



ISSN 1993-3495 online

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

2022, ТОМ 18, НОМЕР 2, 61–72

УДК 692.41:692.232.7

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СТРУКТУРА КРОВЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

В. А. Мазур

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.
E-mail: v.a.mazur@donnasa.ru*

Получена 29 апреля 2022; принята 25 мая 2022.

Аннотация. Известно, что основой выбора конструктивного решения кровельных систем зданий и сооружений являются нормативные рекомендации и правила проектирования, основанные на классических классификационных признаках и рекомендациях производителей материалов, которые, как правило, составлены по европейским требованиям. Противоречие некоторых положений приводит к ошибкам при выборе кровельной системы и, как следствие, значительному увеличению стоимости устройства гидроизоляционного покрытия. Кроме того, многообразие геометрических форм и размеров пространственных криволинейных покрытий приводит к необходимости осуществлять выбор с учетом множества других специфических конструктивных особенностей. В отличие от существующих классификаций, в которых деление кровельных систем осуществляется на основе применяемых материалов гидроизоляционного покрытия, способов производства работ или уклона кровли, разработанная комплексная классификация позволяет объединить существующие типы покрытий и учесть все многообразие форм и конструкций при выборе конструктивного решения кровельной системы здания и сооружения с криволинейным покрытием.

Ключевые слова: кровельная система, классификационная структура, конструктивные решения, пространственные криволинейные покрытия.

КЛАСИФІКАЦІЙНА СТРУКТУРА ПОКРІВЕЛЬНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД З ПРОСТОРОВИМИ КРИВОЛІНІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ

В. О. Мазур

*ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.
E-mail: v.a.mazur@domnasa.ru*

Отримана 29 квітня 2022; прийнята 27 травня 2022.

Анотація. Відомо, що основою вибору конструктивного рішення покрівельних систем будівель і споруд є нормативні рекомендації і правила проектування, засновані на класичних класифікаційних ознаках і рекомендаціях виробників матеріалів, які, як правило, складені за європейськими вимогами. Протиріччя деяких положень призводить до помилок при виборі покрівельної системи і, як наслідок, значного збільшення вартості облаштування гідроізоляційного покриття. Крім того, різноманіття геометричних форм і розмірів просторових криволінійних покриттів призводить до необхідності здійснювати вибір з урахуванням безлічі інших специфічних конструктивних особливостей. На відміну від існуючих класифікацій, в яких поділ покрівельних систем здійснюється на основі застосовуваних матеріалів гідроізоляційного покриття, способів виконання робіт або нахилу покрівлі, розроблена комплексна класифікація дозволяє об'єднати існуючі типи покриттів і врахувати все різноманіття форм і конструкцій при виборі конструктивного рішення покрівельної системи будівлі і споруди з криволінійним покриттям.

Ключові слова: покрівельна система, класифікаційна структура, конструктивні рішення, просторові криволінійні покриття.

CLASSIFICATION STRUCTURE OF ROOFING SYSTEMS OF BUILDINGS AND STRUCTURES WITH SPATIAL CURVILINEAR COATINGS

Viktoriia Mazur

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavina Str., Makeyevka, DPR, 86123.
E-mail: v.a.mazur@donnasa.ru*

Received 29 April 2022; accepted 27 May 2022.

Abstract. It is known that the basis for choosing a constructive solution for roofing systems of buildings and structures are regulatory recommendations and design rules based on classical classification criteria and recommendations of manufacturers of materials, which, as a rule, are compiled according to European requirements. The contradiction of some provisions leads to errors when choosing a roofing system and, as a result, a significant increase in the cost of the waterproofing coating device. In addition, the variety of geometric shapes and sizes of spatial curved coatings leads to the need to make a choice taking into account many other specific design features. Unlike the existing classifications, in which the division of roofing systems is carried out on the basis of the waterproofing coating materials used, methods of work or the slope of the roof, the developed comprehensive classification allows you to combine existing types of coatings and take into account all the variety of shapes and structures when choosing a constructive solution for the roofing system of a building and a structure with a curved coating.

Keywords: roofing system, classification structure, structural solutions, spatial curved coatings.

Введение

В современной практике строительства широко используются пространственные криволинейные покрытия, позволяющие не только перекрывать большие пролеты, но и создавать разнообразные геометрические формы кровли, придавая индивидуальность и узнаваемость зданию или сооружению. Область применения таких покрытий довольно широкая: от спортивных сооружений, театров, культурных и торговых центров, до жилых зданий и промышленных сооружений. Кроме того, появились здания и сооружения, в которых отсутствует четкая грань между кровлей и фасадом. Уникальность подобных зданий предопределяет повышенные требования к безопасности не только несущих конструкций, но и ограждающих, в том числе и кровельных систем.

Анализ опыта проектирования

Анализ строительных норм стран бывшего Советского Союза на примерах нормативной документации Украины, Казахстана, Белоруссии и России [1–5] показал их несовершенство в области проектирования и устройства кровель в целом. Так, присутствует путаница в терминологии. Применяемые нормативные термины «покрытие», «крыша», «кровля» дублируют или заменяют друг друга. Например, под понятием «кровельное покрытие» понимают как несущую конструкцию, так и ограждающий верхний гидроизоляционный слой. Необходимо отметить, что в нормативных документах также отсутствует понятие «кровельная система», хотя проектировщики, производители материалов и конструкций, производители работ широко применяют этот термин.

Также в строительных нормах при проектировании кровельных систем отсутствует деление покрытий по геометрической форме (на прямолинейные и криволинейные) не только в части проектирования и конструирования, но и в части технологии производства работ. Хотя, даже интуитивно, понятно, что эти решения должны отличаться.

В рассмотренных доступных европейских нормах проектирования (еврокодах) не найдены рекомендации по проектированию и устройству кровельных систем. Как показал анализ доступных зарубежных научных публикаций, конструктивно-технологические решения принимаются по рекомендациям производителей материалов.

Принципиальные отличия в нормах приводят к существенным ошибкам, допускаемым уже на стадии принятия решения, и к неоправданному увеличению стоимости устройства кровельных покрытий.

Проектированием зданий и сооружений с пространственными кровельными покрытиями, изучением и созданием криволинейных геометрических форм зданий и сооружений занимались Ю. А. Дыховичный [9], П. Г. Еремеев [6] Н. В. Канчели [7], С. Н. Кривошапко [8], Н. М. Кирсанов, И. А. Шерешевский, Л. Ф. Шубин, S. Dong [13], T. J. MacGinley [18], Heino Engel [11], Ghazaleh Toutounchi Ghadim [14] и другие. Учеными созданы классификации кровельных покрытий, основанные на основных конструктивных признаках – геометрической форме (стреле подъема криволинейной конструкций) и конструктивной схеме несущих конструкций покрытия [10, 12, 15–17].

Вопросами совершенствования конструктивно-технологических решений кровельных покрытий и методов их устройства посвящены работы А. Л. Жолобова, О. О. Литвинова, М. В. Панасюк, М. И. Поваляева, Eberhard Schunck, Erich Schild и др. Но в основном все работы в большей степени связаны с совершенствованием технологии конструирования и производства работ кровель прямолинейного очертания.

Многообразие форм криволинейных поверхностей кровельных покрытий зданий и сооружений (например, комбинированная форма искривления поверхности), конструктивные особенности систем оснований покрытия, множе-

ство материалов и конструкций кровельных систем предопределяет необходимость создания комплексной классификации кровельных систем.

Поэтому **целью исследования** является создание комплексной классификационной структуры кровельных систем зданий и сооружений с пространственными криволинейными покрытиями, позволяющей учесть многообразие факторов, формирующих их конструктивные решения.

Основной материал

Проведенные исследования показали необходимость введения новых понятий.

Кровельная система – это сложная многоэлементная конструкция, обеспечивающая не только основные гидро- и теплоизоляционную защиту зданий и сооружений, но и придающая им архитектурную и эстетическую выразительность.

Долговечность кровельной системы – это характеристика комплекса конструкций, определяющая способность выполнять заданные конструктивные (прочность, жесткость и неизменяемость), эксплуатационные (гидро-, теплозащиту) и декоративные функции в течение нормативного срока эксплуатации с требуемым качеством для обеспечения надежности всего здания или сооружения в целом.

Уже на этапе проектирования закладываются основы долговечности и надежности кровельной системы: выбор архитектурной концепции здания или сооружения влечет за собой выбор архитектурно-конструктивного решения здания, от которого зависят основные параметры кровельного покрытия: форма, уклон и размеры в плане. Непосредственно от параметров кровельного покрытия зависит не только конструктивное решение кровли (а значит материалоемкость выбранного решения), но и технология производства работ.

Принимая во внимание существующие принципы построения классификационных структур, принят фасетный метод классификации кровельных систем зданий и сооружений с пространственными криволинейными покрытиями (таблица). Все признаки взаимосвязаны и взаимозависимы, поэтому их ранжирование на главные и

второстепенные требует дальнейших исследований.

Согласно разработанной классификации основными классификационными признаками кровельных систем криволинейных поверхностей являются (таблица):

- 1 – геометрические признаки,
- 2 – конструктивные признаки,
- 3 – признаки несущего основания,
- 4 – признаки кровельной системы,
- 5 – дополнительные признаки.

В целом систему классификационных признаков кровельных систем зданий и сооружений с криволинейными пространственными покрытиями можно представить в виде схемы с взаимосвязанными признаками (рисунок 1).

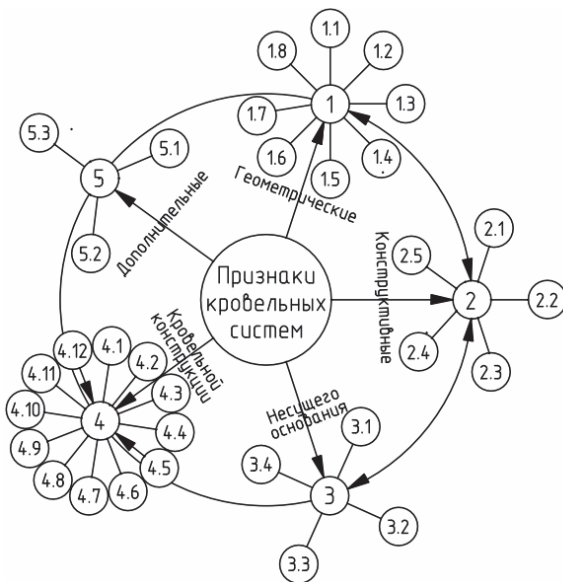


Рисунок 1. Схема классификационных признаков кровельных систем криволинейных покрытий.

1. *Геометрическими признаками* конструкции кровельных систем криволинейных покрытий являются:

- 1.1. Классификация по геометрической форме искривления поверхности: поверхности с нулевой, положительной и отрицательной Гауссовой кривизной, составные поверхности.
- 1.2. По способу образования конструкций покрытия: арками, сводами, оболочками, куполами, висячими покрытиями и составными конструктивными решениями.

К поверхностям с нулевой Гауссовой кривизной можно отнести цилиндрическую, коническую горизонтальную и коноидальную формы покрытий (рисунок 2). Цилиндрические покрытия в строительстве образуются одинаковыми арками с конструкциями покрытия, сводами (волнистыми и цилиндрическими), оболочками нулевой кривизны. Конические и коноидальные покрытия в строительстве, как правило, образуются оболочками.

К поверхностям с положительной Гауссовой кривизной относятся бочарная, тороидальная, сферическая и парусная формы покрытий (рисунок 3).

К поверхностям с отрицательной Гауссовой кривизной относятся формы, образованные гиперболическим параболоидом (гипаром), усеченным однополостным гиперболоидом (воронкообразный и грибообразный) и цилиндрической формы (рисунок 4). Поверхности в строительстве образуются оболочками, вантовыми покрытиями.

К поверхностям с двойкой Гауссовой кривизной относятся поверхности, образованные, например, седловидными мембранами (рисунок 5).

1.3. По форме перекрываемого плана криволинейные покрытия могут иметь круглый, прямоугольный, треугольный, многоугольный равносторонний, многоугольный неравносторонний и сложный (отличающийся от ранее перечисленных) планы.

1.4. По радиусу кривизны криволинейные пространственные покрытия могут быть постоянного (например, бочарные и тороидальные покрытия) и переменного сечения (поверхности, образованные усеченным однополостным гиперболоидом).

1.5. По периодичности профиля покрытия классифицируются на покрытия с периодическим (рисунок 5) и произвольным профилем.

1.6. По профилю стрелы подъема/провеса криволинейные покрытия делятся на системы регулярного, нерегулярного и составного профиля. Примерами регулярной стрелы подъема являются цилиндрические, бочарные, тороидальные и сферические поверхности кровельных покрытий. К покрытиям с нерегулярной стрелой подъема/провеса относятся коноидальные, воронкообразные и грибообразные поверхности. К типу с составным

Таблица. Классификационная структура кровельных систем криволинейных покрытий

№		Наименование признака		Фассты					
Геометрические признаки покрытия									
1.1	По геометрической форме искривления поверхности	нулевой Гауссовой кривизны	положительной Гауссовой кривизны	отрицательной Гауссовой кривизны		двойной Гауссовой кривизны			
		цилиндрическая, коническая горизонтальная, конoidalная	бочарная, тороидальная, сферическая, парусная	гиперболлический параболоид, усеченный однополостной гиперболоид, цилиндрическая		составная			
1.2	По способу образования конструкции покрытия	арка	свод	оболочка	купол	выячес покрытие	составные		
1.3	По форме плана покрытия	круглый	прямоугольный	треугольный	многоугольный равносторонний	многоугольный неравносторонний	сложный		
1.4	По радиусу кривизны покрытия	постоянный						перемежный	
1.5	По периодичности профиля покрытия	периодичный						произвольный	
1.6	По периодичности подьсма/проеса покрытия	регулярная		нерегулярная				составная	
1.7	По уклону покрытия	с постоянным углом						с перемежным углом	
1.8	По количеству волн	одноволновые						многоволновые	
Конструктивные признаки покрытия									
2.1	По стреле подьема	вспарушенная (подьемистая)						пологая	
2.2	По стреле провеса	малая $1/11 \div 1/25$						большая $1/6 \div 1/10$	
2.3	По размеру перекрыаемого пролета (диаметра)	Малые ($< 12\text{м}$)		Средние ($12-36\text{м}$)				Большие ($> 36\text{м}$)	
2.4	По длине пролета	короткие $L/B \leq 1$		Средние $1 < L/B < 2$				Длинные $L/B \geq 2$	
2.5	По количеству пролетов	однопролетные		многопролетные				шпдovsky	
Признаки несущего основания									
3.1	По кинематической подвижности покрытия	подвижные		неподвижные					
3.2	По материалу основания	железобетон		металл		дерево		композитный материал	
3.3	По типу сечения	регулярного						нерегулярного	

№		Наименование признака		Фассты	
3.4		По поверхности основания		разрешенная (каркас)	
		сплошная			
Признаки кровельной конструкции					
4.1	По типу системы	кровельная ограждающая	кровельная ограждающая с несущими функциями	кровельно-фасадная	
4.2	По упругости поверхности	упругоподатливое		жесткое	
4.3	По способу крепления слов	сборная (каркасная)		соединенная	
4.4	По системе опирания конструкций	с точечным опиранием	с линейным опиранием	со сплошным опиранием	комбинированная
4.5	По типу каркаса	модульная	факверковая	ригельная	бескаркасная
4.6	По типу крепления слов	механическое прижимными планками		механическое точечное	клеявое
4.7	По составу системы	однослойная		многослойная	
4.8	По наличию тепло-изоляционного слоя	неутепленные		утепленные	
4.9	По возможности вентиляции системы	с вентилируемой воздушной прослойкой	с регулируемой (замкнутой) воздушной прослойкой	невентилируемая	
4.10	По способу устройства верхнего слоя	сплошной		из отдельных элементов	
4.11	По способу крепления верхнего слоя	видимый	скрытый	комбинированный	
4.12	По виду верхнего декоративного слоя	из штучных материалов	из рулонных материалов	из прессфабричных элементов	без декоративного слоя
Дополнительные признаки					
5.1	По способу водоотвода с покрытия	внутренний организованный		наружный организованный	неорганизованный
5.2	По наличию верхнего освещения	бесфонарные		с линейными фонарями	с точечными фонарями
5.3	По светопропускаемости системы	непрозрачный		светопропускаемый	комбинированный

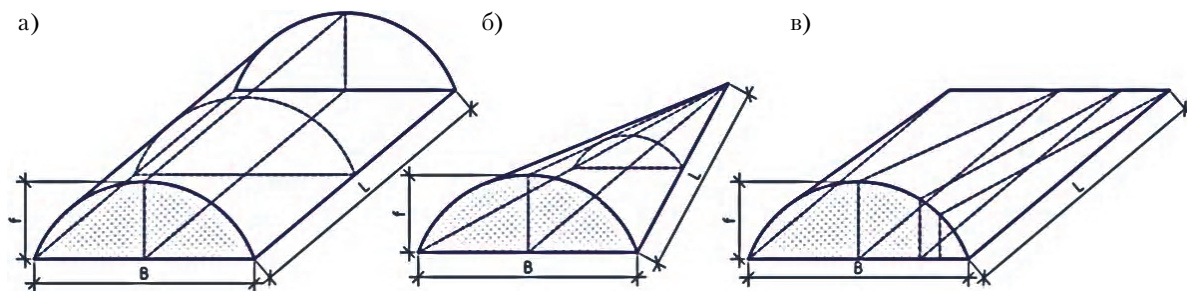


Рисунок 2. Криволинейные поверхности с нулевой Гауссовой кривизной: а) цилиндрическая форма; б) коническая горизонтальная форма; в) коноидальная форма.

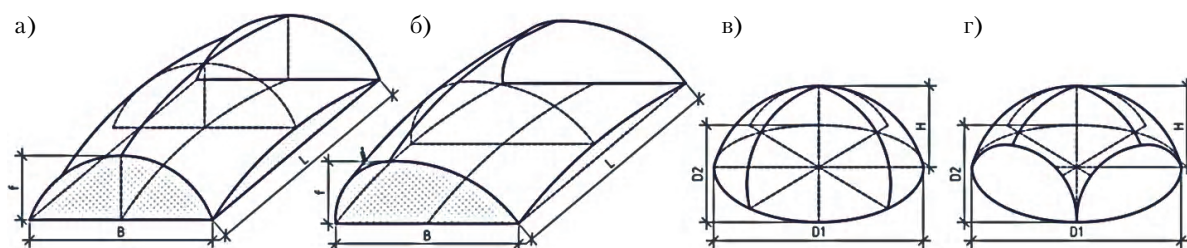


Рисунок 3. Криволинейные поверхности с положительной Гауссовой кривизной: а) бочарная; б) тороидальная; в) сферическая; г) парусная форма.

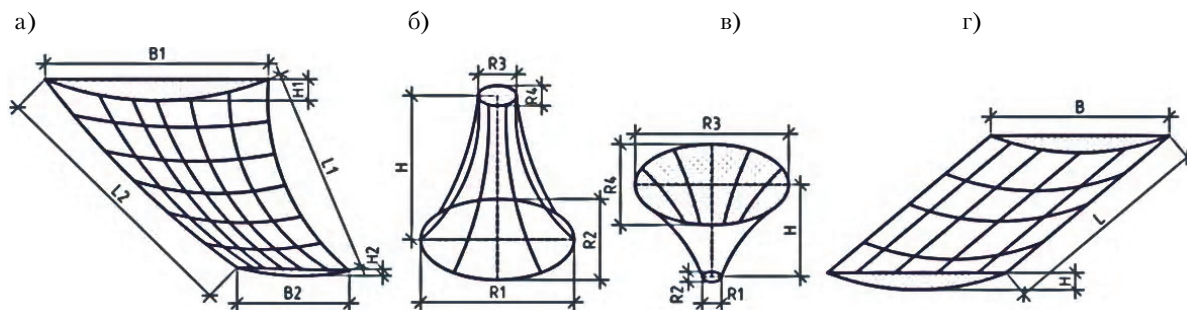


Рисунок 4. Криволинейные поверхности с отрицательной Гауссовой кривизной: а) поверхность гипара; б) и в) поверхности, образованные усеченным однополостным гиперболоидом (грибообразная и воронкообразная соответственно); г) цилиндрическая форма.

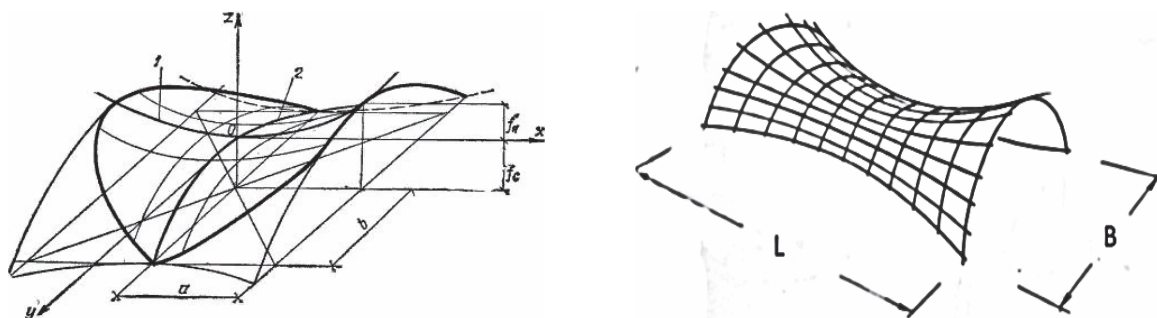


Рисунок 5. Криволинейные поверхности с двоякой Гауссовой кривизной.

профилем подъема/провеса относятся поверхности гипаров. К поверхностям с составным профилем подъема относятся сложные современные покрытия с изменяемым уклоном и формой.

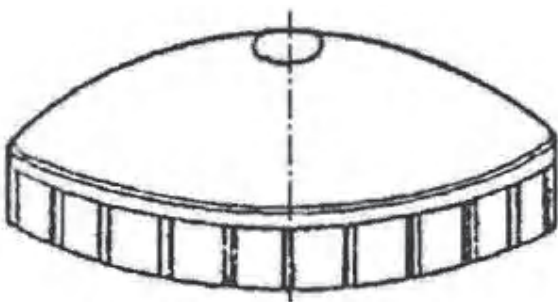
- 1.7. По уклону поверхности криволинейных покрытий могут быть с постоянным углом уклона и с переменным углом (например, гладкий и волнистый купола соответственно, рисунок 6).
- 1.8. По количеству волн пространственные покрытия выполняются одно- и многоволновыми.

Кровельные покрытия с произвольным профилем, с изменяемым уклоном, профилем стрелы и формой, широко применяются в современной архитектуре, например, покрытия центра Гейдара Алиева в г. Баку, Азербайджан, музея Искусства и Науки в Сингапуре, галереи современного искусства «Кунстхаус» в г. Грац, Австрия и др.

2. *К конструктивным признакам кровельных систем криволинейных покрытий* зданий и сооружений относятся:

- стрела подъема покрытия (отношение наибольшей высоты подъема геометрической оси f (или срединной поверхности) криволинейной конструкции покрытия к прямой (или плоскости), соединяющей опоры этой конструкции (размеру пролета B , диаметра D);
- стрела провеса покрытия (отношение наибольшего размера провисания покрытия к

а)



б)

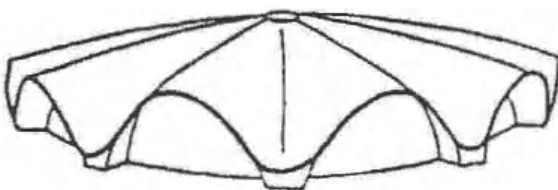


Рисунок 6. Криволинейные покрытия: а) с постоянным углом уклона; б) переменным углом уклона.

прямой (или плоскости), соединяющей опоры этой конструкции (по размеру пролета B);

- размеры в плане (размер B и длина L перекрываемого пролета);
- высота покрытия от уровня карниза покрытия до конька и т. д.

2.1. По стреле подъема криволинейные покрытия зданий и сооружений делятся на подъемистые (вспарушенные) и пологие покрытия. К вспарушенным относятся покрытия с отношением высоты подъема геометрической оси f к пролету B (диаметру D) в пределах $1/1 \div 1/4$. К пологим криволинейным покрытиям относятся кровельные покрытия со стрелой подъема в пределах $1/5 \div 1/12$. По этому признаку классифицируются криволинейные покрытия с нулевой и положительной Гауссовой кривизной, например, своды, бочарные и коноидальные покрытия и т. д.

2.2. По стреле провеса классифицируются на покрытия с малой стрелой провеса (отношение величины провеса к пролету в пределах $1/11 \div 1/25$) и с большой стрелой провеса (отношение $1/6 \div 1/10$). По этому признаку классифицируются кровельные покрытия с отрицательной Гауссовой кривизной и комбинированные криволинейные покрытия.

2.3. По размеру перекрываемого пролета (B или D) пространственные криволинейные покрытия делятся на: малые (пролет ≤ 12 м), средние (пролет в пределах 12–36 м) и большие (≥ 36 м).

2.4. По длине пролета (L) пространственные криволинейные покрытия делятся на: короткие (отношение длины к перекрываемому пролету $L/B \leq 1$), средние ($1 < L/B < 2$) и длинные ($L/B \geq 2$).

2.5. По количеству пролетов пространственные покрытия классифицируют на: одно- и многопролетные, а также шедовые покрытия. В свою очередь, шедовые покрытия могут выполняться с зубчатым, пилообразным и коноидальным профилем.

3. *По признакам несущего основания* криволинейные покрытия делятся:

3.1. По кинематической подвижности покрытия бывают подвижные (например, вантовые висячие покрытия) и неподвижные (например, бескаркасные арочные покрытия). При проектировании и устройстве кровельной сис-

- темы по кинематически подвижному основанию необходимо устройство системы деформационных швов, предусматривающих растяжение или сжатие непосредственно верхнего гидроизоляционного слоя.
- 3.2. В качестве основания (по материалу основания) используются железобетонные монолитные и сборные плиты покрытия, металлические и деревянные конструкции покрытия, обрешетка и плиты покрытия, композитные материалы.
- 3.3. По типу сечения конструкция несущего основания делится на регулярное (одинаковый геометрический профили и толщина основания по всему периметру) и нерегулярное сечения.
- 3.4. По поверхности основания конструкция покрытия классифицируется на сплошную, образованную монолитной конструкцией покрытия, и разреженную (каркасную), образованную стальными конструкциями покрытия.
4. По признакам кровельной конструкции предлагается следующая классификация:
- 4.1. По типу системы: кровельная ограждающая – система выполняется только тепло- и гидроизоляционные функции, кровельная ограждающая с несущими функциями – система совмещает основную ограждающую функцию с несущей (например, инверсионная кровля со смотровыми площадками), кровельно-фасадная – система, в которой отсутствует четкая граница между стеной и кровлей.
- 4.2. По упругости поверхности упругоподатливая поверхность (например, система утепленной кровли с механическим гидроизоляционным слоем к основанию по минераловатным плитам) и жесткая поверхность (образованная, например, верхним слоем из профилированного настила).
- 4.3. По способу крепления слоев в системе – сборная (каркасная), состоящая из отдельных слоев, соединенных между собой механическим способом в отдельных местах, и соединенная, в которой все слои соединены между собой по всей поверхности прилегания.
- 4.4. По системе опирания конструкций системы: с точечным опиранием, с линейным опиранием, со сплошным опиранием и комбинированная схема опирания.
- 4.5. По типу каркаса: модульная система – состоит из префабричных блоков – модулей (например, сэндвич-панелей), крепящихся непосредственно к несущим конструкциям, фахверковая система предполагает относ конструкций кровельной системы от несущего основания при помощи фахверковых конструкций, ригельная система представлена конструктивными решениями скатных кровель по разреженной обрешетке, бескаркасная система представлена конструктивными решениями плоских кровель.
- 4.6. По типу крепления слоев к основанию: механическое прижимными планками, механическое точечное с использованием дюбелей, саморезов, заделок и т. д. и клеевое;
- 4.7. По составу системы: однослойная (только верхний гидроизоляционный слой, выполняющий, при необходимости, функцию декоративного) и многослойная.
- 4.8. По наличию теплоизоляционного слоя: неутепленные и утепленные.
- 4.9. По возможности вентиляции системы: с вентилируемой воздушной прослойкой, с регулируемой (замкнутой) воздушной прослойкой, невентилируемая.
- 4.10. По способу устройства верхнего слоя: сплошной (например, фальцевая кровля) и из отдельных элементов (композитные панели, остекление блоками и т. д.).
- 4.11. По способу крепления верхнего слоя: с видимым креплением, со скрытым креплением и комбинированный способ.
- 4.12. По виду верхнего декоративного слоя: из штучных материалов (кассеты, панели), из рулонных материалов (мембраны), из префабричных элементов (сэндвич-панели) и без декоративного слоя.
5. По дополнительным признакам предлагается следующая классификация:
- 5.1. По способу водоотвода с покрытия: с внутренним организованным водоотводом, с наружной организованной водосточной системой, с неорганизованным водоотводом.
- 5.2. По наличию верхнего освещения: бесфонарные, с линейными фонарями, с точечными фонарями.
- 5.3. По светопрозрачности системы: непрозрачные, светопрозрачные, комбинированные.

Выводы

В отличие от существующих классификаций, в которых деление кровельных систем осуществляется на основе применяемых материалов гидроизоляционного покрытия, способов производства работ или уклона кровли, разработанная комплексная классификация позволяет объединить существующие типы покрытий и учесть все многообразие форм и конструкций при выборе конструктивного решения кровельной системы здания и сооружения с криволинейным покрытием. В работе отмечено 32 признака кровельных систем криволинейных пространственных по-

крытий, комплексное сочетание которых приводит к определенным проблемам при проектировании подобных конструкций. Полный перечень признаков не является обязательным для всех криволинейных покрытий, и, несомненно, все обозначенные признаки неравномерно влияют на выбор конструктивного решения кровельной системы. Кроме того, необходимо учитывать еще целый ряд факторов, также влияющих на долговечность и надежность кровельных систем. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, связанные с ранжированием признаков по относительной значимости при проектировании кровельных систем пространственных покрытий.

Литература

1. ДБН В.6-220:2017. Покрыття 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.
2. 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.
3. 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

Reference

1. DBN V.6-220:2017. Coverages of Building and Structures. – Kyiv : Ukrarkhbudinform, 2017. – 46 p. – Text : direct. (in Ukrainian)
2. SP 17.13330.2017. The roofs. – Moscow : Standartinform, 2021. – 56 p. – Text : direct. (in Russian)
3. SP 345.1325800.2017. Residential and public buildings. Thermal performance design. – Moscow : Standartinform, 2017. – 51 p. – Text : direct. (in Russian)
4. SN 5.08.01-2019. The roofs. – Minsk : Ministry of Architecture and Construction, 2020. – 23 p. – Text : direct. (in Russian)
5. SN RK 3.02-37-2013. Housetop and roofs. – Astana : JSC «KazNIISA», 2015. – 47 p. – Text : direct. (in Russian)
6. Yermeyev, P. G. Modern steel structures of large-span coatings of unique buildings and structures : monograph. – Moscow : ACU, 2009. – 336 p. – ISBN 978-5-93093-651-3. – Text : direct. (in Russian)
7. Kancheli, N. V. Building spatial structures. – 2nd edition, revised and enlarged. – Moscow : ACU, 2004. – 120 p. – ISBN 5-93093-206-9. – Text : direct. (in Russian)
8. Krivoshapko, S. N. Cable structures. – Text : direct. – In: *Structural mechanics of engineering structures and facilities*. – 2016. – № 1. – P. 9–22. (in Russian)
9. Dykhovichny, Yu. A.; Zhukovsky, E. Z.; Yermolov, V. V. [et. al.] ; edited by Yu. A. Dykhovichny, E. Z. Zhukovsky. Modern spatial structures (reinforced concrete, metal, wood, plastics) : a guide. – Moscow : Higher School, 1991. – 543 p. – ISBN 6-06-002058-4. – Text : direct. (in Russian)
10. Chin, Frensis D. K. ; translation from English Ye. Netesova. Architecture: form; space; composition. – Moscow : AST: Astrel, 2005. – 399 p. – ISBN 5-17-031703-4. – Text : direct. (in Russian)
11. Engel, Kh. ; translation from German by L. A. Andreeva. Carrier systems. – Moscow : AST: Astrel, 2007. – 344 p. – ISBN 5-17-039883-2. – Text : direct. (in Russian)

- (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2017. – 51 с. – Текст : непосредственный.
4. СН 5.08.01-2019. Кровли : строительные нормы Республики Беларусь : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 декабря 2019 г. № 69 : введен впервые : дата введения 2019-12-06 / разработаны научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»). – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 23 с. – Текст : непосредственный.
 5. СН РК 3.02-37-2013. Крыши и кровли = Housetop and roofs : строительные нормы Республики Казахстан : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства Национальной экономики Республики Казахстан от 29 декабря 2014 № 156-НК : введен впервые : дата введения 2015-07-01 / разработан АО «КазНИИСА», ТОО «Монолитстрой-2011». – Астана : АО «КазНИИСА», 2015. – 47 с. – Текст : непосредственный.
 6. Еремеев, П. Г. Современные стальные конструкции большепролетных покрытий уникальных зданий и сооружений : монография / П. Г. Еремеев. – Москва : АСВ, 2009. – 336 с. – ISBN 978-5-93093-651-3. – Текст : непосредственный.
 7. Канчели, Н. В. Строительные пространственные конструкции / Н. В. Канчели. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : АСВ, 2004. – 120 с. – ISBN 5-93093-206-9. – Текст : непосредственный.
 8. Кривошапко, С. Н. Вантовые структуры / С. Н. Кривошапко. – Текст : непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2016. – № 1. – С. 9–22.
 9. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы) : справочник / Ю. А. Дыховичный, Э. З. Жуковский, В. В. Ермолов [и др.] ; под редакцией Ю. А. Дыховичного, Э. З. Жуковского. – Москва : Высшая школа, 1991. – 543 с. – ISBN 6-06-002058-4. – Текст : непосредственный.
 10. Чинь, Фрэнсис Д. К. Архитектура: форма; пространство; композиция / Френсис Д. К. Чинь ; перевод с английского Е. Нетесовой. – Москва : АСТ: Астрель, 2005. – 399 с. – ISBN 5-17-031703-4. – Текст : непосредственный.
 11. Энгель, Х. Несущие системы / Х. Энгель ; перевод с немецкого Л. А. Андреевой. – Москва : АСТ: Астрель, 2007. – 344 с. – ISBN 5-17-039883-2. – Текст : непосредственный.
 12. Macdonald, Angus J. Structural Design for Architecture / Angus J. Macdonald. – Woburn, MA : Architectural Press, 1998. – 267 p. – ISBN 0-7506-3090-6. – Текст : непосредственный.
 13. Dong, S. Application and development of modern long-span space structures in China / S. Dong, Y. Zhao, 2012. – 267 p. – ISBN 0-7506-3090-6. – Text : direct. (in English)
 13. Dong, S.; Zhao, Y.; Xing, D. Application and development of modern long-span space structures in China. – Text : direct. – In: *Frontiers of Structural and Civil Engineering*. – 2012. – № 6(3). – P. 224–239. – DOI 10.1007/s11709-012-0166-6. (in English)
 14. Ghazaleh Toutounchi Ghadim. Geometry, Form and Structure Relationship in Blob, Liquid and Formless Architecture. – North Cyprus, Gazimağusa : Architecture Eastern Mediterranean University, 2013. – 130 p. – Text : direct. (in English)
 15. Chilton, John. Space Grid Structures. – Oxford : Architectural Press, 2000. – 191 p. – Text : direct. (in English)
 16. Sedlbauer, Klaus; Schunck, Eberhard; Barthel, Rainer; Künzel, Hartwig M. Flat Roof Construction Manual: Materials. Design. Applications. – Basel / Berlin / Boston : Birkhäuser, 2010. – 207 p. – Text : direct. (in English)
 17. 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)
 18. MacGinley, T. J. Steel Structures Practical design studies. – 2nd edition. – London : Published by E & FN Spon, 1998. – 198 p. – Text : direct. (in English)

- D. Xing. – Текст : непосредственный // *Frontiers of Structural and Civil Engineering*. – 2012. – № 6(3). – P. 224–239. – DOI 10.1007/s11709-012-0166-6. – Текст : непосредственный.
14. Ghazaleh Toutounchi Ghadim. *Geometry, Form and Structure Relationship in Blob, Liquid and Formless Architecture* / Ghazaleh Toutounchi Ghadim. – North Cyprus, Gazimağusa : Architecture Eastern Mediterranean University, 2013. – 130 p. – Текст : непосредственный.
 15. Chilton, John. *Space Grid Structures* / John Chilton. – Oxford : Architectural Press, 2000. – 191 p. – Текст : непосредственный.
 16. *Flat Roof Construction Manual: Materials. Design. Applications* / Klaus Sedlbauer, Eberhard Schunck, Rainer Barthel, Hartwig M Künzel. – Basel / Berlin / Boston : Birkhäuser, 2010. – 207 p. – Текст : непосредственный.
 17. 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.
 18. 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.

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.

Mazur Viktoriia – 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.