

*Баязитова Ю.А.,
студент магистратуры
2 курс, институт «Строительства и архитектуры»
УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина
Россия, г. Екатеринбург*

СЛУЧАИ ПРИМЕНЕНИЯ РАМНЫХ КАРКАСОВ ИЗ ДВУТАВРОВ С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются основное определение гофрированных конструкций, их виды, основные достоинства и недостатки, а также различные реализованные случаи применения двутавров с гофрированной стенкой в современном строительстве, дается их сравнение со стандартными двутавровыми балками. Показано, что использование двутавров с гофрированной стенкой имеет ряд преимуществ по сравнению с двутаврами с плоской стенкой. Несущая способность балки с гофростенкой в целом выше, чем в стандартной двутавровой балке.*

***Ключевые слова:** двутавры с гофрированной стенкой, рамные каркасы, син-балка, применение гофрированных балок, современное строительство.*

***Annotation:** This article discusses the basic definition of corrugated structures, their types, main advantages and disadvantages, as well as various realized cases of using I-beams with a corrugated wall in modern construction, their comparison with standard I-beams. It is shown that the use of I-beams with corrugated wall has several advantages compared to I-beams with a flat wall. The load-bearing capacity of a beam with a corrugated wall is generally higher than in a standard I-beam.*

***Key words:** corrugated I-beams, frames, SIN-beam, the use of corrugated beams, modern construction.*

Введение

Двутавры с гофрированной стенкой (или волнистые син-балки) - это конструкция, состоящая из поясов произвольного сечения и изогнутой (гофрированной) металлической стенки, которая выполняет функцию поперечных ребер, тем самым обеспечивая местную устойчивость стенки.

Различают следующие виды гофрировки (рис. 1):

- прямоугольные;
- трапециевидные;
- треугольные;
- волнистые (синусиодальные).

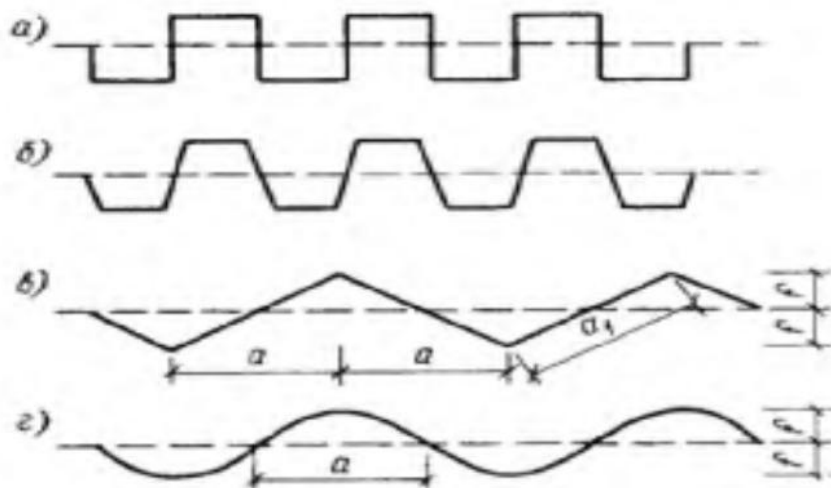


Рис. 1. Виды гофрировки стенок

a - прямоугольная; б - трапециевидная; с - треугольная; d – синусиодальная

Пояса данных балок изготавливаются, как правило, из прокатной стали прямоугольного сечения, но также имеют место быть сечения гнутых электросварных труб и железобетонных элементов.

Конструкции из двутавров с гофрированными стенками находят свое применение в качестве несущих конструкций перекрытий зданий и сооружений (рис. 2.), подкрановых балок, кран – балок и элементов мостовых кранов.



Рис. 2. Рамный каркас из двутавров с гофрированной стенкой

Ввиду отсутствия всестороннего исследования и наличия необходимой нормативной литературы использование двутавров с гофрированными стенками, на данный момент, ограничено.

Основными достоинствами гофрированных конструкций являются:

- большая жесткость по сравнению с конструкциями, имеющими плоские стенки того же сечения;
- меньший расход стали (ввиду применения тонколистового проката и уменьшения количества поперечных ребер) и, как следствие, малый собственный вес, что позволяет перекрывать пролеты до 40 м;
- несмотря на сложность выполнения поясных сварных швов, соединяющих стенку и пояса, трудозатраты на 12-15% меньше трудозатрат при выполнении составных двутавров с плоской стенкой;
- автоматизация процессов сборки позволяют сократить дорогой и долгий предварительный процесс сборки и сварки гофро-балок;
- энергосбережение и меньшие теплотери. При использовании обычных ферм требуется обогревать дополнительное пространство, занятое

металлоконструкциями, из-за значительной высоты самой фермы. В технологии гофрированных балок данный недостаток исключен;

- оригинальный внешний вид позволяет использовать такие конструкции в качестве архитектурных элементов, однако оседающая на гофрах пыль и грязь уменьшает экологичность помещения и эстетический вид.

Если говорить о недостатках, то можно отметить такие пункты, как:

- повышенные затраты на изготовление гофрированных конструкций ввиду высокой стоимости оборудования и разрешения для производства;

- вследствие меньшей прочности при работе на сжатие не рекомендуется использовать двутавры с гофрированной стенкой в качестве колонн;

- затруднения при проектировании из-за отсутствия сведений в нормативной литературе.

Начало применения гофрированных балок в строительстве

Широкое применение гофрированные конструкции получило только в последние годы. Это обусловлено тем, что до появления сварочных роботов и автоматизации процессов гибки и подачи металла производство волнистых син-балок было крайне трудозатратным. Так как качество конструкций при производстве вручную оставляло желать лучшего, то производили балку с треугольной формой сечения.

Свое начало гофрированные балки берут еще со времен СССР, с 30-х годов 20 века. Но ввиду того, что процессы и технологии металлообработки были примитивными, то первые гофробалки были деревянные. Первые упоминания появляются только в 1960-х годах. В 1963 г. была опубликована работа Г.А. Ажермачева [5], в котором он высказал предполагаемые причины повышенной жесткости гофробалок по сравнению с балками с плоской стенкой. Примерно в это же это же время в Европе были применены двутавры с гофростенкой в качестве элементов рамных каркасов. Два десятилетия спустя их начали применять еще и в строительстве мостов. В 80-е годы прошлого века европейский опыт начала перенимать Япония. Упоминания о стальной

гофробалке в США датированы мартом 1970. Тогда же и был зарегистрирован первый патент.

Первые сооружения с использованием волнистой син-балки были построены в Европе. Обусловлено это тем, что именно здесь была произведена первая автоматизированная линия по производству волнистой балки.

В 1998 г. компания «Метро» открывала в Польше под Катовице свой первый торговый центр на 55 тыс. кв.м. Она объявила тендер, главным условием которого было завершение работ до 15 ноября – компания «Метро» хотела открыть магазин до Рождественских праздников. Подрядчик должен был построить магазин за 3 месяца, а противном случае его ждали большие штрафные санкции, которые покрыли бы убытки владельцам компании «Метро» от упущенных рождественских продаж. Общий вес строительных конструкций составил 2100 тонн. Тендер выиграла австрийская компания Zeman, предложив использование своих запатентованных гофробалок, которые позволили снизить вес конструкции на 700 тонн, то есть до 1400 вместо 2100 тонн.

Первые отечественные конструкции из двутавров с гофрированными стенками появились в 1987 году. Это были конструкции «Алма-Ата», которые представляли собой рамные каркасы отапливаемых одно- и двухпролетных одноэтажных зданий пролетами 18 метров. В однопролетных рамах гофробалки были представлены ригелями, а стойки - двутаврами с параллельными гранями полок (рис. 3).

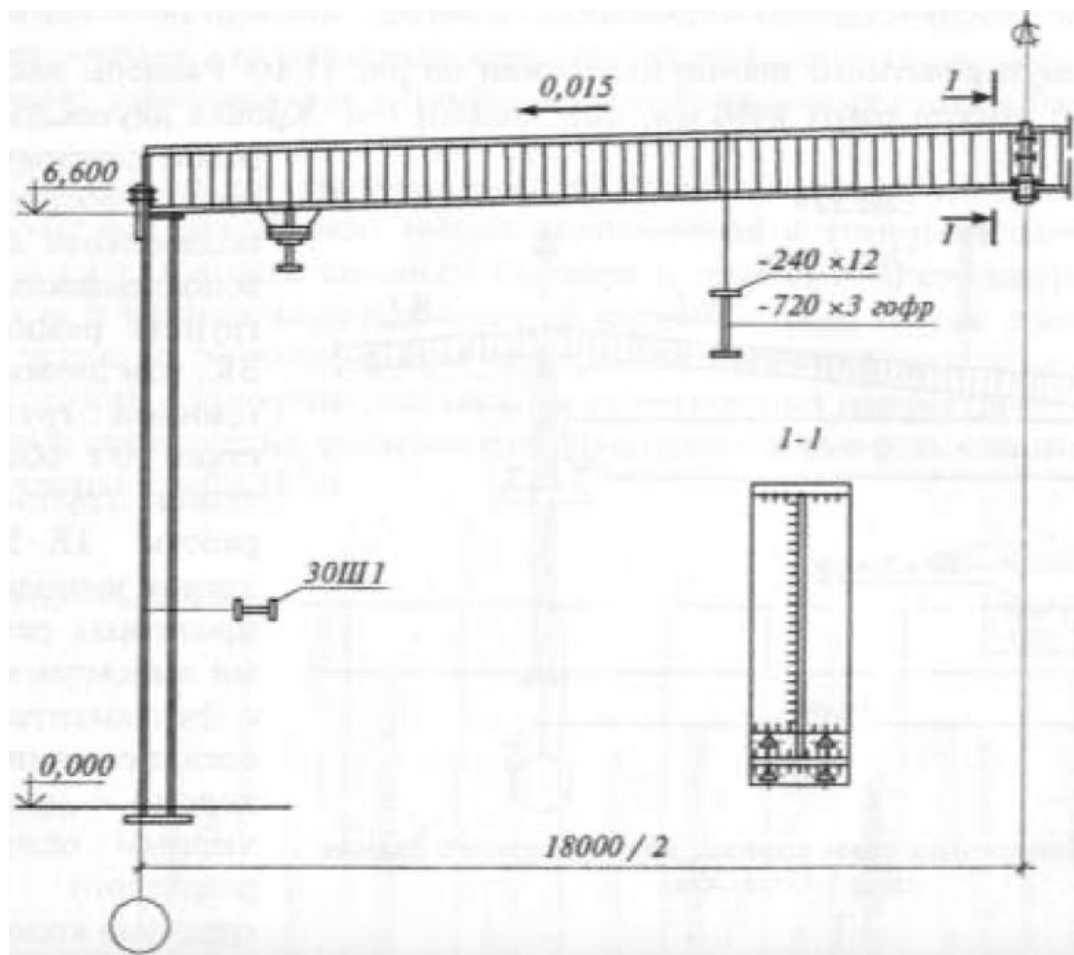


Рис. 3. Поперечная рама каркаса однопролетного здания типа «Алма – Ата»

В двухпролетных рамных конструкциях типа «Алма – Ата» ригели выполнены из гофро-балок с поперечным гофрированием стенок, а стойки – из сварных двутавров с продольно гофрированной стенкой (рис. 4).

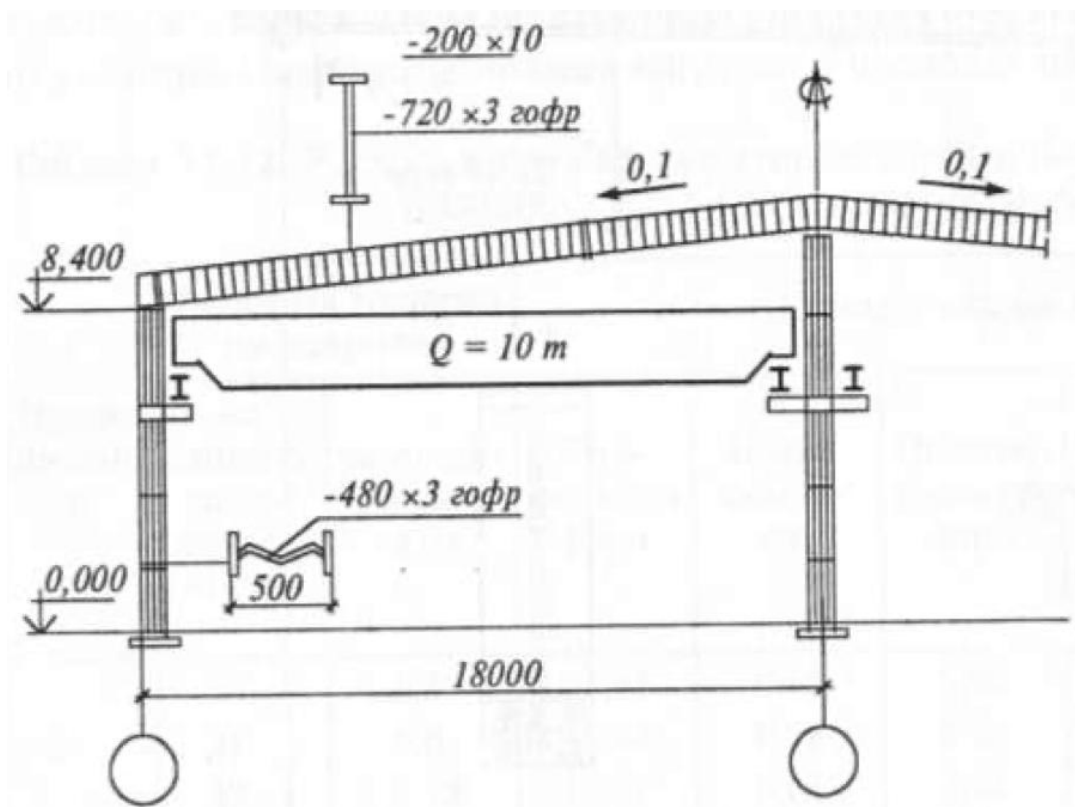


Рис. 4. Поперечная рама каркаса двухпролетного здания типа «Алма – Ата»

Современное применения гофрированных балок

В СНГ лидером по производству гофрированных балок является Украина, несмотря на то, что там только одно предприятие оснащено линией по производству волнистых балок. Двутавры с гофрированной стенкой используют в строительстве промышленных объектов, складов, цехов, АЗС, объектов сельского хозяйства. Успех данного предприятия состоит в том, что они самостоятельно осуществляет проектирование, изготовление металлоконструкций и их монтаж.

С 1986 по 2006 годы Казахским институтом ЦНИИП Проектстальконструкция были реализованы такие проекты, как аэропорт Ашхабада, здание мясокомбината в г. Алматы, здание торгового центра, жилой 9-этажный дом, ангар для самолетов, разработаны подкрановые балки для склада сырья цементного завода, эстакады трубопроводов, купольная конструкция офисного 11-ти этажного здания и т.д. За 30 лет двутавры с гофрированной

стенкой были применены Институтом Проектстальконструкция в более 240 проектов.

На рис. 5 представлен 14-этажный жилой дом в г. Алматы нулевых годов постройки с треугольной гофробалкой.



Рис. 5. Рамный каркас 14-этажного жилого дома в г. Алматы с применением двутавров с гофрированной стенкой

Промышленное здание в г. Алматы пролетом 15 м и высотой 17 м (рис. 6). Балки перекрытия и колонны высотой сечений 500 мм и толщиной стенки 3 мм.



Рис. 6. Рамный каркас промышленного здания в г. Алматы с применением двутавров с гофрированной стенкой

Широкое распространение гофрированные балки получили в мостостроении, что можно объяснить меньшей массой и высокими несущими характеристиками конструкции.

Впервые они были применены при строительстве автомобильного моста «Cognac bridge» во Франции в 1986 году, затем последовали мосты «Val de Maure Viaduct» (Франция, 1987), «Parc Asterix Bridge» (Франция, 1989) и «Dole Bridge» (Франция, 1995).

Подобные же мосты были построены и в Японии «Shinkai Bridge» в 1993 г., «Matsunoki №7» в 1995 г., «Hondani Bridge» в 1997 г. и «Yahagigawa bridge» в 2005 г. (рис. 7).





Рис. 7. Мост Yahagigawa bridge в Японии

Двухъяры с гофрированной стенкой в настоящее время применяются при строительстве:

- производственных цехов (рис. 8-10);
- сельскохозяйственных зданий (рис. 11-12);
- гражданских зданий и торговых помещений (рис. 13-14);
- спортивных сооружений (рис. 15-16.).

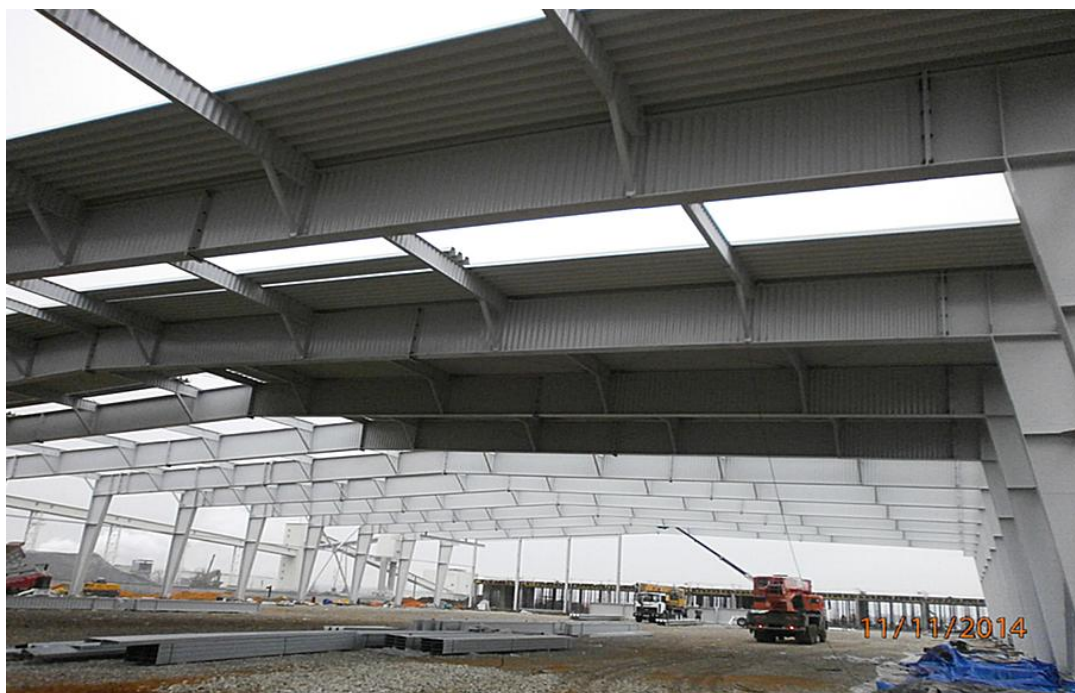
Рис. 8. Завод по производству лекарственных средств Озон в г. Тольятти (площадь 13000 м², вес конструкций 1700 т)



Рис. 9. Завод по производству глиняного кирпича



Рис. 10. Завод по строительных смесей KNAUF в г. Новомосковск,



Тульская обл., Россия (пролет составляет 54 м)



*Рис. 11. Овощехранилище в с. Мартусовка, Киевской обл., Украина
(площадь 42000 м², вес конструкций 1550 т)*

Рис. 12. Холодильный склад для хранения молочных продуктов



*Рис. 13. Торговый центр «Мир стекла» в г. Уральск, Республика
Казахстан*



*Рис. 14. Ресторан «Юрта» в пос. Заречный-1, Актюбинская обл., Республика
Казахстан*



Рис. 15. Объекты Олимпийского парка в г. Сочи, Россия



Рис. 16. Теннисный корт в г. Кременчуг, Полтавская обл., Россия

Заключение

На основании приведенного аналитического обзора можно выделить основные такие преимущества использования двутавров с гофрированной стенкой, как снижение металлоемкости на основе более рационального распределения материала конструкции и уменьшения толщины стенки, увеличение прочности и жесткости конструкции по сравнению с обычной балкой и уменьшение трудозатрат. Дорогое оборудование для производства гофрированных балок, меньшая прочность на сжатие и недостаточное количество нормативной литературы не позволяет использовать гофробалки повсеместно.

Проанализировав область применения гофрированных двутавров, можно сделать вывод о том, что данные конструкции используются преимущественно в производственных зданиях небольшой этажности, а также на объектах административного назначения (спортивные объекты, торговые центры). Преобладающее количество гофрированных рамных каркасов находятся на территории Республики Казахстан, Украины и стран Европы. После того как удастся снизить затраты на производство гофробалок и появится техническая документация, можно будет думать об их более широком применении, в том числе и в жилом строительстве, и на территории России в общем.

Библиографический список:

1. Т.Л. Дмитриева, Х. Уламбаяр. Использование балок с гофростенкой в современном проектировании // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 4. С. 132...138.
2. Никулина О.В., Наумцев В.В. Применение балок с гофрированной стенкой в рамных конструкциях: материалы Всероссийской научно – методической конференции. Оренбургский государственный университет. 2017.
3. Заборова Д.Д., Дунаевская Ю.П. Преимущества и особенности применения гофробалки в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 7(22). С. 36-53.

4. Кацеф, В. И. Балки с тонкой гофрированной стенкой как инструмент повышения эффективности строительства / В. И. Кацеф. —// Молодой ученый. — 2019. — № 28 (266). — С. 55-57.

5. Ажермачев Г.А. Балки с волнистыми стенками // Промышленное строительство, 1963, № 4. С. 54-56.

6. Брянцев А.А., Абсиметов В.Э., Лалин В.В. Эффективность применения двутавров с гофрированными стенками в производственных зданиях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 3 (54). С. 93-104.

7. Радионов Д.Г. Современные типы рамных конструкций, используемые при проектировании одноэтажных производственных зданий // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2016. № 6 (122). С. 92-98.

8. Жиенбаева А.Т., Хван К.Р., Брянцев А.А. История развития гофрированных балок // Актуальные научные исследования в современном мире. 2016. № 10-3 (18). С. 6-8.

9. Кузин В.Н., Фролов К.А. Балка с гофрированной стенкой // Аллея науки. 2018. Т. 1. № 8 (24). С. 134-139.