



ISSN 1993-3495 online

СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2022, ТОМ 18, НОМЕР 1, 15–25

УДК 692.41:692.232.7

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ОГРАЖДАЮЩИХ КРОВЕЛЬНО-ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

В. А. Мазур¹, А. М. Югов²

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.

E-mail: ¹ v.a.mazur@donnasa.ru, ² a.m.yugov@donnasa.ru

Получена 17 февраля 2022; принята 25 марта 2022.

Аннотация. Планомерное развитие строительно-технической отрасли и программного обеспечения для проектирования привели к созданию уникальных зданий и сооружений со сложной геометрической формой, в которых отсутствует четкая граница между стеной и кровлей. Подобные конструктивные решения относятся к ограждающим кровельно-фасадным системам. Необходимость совмещения конструктивных решений сразу по двум принципиально разным ограждающим конструкциям – кровлям и фасадам (стенам) приводит к ошибкам уже на стадии проектирования и, как следствие, к увеличению стоимости строительства. В отечественной практике проектирования отсутствуют не только рекомендации по проектированию и устройству кровельно-фасадных систем, но и классификации подобных конструкций. Целью исследований является разработка комплексной классификационной структуры и общих конструктивных рекомендаций по проектированию и устройству ограждающих кровельно-фасадных систем, которые позволят не только повысить качество проектирования, но и существенно сократить сроки проектирования уникальных здания и сооружений с подобными конструктивными решениями.

Ключевые слова: кровельно-фасадная система, комплексная классификация, конструктивные решения, криволинейные формы, рекомендации по проектированию.

КЛАСИФІКАЦІЙНА СТРУКТУРА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ ПОКРІВЕЛЬНО-ФАСАДНИХ СИСТЕМ

В. О. Мазур¹, А. М. Югов²

ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,

2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.

E-mail: ¹ v.a.mazur@donnasa.ru, ² a.m.yugov@donnasa.ru

Отримана 17 лютого 2022; прийнята 25 березня 2022.

Анотація. Планомірний розвиток будівельно-технічної галузі та програмного забезпечення для проектування сприяли створенню унікальних будівель і споруд зі складною геометричною формою, в яких відсутня чітка межа між стіною і покрівлею. Подібні конструктивні рішення відносяться до огороджувальних покрівельно-фасадних систем. Необхідність поєднання конструктивних рішень відразу з двох принципово різних огороджувальних конструкцій-покрівлях і фасадах (стінах) призводить до помилок вже на стадії проектування і, як наслідок, до збільшення вартості будівництва. У вітчизняній практиці проектування відсутні не тільки рекомендації з проектування і влаштування покрівельно-фасадних систем, але і класифікації подібних конструкцій. Метою досліджень є розробка комплексної класифікаційної структури і загальних конструктивних рекомендацій з проектування і влаштування огороджувальних покрівельно-фасадних систем, які дозволять не тільки підвищити якість проектування, але і істотно скоротити терміни проектування унікальних будівель і споруд з подібними конструктивними рішеннями.

Ключові слова: покрівельно-фасадна система, комплексна класифікація, конструктивні рішення, криволінійні форми, рекомендації з проектування.

CLASSIFICATION STRUCTURE OF ENCLOSING ROOFING AND FACADE SYSTEMS

Viktoriia Mazur¹, Anatoly Yugov²

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.*

E-mail: ¹ v.a.mazur@donnasa.ru, ² a.m.yugov@donnasa.ru

Received 17 February 2022; accepted 25 March 2022.

Abstract. The systematic development of the construction and technical industry and design software have led to the creation of unique buildings and structures with a complex geometric shape, in which there is no clear boundary between the wall and the roof. Similar design solutions relate to enclosing roofing and facade systems. The need to combine design solutions for two fundamentally different enclosing structures at once – roofs and facades (walls) leads to errors already at the design stage, and, as a result, to an increase in the cost of construction. In domestic design practice, there are not only recommendations for the design and installation of roofing and facade systems, but also the classification of such structures. The purpose of the research is to develop a comprehensive classification structure and general design recommendations for the design and installation of enclosing roof and facade systems, which will not only improve the quality of design, but also significantly reduce the time of projecting unique buildings and structures with similar design solutions.

Keywords: roof-facade system, complex classification, structural solutions, curved shapes, design recommendations.

Введение

Внедрение в практику проектирования современного программного обеспечения на основе технологии BIM, планомерное развитие строительной-технической отрасли позволяют проектировать и возводить уникальные инженерные и строительные объекты со сложной криволинейной геометрической формой, в которых отсутствует четкая граница между стеной и кровлей. Конструктивные решения подобных кровельно-фасадных систем в каждом конкретном случае разрабатываются с учетом целого комплекса факторов и условий, в числе которых требования к пожарной безопасности и устойчивости конструкций, принципы надежности и долговечности, экономного расходования строительных материалов. Особенностью проектирования кровельно-фасадных систем является необходимость совмещения конструктивных реше-

ний сразу к двум принципиально разным ограждающим конструкциям – кровлям и фасадам (стенам). В отечественной практике отсутствуют не только рекомендации по проектированию и устройству подобных систем, но и классификации подобных конструкций, что приводит к ошибкам уже на стадии проектирования и, как следствие, к увеличению стоимости строительства. Комплексная классификация и общие конструктивные рекомендации по проектированию и устройству ограждающих кровельно-фасадных систем позволят существенно сократить сроки не только проектирования, но и строительства зданий и сооружений с подобными конструктивными решениями.

Поэтому целью исследования является создание комплексной классификационной структуры и общих конструктивных рекомендаций по проектированию и устройству ограждающих кровельно-фасадных систем.

Анализ опыта проектирования

Современные здания и сооружения, при возведении которых выполняются ограждающие кровельно-фасадные системы, относятся к уникальным строениям, при проектировании и возведении которых, помимо нормативных рекомендаций, используются нестандартные подходы и решения, а также разработанные производителями и поставщиками материалов и конструкций рекомендации по их применению.

Большинство исследований ведущих ученых строительной отрасли посвящены разработкам в области конструктивно-технологических решений отдельных ограждающих конструкций. Так, исследованию рациональных конструктивных решений навесных вентилируемых фасадов и утеплению зданий посвящены труды Н. И. Ватина, В. Г. Гагарина [12, 16], П. В. Монастырева [13], Н. П. Умняковой [21], Т. Schrepfer и множества других ученых. Конструктивно-технологические варианты устройства кровель исследовали ученые: В. Б. Белевич, О. О. Литвинов, М. В. Панасюк [15], В. И. Теличенко и многие другие. Изучением криволинейных геометрических форм зданий и сооружений занимались С. Н. Кривошапка [14], В. Н. Иванов [11], Ghazaleh Toutounchi Ghadim [18] и другие.

Анализ зарубежной практики проектирования и строительства зданий и сооружений с криволинейными сложными формами показал, что в большинстве случаев проектные конструктивные решения принимаются индивидуально, а все попытки классификации кровельно-фасадных систем сводятся к классификации геометрических форм зданий или сооружений [17–20, 22].

Анализ отечественных строительных норм и правил проектирования [1–10], а также европейских требований к проектированию показал, что в практике проектирования используются классические подходы к классификации и проектированию конструкций, отдельно для фасадных и отдельно для кровельных систем. Вопросы общих конструктивных решений для ограждающих кровельно-фасадных систем практически не рассматриваются, вследствие чего комплексная классификационная структура и общие конструктивные рекомендации по проектированию и устройству ограждающих кровельно-фасадных систем на данном этапе развития строительной отрасли остро необходимы.

Основной материал

Для построения классификационной структуры кровельно-фасадных систем используется факетный метод классификации (табл.):

1. Классификация по геометрической форме:
 - 1.1. Криволинейные (рис. 1а).
 - 1.2. Прямолинейные (рис. 1б).



Рисунок 1. Примеры геометрических форм кровельно-фасадных систем (Источник заимствования – ресурсы мировой Сети): а) конференц-центр «Клайд Аудиториум» г. Глазго, Шотландия; б) жилой комплекс «Айсберг», г. Орхус, Дания.

2. Классификация по пространственной форме:
 - 2.1. Выпуклые.
 - 2.2. Вогнутые.
 - 2.3. Волнообразные.
 - 2.4. Плоские.
3. Классификация по схеме развертки кровельно-фасадной системы:
 - 3.1. Вертикальная (характерна для многоэтажных зданий) (рис. 2а).
 - 3.2. Горизонтальная (характерна для малоэтажных зданий, развернутых в плане) (рис. 2б).
 - 3.3. Комбинированная.
4. Классификация по уклону системы:
 - 4.1. С постоянным углом наклона (рис. 3а).
 - 4.2. С переменным углом наклона (рис. 3б).

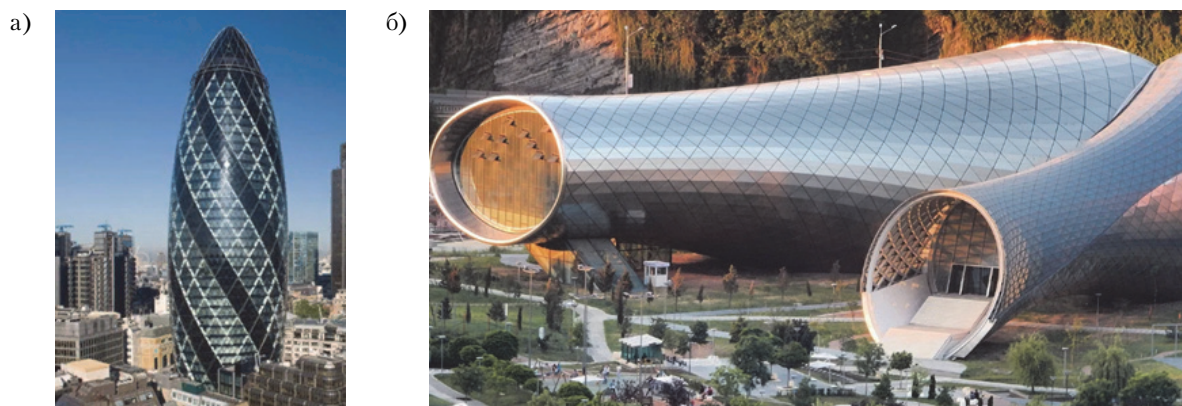


Рисунок 2. Примеры схем развертки кровельно-фасадных систем (Источник заимствования – ресурсы мировой Сети): а) небоскреб Мэри-Экс, г. Лондон, Британия; б) культурный комплекс в парке Рике, г. Тбилиси, Грузия.



Рисунок 3. Примеры уклона кровельно-фасадных систем (Источник заимствования – ресурсы мировой Сети): а) жилой комплекс Wave, г. Вейле, Дания; б) центр им. Г. Алиева, г. Баку, Азербайджан.

5. Классификация по расположению конструкций системы:
 - 5.1. Навесная.
 - 5.2. Со сплошным опиранием.
 - 5.3. Комбинированная.
6. Классификация по способу крепления слоев системы:
 - 6.1. Сборная (каждый слой крепится механически).

6.2. Соединённая (слои склеиваются между собой).

7. Классификация по типу каркаса:

7.1. Модульная (система состоит из префабричных элементов, устанавливаемых на специальных кронштейнах на основании).

7.2. Фахверковая (система состоит из каркаса, устанавливаемого на основание, и закрепленных на нем на отnose слоев системы).

7.3. Ригельная (система состоит из каркаса, устанавливаемого на основание, и слоев системы, встраиваемых в него, тем самым создавая единую систему).

7.4. Бескаркасная (система без собственного каркаса, крепится поэлементно к основанию).

8. Классификация по типу крепления слоев:

8.1. механическое прижимными планками, фиксирующими элементы системы («картины») по всем краям.

8.2. Механическое точечное с использованием зажимов или крепежа, фиксирующих элементы системы («картины») в специальных точках, определенных расчетами.

8.3. Клеевое – полностью или частично приклеенные друг к другу и к основанию слои системы).

9. Классификация по способу крепления верхнего слоя:

9.1. Видимое – с видимыми элементами крепления.

9.2. Скрытое – с невидимыми элементами крепления.

9.3. Комбинированное.

Таблица. Классификационная структура кровельно-фасадных систем

| № | Наименование признака | Фассты | | | |
|----|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|---|----------------------|
| | | выпуклые | вогнутые | волнообразные | прямолинейные |
| 1 | По геометрической форме | криволинейные | | прямолинейные | |
| 2 | По пространственной форме | выпуклые | вогнутые | волнообразные | плоские |
| 3 | По схеме развертки системы | вертикальная | | горизонтальная | |
| 4 | По уклону системы | с постоянным углом | | с переменным углом | |
| 5 | По расположению конструкций | навесная | | со сплошным опиранием | |
| 6 | По способу крепления слоев | сборная (каркасная) | | соединенная | |
| 7 | По типу каркаса | модульная | фахверковая | ригельная | бескаркасная |
| 8 | По типу крепления слоев | механическое прижимными планками | | механическое точечное | |
| 9 | По способу крепления верхнего слоя | видимос | | скрытос | комбинированнос |
| 10 | По составу системы | однослойная | | многослойная | |
| 11 | По наличию теплоизоляционного слоя | неутепленные | | утепленные | |
| 12 | По возможности вентилиции системы | с вентилируемой воздушной прослойкой | | с регулируемой (замкнутой) воздушной прослойкой | |
| 13 | По способу устройства верхнего слоя | сплошной | | из отдельных элементов | |
| 14 | По светопрозрачности системы | непрозрачный | | светопрозрачаемый | |
| 15 | По виду верхнего декоративного слоя | из штучных материалов | | из рулонных материалов | |
| 16 | По поверхности основания | сплошное | | разреженное (каркасное) | |
| 17 | По материалу основания | бетон | металл | дерево | композитный материал |

10. Классификация по составу системы:
 - 10.1. Однослойная – состоит только из верхнего слоя, выполняющего гидроизоляционные и декоративные функции.
 - 10.2. Многослойная – состоит из двух и более слоев, каждый из которых выполняет свою функцию (паро-, тепло-, гидроизоляция, декоративный слой).
11. Классификация по наличию теплоизоляционного слоя:
 - 11.1. Неутепленные.
 - 11.2. Утепленные.
12. Классификация по возможности вентиляции системы:
 - 12.1. С вентилируемой воздушной прослойкой.
 - 12.2. С регулируемой (замкнутой) воздушной прослойкой, позволяющей вентилировать (заполнять воздухом или инертными газами) кровельно-фасадную систему в определенное время.
 - 12.3. Невентилируемая.
13. Классификация по способу устройства верхнего слоя:
 - 13.1. Сплошной – состоит из соединенных по всем краям в единое целое элементов.
 - 13.2. Из отдельных элементов.
14. Классификация по виду светопрозрачности системы:
 - 14.1. Непрозрачные.
 - 14.2. Светопрозрачные.
15. Классификация по виду верхнего декоративного слоя:
 - 15.1. Из штучных материалов (металлические и композитные кассеты, панели, керамогранитная плитка, деревянный шпон, фальцевые конструкции, битумная черепица).
 - 15.2. Из рулонных материалов (PVC – мембрана, ETFE – мембрана).
 - 15.3. Из prefабричных элементов (изделия из светопрозрачных пластмасс, подушки из ETFE – мембраны, стеклоблоки и стеклопакеты).
16. Классификация по поверхности основания:
 - 16.1. Сплошное основание.
 - 16.2. Разреженное основание (каркасные конструкции).
17. Классификация по материалу основания:
 - 17.1. Бетонные и железобетонные.
 - 17.2. Металлические.

17.3. Деревянные.

17.4. Композитные.

Принципиальное конструктивное решение всех кровельно-фасадных систем заключается в том, что на несущие конструкции с внешней стороны устанавливают и фиксируют все слои. Отличие между системами заключается в различных способах крепления слоев, в материале и геометрии отдельных элементов несущего каркаса, а также в схеме их расположения на поверхности основания, в выборе материалов и конструкций декоративного слоя и способе их крепления к несущему основанию.

В качестве несущего основания под устройство ограждающих кровельно-фасадных систем могут использоваться монолитные железобетонные покрытия, металлические, деревянные и композитные конструкции каркасных зданий или сооружений. В зависимости от материалов и конструктивного решения основания определяется способ опирания конструкций системы: сплошное опирание всех слоев, навесной способ опирания (кровельно-фасадная система крепится на основание через специальные опорные кронштейны) или комбинированный способ (подконструкция и верхние слои крепятся через специальные опорные кронштейны, а тепло-, паро- и ветроизоляционные слои полностью опираются на основание).

Для устройства теплоизоляционного слоя в кровельно-фасадных системах применяются: теплоизоляционные материалы из минеральной ваты, плиты из экструдированного пенополистирола, напыляемый пенополиуретан и их сочетания. При устройстве теплоизоляции необходимо предусмотреть пароизоляционный и ветрозащитный слои для предотвращения проникновения влаги в теплоизоляционные материалы.

Проектирование кровельно-фасадной системы, как правило, выполняется в несколько стадий. Первая стадия заключается в эскизных разработках, которые определяют ее основные классификационные признаки: геометрическую и пространственную форму, и уклон системы. На второй стадии облик здания или сооружения уточняется с учетом архитектурно-эстетических и конструктивных требований к объекту, определяются следующие признаки системы: светопрозрачность и вид верхнего декоративного слоя, количество слоев и необходимость

устройства теплоизоляционного слоя, тип каркаса и способы крепления отдельных слоев. На третьей стадии выполняется привязка кровельно-фасадных конструкций к несущим конструкциям, детализируются узлы и разрабатывается окончательный, полный вариант конструктивного решения кровельно-фасадной системы. При разработке проекта выбираются рациональные в технико-экономическом отношении конструктивные решения с целью снижения материалоемкости и трудозатрат при производстве работ. Кроме того, при проектировании кровельно-фасадных систем рекомендуется учитывать полный жизненный цикл здания или сооружения, включая параметры долговечности, надежности всех, в том числе и несущих конструкций, и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Также необходимо соблюдать дополнительные требования, предусмотрен-

ные соответствующими нормативными документами, которые отражают особенности работы этих конструкций.

Выводы

Разработанная комплексная классификационная структура ограждающих кровельно-фасадных систем позволяет повысить качество проектирования и сократить сроки проектирования уникальных здания и сооружений с подобными конструктивными решениями. Кроме того, приведенные основные конструктивные рекомендации по проектированию и устройству ограждающих кровельно-фасадных позволяют при трехстадийном проектировании проекта выбрать рациональные в технико-экономическом отношении решения для снижения стоимости, материалоемкости и трудоемкости работ.

Литература

1. ГОСТ 33079-2014. Конструкции фасадные светопрозрачные навесные Классификация. Термины и определения = Translucent enclosing structures. Classification. Terms and definitions : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2014 г. № 2040-ст. : введен впервые : дата введения 2015-07-01 / разработан федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН) совместно с проектно-строительной компанией ООО «АлюТерра». – Москва : Стандартинформ, 2017. – 16 с. – Текст : непосредственный.
2. ДБН В.6-220:2017. Покриття будівель і споруд = Coverages of Building and Structures : государственные строительные нормы Украины : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Минрегиона Украины от 06 июня 2017 г. № 139 : взамен ДБН В.2.6-14-97 : дата введения 2018-01-01 / разработан Государственным предприятием «Научно-исследовательский институт строительного производства» совместно с Государственным предприятием «Научно-исследовательский институт строительных конструкций». – Київ : Укрархбудінформ, 2017. – 46 с. – Текст : непосредственный.
3. ДБН В.2.6-33:2018. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією = Constructions of

Reference

1. GOST 33079-2014. Translucent enclosing structures. Classification. Terms and definitions. – Moscow : Standartinform, 2017. – 16 p. – Text : direct. (in Russian)
2. DBN V.6-220:2017. Coverages of Building and Structures. – Kyiv : Ukrarkhbudinform, 2017. – 46 p. – Text : direct. (in Ukrainian)
3. DBN V.2.6-33:2018. Constructions of outward walls with facade heat-insulation Requirements for the design. – Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine, 2018. – 19 p. – Text : direct. (in Ukrainian)
4. SP 17.13330.2017. The roofs. – Moscow : Standartinform, 2021. – 56 p. – Text : direct. (in Russian)
5. SP 345.1325800.2017. Residential and public buildings. Thermal performance design. – Moscow : Standartinform, 2017. – 51 p. – Text : direct. (in Russian)
6. SP 362.132.5800.2017. Fencing structures made of sandwich panels. Design rules. – Moscow : Standartinform, 2017. – 40 p. – Text : direct. (in Russian)
7. SP 363.1325800.2020. Translucent coating and lights of buildings and structures. Design rules. – Moscow : Standartinform, 2017. – 30 p. – Text : direct. (in Russian)
8. SP 426.1325800.2020. The translucent facade of buildings and structures. Design rules. – Moscow : Standartinform, 2020. – 22 p. – Text : direct. (in Russian)
9. SP 429.1325800.2018. Fencing constructions with effective insulation and cladding of thin sheets. Design rules. – Moscow : Standartinform, 2019. – 23 p. – Text : direct. (in Russian)

- outward walls with facade heat-insulation Requirements for the design : державні будівельні норми України : видання офіційне : затверджено та надано чинності Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 02 серпня 2018 р. № 199 : на заміну ДБН В.2.6-33:2008 : надано чинності 2018-12-01 / розроблено Державним підприємством «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 19 с. – Текст : непосредственный.
4. СП 17.13330.2017. Кровли = The roofs : национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 827 : актуализированная редакция СНиП II-26-76 : дата введения 2017-12-01 / разработан Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2021. – 56 с. – Текст : непосредственный.
 5. СП 345.1325800.2017. Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты = Residential and public buildings. Thermal performance design : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 ноября 2017 г. № 1539/пр. : дата введения 2018-05-15 / подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2017. – 51 с. – Текст : непосредственный.
 6. СП 362.132.5800.2017. Ограждающие конструкции из трехслойных панелей. Правила проектирования = Fencing structures made of sandwich panels. Design rules : национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14 ноября 2017 г. N 1538/пр. : введен впервые : дата введения 2018-05-15 / подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2017. – 40 с. – Текст : непосредственный.
 7. СП 363.1325800.2020. Покрытия светопрозрачные и фонари зданий и сооружений. Правила проектирования = Translucent coating and lights of buildings and structures. Design rules : национальный стандарт Российской Федерации :
 10. SP 50.13330.2012. Thermal performance of the buildings. – Moscow : Standartinform, 2013. – 100 p. – Text : direct. (in Russian)
 11. Krivoshapko, S. N.; Ivanov, V. N.; Khalabi, S. M. Analytical Surfaces : Materials on Geometry of 500 Surfaces and Information for Strength Analysis of Thin Shells. – Moscow : Science, 2006. – 544 p. – ISBN 5-02-035747-2. – Text : direct. (in Russian)
 12. Gagarin, V. T.; Guvernyuk, S. V. Problems of determining dynamic loads on the facing layer of hinged facade systems under wind gusts. – Text : direct. – In: *Construction Materials*. – 2018. – № 6. – P. 8–12. (in Russian)
 13. Klychnikov, R. Yu.; Monastirev, P. V.; Yezersky, V. A. Influence of constructive solutions of enclosing structures of residential buildings on the economic efficiency of thermal modernization. – Text : direct. – In: *Questions of modern science and practice. University named after V. I. Vernadsky*. – 2016. – № 4 (62). – P. 143–153. (in Russian)
 14. Krivoshapko, S. N. Cable structures. – Text : direct. – In: *Structural mechanics of engineering structures and facilities*. – 2016. – № 1. – P. 9–22. (in Russian)
 15. Panasyuk, M. V. Roofing materials. Practical guide. – Rostov-on-Don : Publishing House «Feniks», 2005. – 448 p. – ISBN 5-222-07357-X. – Text : direct. (in Russian)
 16. Shlychkova, D. M.; Vatin, N. I. Structured steel sheets. – Text : direct. – In: *Construction of unique buildings and structures*. – 2017. – № 3 (54). – P. 36–46. (in Russian)
 17. Gao, Arthur. Building Skin and details. – China : Liaoning Science and Technology Publishing House, 2011. – 146 p. – Text : direct. (in English)
 18. Ghazaleh Toutounchi Ghadim. Geometry, Form and Structure Relationship in Blob, Liquid and Formless. – North Cyprus, Gazimağusa : Eastern Mediterranean University, 130 p. – Text : direct. (in English)
 19. Chilton, John. Space grid structures. – Oxford : Architectural Press, 2000. – 191 p. – Text : direct. (in English)
 20. Lan, T. T. ; edited by Chen Wai-Fah. Space Frame Structures. Structural Engineering Handbook. – Boca Raton : CRC Press LLC, 1999. – 59 p. – Text : direct. (in English)
 21. Umnyakova, N.; Gandzhuntsev, M. To the determination of heat exchange conditions near the inner surface of walls with reflective thermal insulation from aluminium foil. – Text : direct. – In: *Matec Web of Conferences*. – 2018. – Volume 196. – 6 p. (in English)
 22. MacGinley, T. J. Steel Structures Practical design studies. – 2nd edition. – London : Published by E & FN Spon, 1998. – 198 p. – Text : direct. (in English)

- издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 декабря 2017 г. № 1704/пр. : введен впервые : дата введения 2018-06-23 / подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2017. – 30 с. – Текст : непосредственный.
8. СП 426.1325800.2020. Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования = The translucent facade of buildings and structures. Design rules : национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. N 896/пр. : введен впервые : дата введения 2021-07-01 / подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2020. – 22 с. – Текст : непосредственный.
 9. СП 429.1325800.2018. Конструкции ограждающие с эффективным утеплителем и тонколистовыми облицовками. Правила проектирования = Fencing constructions with effective insulation and cladding of thin sheets. Design rules : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 862/пр. : введен впервые : дата введения 2019-06-26 / подготовлен Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2019. – 23 с. – Текст : непосредственный.
 10. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий = Thermal performance of the buildings : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 265 : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : дата введения 2013-07-01 / подготовлен Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 100 с. – Текст : непосредственный.
 11. Кривошапко, С. Н. Аналитические поверхности : материалы по геометрии 500 поверхностей и информация к расчету на прочность тонких оболочек / С. Н. Кривошапко, В. Н. Иванов, С. М. Халаби. – Москва : Наука, 2006. – 544 с. – ISBN 5-02-035747-2. – Текст : непосредственный.

12. Гагарин, В. Т. Проблемы определения динамических нагрузок на облицовочный слой навесных фасадных систем при ветровых порывах / В. Т. Гагарин, С. В. Гувернюк. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2018. – № 6. – С. 8–12.
13. Клычников, Р. Ю. Влияние конструктивных решений ограждающих конструкций жилых зданий на экономическую эффективность термомодернизации / Р. Ю. Клычников, П. В. Монастырев, В. А. Езерский. – Текст : непосредственный // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2016. – № 4 (62). – С. 143–153.
14. Кривошапко, С. Н. Вантовые структуры / С. Н. Кривошапко. – Текст : непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2016. – № 1. – С. 9–22.
15. Панасюк, М. В. Кровельные материалы. Практическое руководство / М. В. Панасюк. – Ростов-на-Дону : Издательство «Феникс», 2005. – 448 с. – ISBN 5-222-07357-X. – Текст : непосредственный.
16. Шлычкова, Д. М. Структурированные стальные листы / Д. М. Шлычкова, Н. И. Ватин. – Текст : непосредственный // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 3 (54). – С. 36–46.
17. Gao, Arthur. Building Skin and details / Arthur Gao. – China : Liaoning Science and Technology Publishing House, 2011. – 146 p. – Текст : непосредственный.
18. Ghazaleh Toutounchi Ghadim. Geometry, Form and Structure Relationship in Blob, Liquid and Formless / Ghazaleh Toutounchi Ghadim. – North Cyprus, Gazimağusa : Eastern Mediterranean University, 130 p. – Текст : непосредственный.
19. Chilton, John. Space grid structures / John Chilton. – Oxford : Architectural Press, 2000. – 191 p. – Текст : непосредственный.
20. Lan, T. T. Space Frame Structures. Structural Engineering Handbook / T. T. Lan; edited by Chen Wai-Fah. – Boca Raton : CRC Press LLC, 1999. – 59 p. – Текст : непосредственный.
21. Umnyakova, N. To the determination of heat exchange conditions near the inner surface of walls with reflective thermal insulation from aluminium foil / N. Umnyakova, M. Gandzhuntsev. – Текст : непосредственный // Matec Web of Conferences. – 2018. – Volume 196. – 6 p.
22. MacGinley, T. J. Steel Structures Practical design studies / T. J. MacGinley. – 2nd edition. – London : Published by E & FN Spon, 1998. – 198 p. – Текст : непосредственный.

Мазур Виктория Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: совершенствование конструктивно-технологических решений по устройству и капитальному ремонту ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Член Украинской ассоциации по металлическим конструкциям, член Международной ассоциации по пространственным конструкциям, член Украинского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, техническая диагностика строительных конструкций, технология и организация монтажа металлических конструкций, работа металлических конструкций с учетом монтажных состояний.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень щодо влаштування і капітального ремонту огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

Югов Анатолій Михайлович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член Української асоціації з металевих конструкцій, член Міжнародної асоціації просторових конструкцій, член Української спілки з неруйнівного контролю та технічної діагностики. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, технічна діагностика будівельних конструкцій, технологія і організація монтажу металевих конструкцій, робота металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів.

Mazur Victoria – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the arrangement and overhaul of building envelopes of buildings and structures.

Yugov Anatoliy – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of the Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. He is a Member of Ukrainian Association of Metal Construction, Member of the International association of spatial construction, Member of the Ukrainian society under the undestroyed control and technical diagnostics. Scientific interests: the reliability of existing metal structures, technical diagnostics of building designs, technology and management of metal structures erection, stress-strain parameters of metal structures accounting actions during execution.