влияние смещения кромок шва на долговечность дефектного участка магистрального нефтепровода / В. Н. Антипов, В. В. Прокофьев, В. М. Стояков, В. Н. Чепурский // Известия высших учебных заведений. – 1997. – № 4. – С. 39–43.
6. Кудрявцева, С. П. Модульное строительство образовательных учреждений / С. П. Кудрявцева, Н. С. Долотказина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2017. – № 1 (19). – С. 5–17.

7. Тишков, Н. Л. Оптимальное усилие предварительного напряжения болтов во фланцевом стыке / Н.Л. Тишков, А.Н. Степаненко, А.В. Белов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. № 1 (31). С. 8-11.
8. Тишков, Н. Л. Действительное (абсолютное) удлинение растянутого болта / Н. Л. Тишков, А. Н. Степаненко, А. В. Белов, А. А. Иодчик // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 1 (35). – С. 8–11.
9. Металлические конструкции : учеб. для вузов / под ред. Ю. И. Кудишина. – М. : Академия, 2007. – С. 73.
10. Чарикова, И. Н. Математическое моделирование при проектировании балочной площадки / И. Н. Чарикова, М. Н. Шевченко // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании : сборник материалов Международной научной конференции / отв. ред. Т. И. Квитка, И. П. Молчанова. – Москва, 2015. – С. 335–340.
11. Медведев, А. В. Механизмы усталостного разрушения сварных соединений / А. В. Медведев, Н. Ю. Филимонов // Техника и технология современных производств : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 2019. – С. 67–74.
12. Марутян, А. С. Разработка и исследование управляемых металлических конструкций нового поколения / А. С. Марутян // Строительная механика и расчет сооружений. – 2011. – № 5 (238). – С. 75–83.

© А. В. Белов, А. Н. Степаненко

**Ссылка для цитирования:**

Белов А. В., Степаненко А. Н. О напряженном состоянии элементов балки коробчатого сечения вблизи стыка с наклонным фланцем // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 14–19.

УДК 624.071.22:531.62  
DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-19-23

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОПЕРЕЧНОГО УДАРА

*Д. А. Тарасов*

**Тарасов Денис Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация и управление», Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Российская Федерация; e-mail: den517375@ya.ru

Объектом исследования выступают основные силовые элементы, обеспечивающие при кратковременном динамическом воздействии общую прочность конструкции таких механических систем, как противотаранные устройства. Предметом исследования является методика моделирования напряженно-деформированного состояния рассматриваемых элементов, учитывающая упругопластическую работу материала. Основана на положениях сопротивления материалов, математического моделирования, закона сохранения энергии, а также аппарате интегрального и дифференциального исчисления функций одной или нескольких переменных. Дает возможность определять истинное распределение напряжений и деформаций по длине изгибаемых элементов, вызванное поперечным ударом с учетом реальных свойств материала. Может найти применение на этапе проектирования противотаранных устройств, выполненных в виде шлагбаума.

**Ключевые слова:** изгибаемый элемент, удар, пластические деформации, физическая нелинейность, напряжения, перемещения, прогибы.

## NUMERICAL SIMULATION OF THE OPERATION OF BENDING ELEMENTS IN THE ELASTIC-PLASTIC REGION UNDER THE ACTION OF A TRANSVERSAL IMPACT

*D. A. Tarasov*

**Tarasov Denis Aleksandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the "Automation and Control Department", Penza State Technological University, Penza, Russian Federation; e-mail: den517375@ya.ru

The object of the study is the main power elements that provide, with a short-term dynamic impact, the overall structural strength of such mechanical systems as anti-ram devices. The subject of the study is a technique for modeling the stress-strain state of the elements under consideration, taking into account the elastic-plastic work of the material. It is based on the provisions of the strength of materials, mathematical modeling, the law of conservation of energy, as well as the apparatus of integral and differential calculation of functions of one or more variables. It makes it possible to determine the true distribution of stresses and deformations along the length of the bent elements caused by transverse impact, taking into account the real properties of the material. It can be used at the design stage of anti-ram devices made in the form of a barrier.

**Keywords:** bending element, impact, plastic deformations, physical nonlinearity, stresses, deflections.

### Введение

Для обеспечения защиты транспортных проездов, а также контрольно-пропускных пунктов особо важных объектов, таких как атомные электростанции, аэропорты, объекты инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта, предприятия с опасными производствами, используют противотаранные устройства, различного конструктивного исполнения

[1, 2]. Применение данных устройств является обязательным компонентом комплекса мер по физической защите объектов, повреждение которых в результате таранного удара транспортным средством может нанести значительный ущерб в масштабах всей страны [3].

Наиболее широко внедрение на действующих объектах нашли противотаранные устрой-