

## Эффективные холодногнутые профили из оцинкованной стали — в массовое строительство








Э.Л. АЙРУМЯН, зав. лабораторией, В.Ф. БЕЛЯЕВ, зав. отделом, кандидаты техн. наук

За последнее десятилетие при возведении новых и реконструкции существующих зданий и сооружений большое внимание уделяется конструкциям из гнутых профилей, изготовленных холодной прокаткой из рулонной оцинкованной стали толщиной до 3 мм.

Основные области применения таких конструкций: профилированные настилы для стен, покрытий и перекрытий (включая настилы, выполняющие функции несъемной опалубки и внешней рабочей арматуры монолитных железобетонных плит); каркасы малоэтажных зданий и мансард; бескаркасные арочные покрытия; малоуклонные вентилируемые кровли с соединениями металлических листов в «двойной фальц» (как решение, альтернативное «мягким» кровлям); вентилируемые фасады с утеплением и без утепления стен.

Объем производства таких конструкций в России приближается к 1 млн. т в год, что свидетельствует о создании в нашей стране новой отрасли строительной индустрии.

Стандартные типы профилей

Тип профиля	Размеры заготовки, мм		Поперечное сечение профиля	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	Удельная металлоемкость, кг/кН
	ширина, B	толщина, t			
НС35-1000	1250	0,6		6,4	4,3
		0,7		7,4	4,3
		0,8		8,4	4,2
НС44-1000	1400	0,7		8,3	3,3
		0,8		9,4	3,3
Н57-750	1100	0,6		7,5	3,3
		0,7		8,7	3,3
		0,8		9,8	2,7
Н60-845	1250	0,7		8,8	3,8
		0,8		9,9	3,1
		0,9		11,1	2,6
Н75-750	1250	0,7		9,8	2,1
		0,8		11,2	2,1
		0,9		12,5	2,0
Н114-750	1400	0,8		12,5	2,1
		0,9		14,0	2,1
		1,0		15,4	2,1
Н114-600	1250	0,8		14,0	2,3
		0,9		15,6	2,3
		1,0		17,2	2,3

**Примечание.** Удельная металлоемкость настилов определялась как отношение их массы к расчетной предельной нагрузке на 1 м<sup>2</sup> площади настила. Нагрузку в данном случае рассчитывали для неразрезного двухпролетного настила с пролетами 3 м при высоте гофров не более 75 мм или с пролетами 4 м при высоте гофров 114 мм.

стрии, включающей разработку, изготовление и монтаж конструкций с применением тонкостенных гнутых профилей из оцинкованной стали.

Ниже приведены примеры участия ЦНИИПСК им. Мельникова (далее — институт) в создании и развитии этой отрасли.

### Профилированные настилы

Около 30 лет назад в СССР началось массовое внедрение стальных профилированных настилов вместо железобетонных плит при устройстве покрытий и стен производственных зданий, что открыло новые возможности для повышения эффективности применения стальных каркасов и снижения трудозатрат, сроков и стоимости строительства в целом. Однако сортament этих настилов был ограничен и, хотя состоял в основном из иностранных марок, уступал по показателям удельной металлоемкости (соотношению массы и несущей способности) большинству зарубежных аналогов. Это значительно снижало экономическую эффективность применения профилированных настилов в промышленном строительстве.

Институт разработал новый сортament листовых гофрированных профилей для настилов, который включен в ГОСТ 24045, действующий и в настоящее время. Такие профили превосходят по основным технико-экономическим показателям большинство зарубежных аналогов, соответствуя лучшим из них — профилям шведской фирмы «Plappja» (см. таблицу). Сортament профилей разрабатывали с учетом типовых объемно-планировочных решений зданий, климатических условий, расчетных нагрузок, технологии прокатки, способов транспортирования и других специфических условий, характерных для нашей страны. Для скорейшего ос-

воения профилей нового сортамента институт разработал технические условия их изготовления методом холодной прокатки на Челябинском заводе профилированного стального настила, Киреевском заводе легких металлических конструкций, Самарском заводе «Электроцит» и других отечественных предприятиях.

Профили нового сортамента были использованы для покрытий и стен не только таких гигантов, как КамАЗ (Набережные Челны), КамТЗ (Елабуга), но и в массовом промышленном и гражданском строительстве. Материал для их изготовления — рулонная оцинкованная сталь шириной 1100 — 1400 мм и толщиной 0,6 — 1 мм с цинковым покрытием с двух сторон толщиной не менее 18 мкм по ГОСТ 14918 с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием или без него.

Институт разработал рекомендации по расчету и проектированию профилированных настилов и их креплений, включенные в Посobie к СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции». Согласно рекомендациям, настил, надежно закрепленный на опорах, рассматривается как диафрагма жесткости, выполняющая функцию горизонтальных связей в покрытиях и обеспечивающая устойчивость из плоскости балок, ригелей или прогонов. Для оценки несущей способности и жесткости настилов при изгибающей и сдвигающей (в составе диафрагмы) нагрузках институт провел серию натурных и модельных испытаний.

Профилированные стальные настилы применяют также при устройстве сталежелезобетонных перекрытий в качестве несъемной опалубки монолитной плиты. Использование профилей существующего сортамента в качестве внешней рабочей арматуры нецелесообразно, так как не обеспечивает требуемого сцепления настила с бетоном. В связи с этим институт разработал, исследовал и запатентовал новый вид зигзагообразной выштамповки, выполняемой на стенках гофров профиля в процессе его прокатки и значительно повышающей прочность сцепления настила с бетоном плиты при поперечном изгибе статической нагрузкой. Коэффициент условия работы настила с такими выштамповками и традиционными анкерами на опорах — не менее 0,8, т. е. соответствует работе стальной арматуры периодического профиля в железобетонных монолитных плитах.

На основе результатов этих исследований группа компаний (ГК) «Стальные конструкции» освоила производство листовых гнутых профилей с гофрами (рис. 1) высотой не менее 60 мм по ГОСТ 24045 и зигзагообразными выштамповками на их стенках для применения в сталежелезобетонных перекрытиях с пролетами плит до 6 м включительно (см. рис. 1, а). Расширение сортамента за счет новых, более высоких профилей необходимо также в связи с увеличением нормативной снеговой нагрузки по СНиП 2.01.07-85\* на 12 — 26 %. Для расширения области приме-

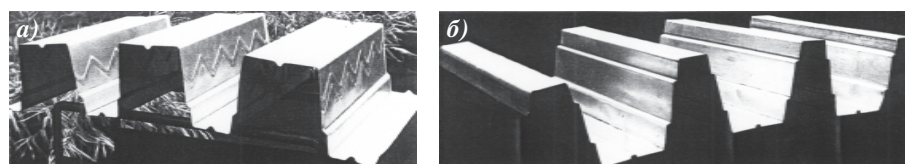


Рис. 1. Новые типы гофрированных листовых профилей а — для настилов сталежелезобетонных перекрытий; б — для настилов с высотой гофров 157 мм

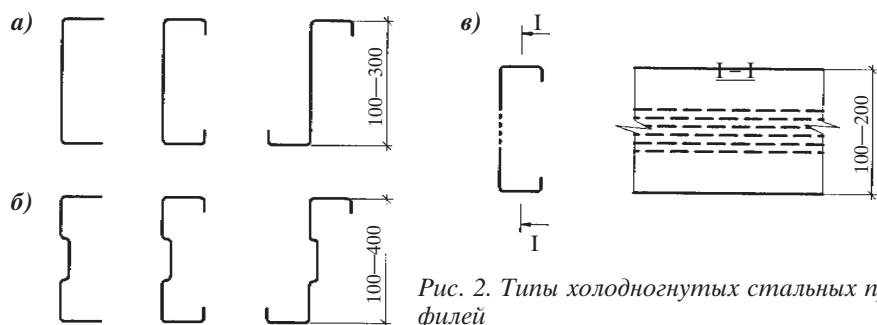


Рис. 2. Типы холодногнутых стальных профилей

*а* — с плоской стенкой; *б* — со стенкой повышенной жесткости; *в* — с перфорированной стенкой

ния профилированных настилов в покрытиях и перекрытиях зданий институт разработал новые листовые гнутые профили с гофрами высотой 135, 145 и 157 мм из рулонной стали шириной соответственно 1400, 1500 и 1500 мм и толщиной 0,8 — 1,5 мм.

ГК «Стальные конструкции» освоила производство таких профилей с гофрами высотой 157 мм по техническим условиям, разработанным институтом (см. рис. 1, б). Эти профили можно применять в одно-, двух- и трехпролетных неразрезных настилах из стали толщиной 1,2 — 1,5 мм при расчетных поперечных нагрузках 400 — 900 кгс/м<sup>2</sup> и пролете 6 м.

Основные требования при расчете, проектировании, изготовлении и монтаже профилированных настилов установлены в разработанных институтом стандартах СТО 0043-2005 «Настилы стальные профилированные для покрытий зданий и сооружений» и СТО 0047-2005 «Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному настилу».

### Каркасы малоэтажных зданий и мансард

При изготовлении несущих элементов каркасов зданий используют стандартные гнутые профили в основном трех типов поперечного сечения — швеллерные, С-образные и Z-образные (см. рис. 2, а) высотой 100 — 300 мм. Для повышения жесткости профилей при местной нагрузке и кручении их стенке при профилировании придают ступенчатую  $\Sigma$ -образную форму (см. рис. 2, б). Профили изготовляют из рулонной оцинкованной стали толщиной 0,8 — 2 мм с пределом текучести 250 — 350 МПа и относительным удлинением не менее 18 %.

С целью снижения теплопроводности гнутых профилей, используемых в каркасах ограждающих конструкций, на их стенке в процессе прокатки выполняют перфорацию в виде продольных просечек (рис. 2, в). Теплопроводность таких перфорированных профилей (или «термопрофилей») сопоставима с деревянными элементами аналогичной площади сечения.

По техническим условиям, разработанным институтом, изготов-

ление гнутых профилей каркаса освоили ЗАО «Эксергия» (Липецк), ООО — «Венталл» (Обнинск), «Балтпрофиль» (Санкт-Петербург), «Канадский дом» (Новосибирск), «Волжскполимер» (г. Волжский), ИСК «Финеско» (Саратов) и другие предприятия. После освоения производства оцинкованной рулонной стали толщиной 2 — 4,5 мм по ГОСТ Р 52246 высота гнутых профилей может быть увеличена до 450 мм, что позволит значительно расширить область их применения.

Институт разработал технические условия на изготовление новых гнутых профилей высотой до 400 мм из оцинкованной стали толщиной до 4 мм, производство которых готовится освоить ООО «Ласар» (Липецк), а также рекомендации по проектированию и технические условия по изготовлению следующих конструкций каркасов из гнутых профилей для малоэтажных зданий и мансард:

П-образные рамы пролетом 6 — 15 м;

стропильные системы в виде одно- и двускатных треугольных ферм или балок с затяжками;

несущие и ограждающие конструкции одно-двухэтажных зданий и коттеджей, в том числе для сейсмических районов;

связи и настилы, обеспечивающие устойчивость каркаса в целом и его элементов.

Расход стали на каркас из гнутых профилей в этих зданиях не превышает 25 кг на 1 м<sup>2</sup> площади, в то

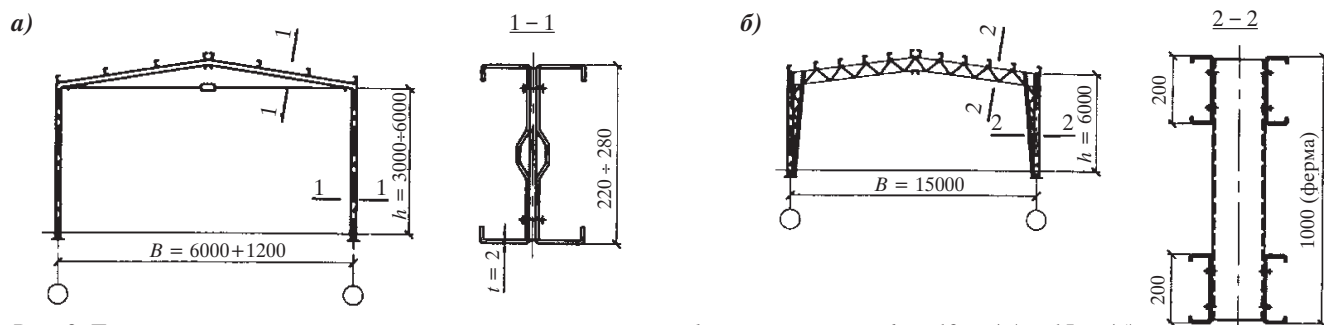


Рис. 3. Типоразмеры поперечных рам каркаса из гнутых профилей пролетом 6 — 12 м (а) и 15 м (б)

время как при использовании горячекатаных профилей он составляет не менее 35 — 40 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Поперечные П-образные рамы применяют для каркаса одноэтажных производственных зданий высотой до 7 м, возводимых бескаркасным способом. По заданию ООО «Венталл» институт разработал альбом чертежей КМ для П-образных рам пролетом 6 — 15 м из гнутых профилей, поставляемых этим предприятием (рис. 3). Область применения этих рам — здания в I — IV снеговых и I — V ветровых районах по СНиП 2.01.07 «Нагрузки и воздействия». Шаг рам 3 — 6 м в зависимости от расчетных нагрузок, высота 3 — 6 м в зависимости от пролета.

Стойки и ригель рам пролетом до 12 м выполняют из спаренных сплошностенчатых профилей, образующих двутавровое сечение высотой до 280 мм. Ригель пролетом 15 м выполняют решетчатым в виде фермы с параллельными поясами. Все соединения — на обычных болтах диаметром не более 20 мм. Узел соединения стойки с ригелем — жесткий, с фундаментом — шарнирный. Для восприятия распорных усилий в раме при уклоне ригеля не более 10° предусмотрена ненапрягаемая затяжка. Данная конструкция является прототипом рамы типа «Спайдер», которая отличается тем, что имеет предварительно напряженную затяжку с контролируемым натяжением и жесткий узел соединения стоек с фундаментами. Устойчивость рам из плоскости обеспечивают вертикальные крестовые связи в плоскости стоек и профилированный настил или трехслойные панели по прогонам.

Бесфасоночные фермы выполняют симметричного сечения. Элементы решетки прикреплены к поясам самонарезающими винтами при толщине профилей не

более 1,5 мм. Пояса ферм выполнены, как правило, из одиночных профилей. Элементы решетки — из одиночных или спаренных профилей С-образного сечения. При расчете элементов каркаса учитывают возможность местной потери устойчивости от сжимающих напряжений, предельные усилия в сжатых и сжатоизогнутых элементах определяют с учетом рабочей (редуцированной) площади их сечения.

Из наиболее экономичных мансардных конструкций данного типа следует отметить каркас мансарды 10-этажного жилого дома в Саратове, проект которой разработан институтом и реализован ИСК «Финеско». Профили ферм этой мансарды пролетом до 14 м выполнены из оцинкованной стали толщиной 1 мм (рис. 4).

Толщина оцинкованной стали в элементах каркаса в настоящее время не превышает 2 мм. Увеличение толщины профилей до 4 мм и соответственно их высоты — до 400 мм позволит довести пролеты рам со сплошным ригелем до 24, а ферм — до 30 м. В связи с тем что СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции» не распространяется на конструкции из стали толщиной менее 4 мм, расчет и проектирование каркасов из гнутых профилей толщиной от 0,8 до 4 мм выполняли по рекомендациям, разработанным институтом на основе Еврокода EN 1993-1-3.

#### Бескаркасные арочные покрытия

Уникальная, не имеющая аналогов в мире технология изготовления и монтажа бескаркасных арочных зданий из стальных гнутых профилей разработана в США и нашла широкое применение в России. Холодногнутые профили,



Рис. 4. Монтаж конструкций каркаса мансарды на 10-этажном доме в Саратове

выполняющие несущие и ограждающие функции бескаркасного покрытия, изготавливают из рулонной оцинкованной стали толщиной 0,8 — 1,2 мм непосредственно на строительной площадке, используя два передвижных профилегибочных агрегата (рис. 5). Один из них формирует прямолинейный профиль корытообразного сечения высотой 300 и шириной полок 110 мм, другой — вальцует этот профиль по заданному радиусу (не

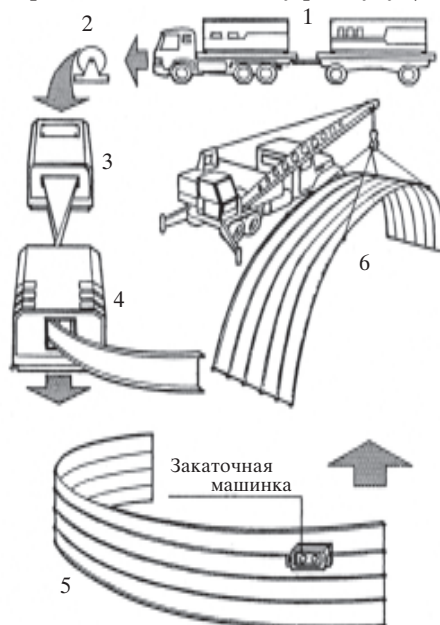


Рис. 5. Этапы изготовления и монтажа бескаркасных арочных покрытий из гнутых профилей

1 — доставка установки на автотранспорте; 2 — установка рулона стали; 3 — прокат профиля в прокатном стане; 4 — изгиб панелей гибочным станом; 5 — сбор на земле элементов свода (гнутые панели); 6 — монтаж гнутых панелей на фундамент при помощи автокрана

менее 2 м) с образованием волнистых поперечных гофров на стенке и полках. Длина готового профиля практически не ограничена и для арочного покрытия, как правило, соответствует длине дуги его поперечного разреза. Профили соединяют между собой вдоль продольных краев без метизов крепления, используя фальцегибочную машинку. Узлы крепления арочного покрытия к фундаментам, расположенным вдоль его продольных краев, соответствуют шарнирному или жесткому закреплению. Таким образом, арочные профили полностью перекрывают пролет здания без поперечных стыков. Пролет зданий данной конструкции — 6 — 24 м (при рекомендуемой высоте  $L$  в середине пролета не менее  $1/3L$ , или 3 м).

Стены и перегородки в здании с арочным покрытием выполняют из прямолинейных профилей, которые изготавливают и соединяют между собой по представленной выше технологии. Торцевые и промежуточные поперечные стены из этих профилей, надежно прикрепленные внизу к фундаменту, а сверху — к арочному покрытию, выполняют функцию диафрагм жесткости, повышающих жесткость покрытия и здания в целом. Область применения таких зданий зависит от их размеров (пролета, высоты, длины), расчетных нагрузок, температурно-влажностных условий эксплуатации, степени агрессивности среды и требований пожарной безопасности. Прочность, надеж-

ность и эффективность такой конструкции во многом определяются тем, насколько точно в расчете учтены особенности ее работы, связанные с тонкостенностью профилей, начальной волнистостью поверхности их граней, оставшейся после вальцовки, конечной жесткостью фальцевых соединений, повышенной деформативностью арочного покрытия (особенно при несимметричной нагрузке).

Для расчета такой конструкции институт разработал программу «БИПЛАН», которая позволяет с достаточной степенью точности оценить деформативность и несущую способность тонкостенных арочных покрытий с учетом особенностей их нелинейной работы при различных сочетаниях расчетных нагрузок, включая снеговую, ветровую и сейсмическую. В основу расчета положен метод конечных элементов, учитывающий геометрическую нелинейность деформирования конструкции, начальные несовершенства ее формы, включая гофры на гранях арочных профилей, влияние торцевых стен и других факторов на работу оболочки покрытия.

Для исследования действительной работы арочных покрытий данной конструкции в институте были проведены испытания натурных образцов на вертикальную нагрузку. Следует заметить, что на несимметричную распределенную (снеговую) и сосредоточенные нагрузки испытания этих конструкций проводили впервые в мире (рис. 6). Образцами служили следу-

ющие арочные покрытия: двухслойные пролетом 21 м из профилей толщиной 1 мм (между двумя слоями профилей был оставлен зазор 100 мм для возможности расположения утеплителя в реальной конструкции); однослойные пролетом 18 м из профилей толщиной 0,8 мм.

Испытания показали, что предельной для этих конструкций является распределенная на половине пролета нагрузка, при которой стенки профилей потеряли местную устойчивость в зоне наибольших сжимающих напряжений в сечениях, расположенных около середины ненагруженной части пролета (см. рис. 6, б).

Сравнительный анализ результатов испытаний образцов и их расчета по программе «БИПЛАН» показал, что эта методика является достаточно точной для определения предельных нагрузок и прогибов арочных покрытий данного типа. С помощью этой программы были установлены области рационального применения бескаркасных арочных покрытий в зависимости от расчетных нагрузок и соотношений пролета, радиуса кривизны, толщины металла и расстояний между поперечными стенами или несущими перегородками. На основе результатов исследований институт разработал рекомендации по проектированию и технические условия на изготовление бескаркасных арочных покрытий из гнутых профилей.

За последние несколько лет более 50 зданий пролетом 12 — 25 м (крытые рынки, вокзалы, физкуль-

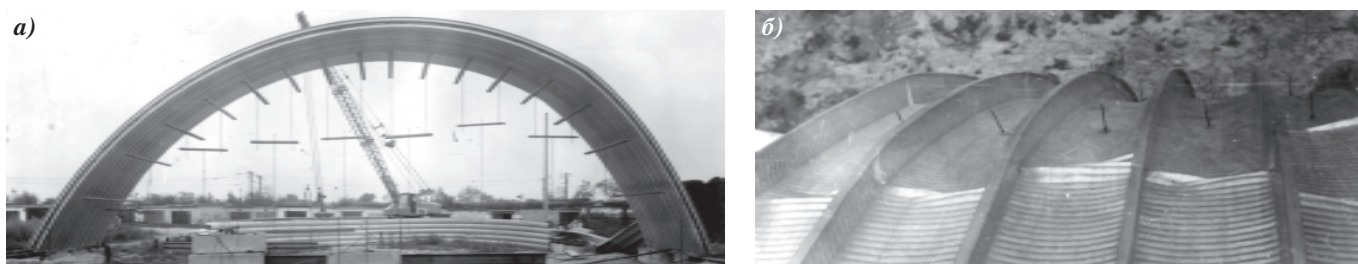


Рис. 6. Натурные испытания фрагмента бескаркасного арочного покрытия пролетом 21 м  
а — общий вид; б — гнутые профили после потери местной устойчивости

турно-оздоровительные центры, гаражи и склады) были построены в России из гнутых профилей высотой 110 мм и толщиной 0,8 — 1 мм по описанной выше технологии.

Одним из показательных примеров экономичного и функционального использования бескаркасных арочных покрытий является здание крытого спортивного комплекса в пос. Целина Ростовской обл. (архитектор П.И. Костин). В связи с увеличением расчетных снеговых нагрузок по СНиП 2.01.07 институт разработал проект усиления арочных покрытий пролетом 20 и 25 м над двумя залами этого здания (рис. 7).

Технологию возведения арочных покрытий постоянно совершенствуют: разрабатывают новые, более высокие профили, изменяют форму их сечения, увеличивают толщину рулонной заготовки профилей, применяют более долговечные защитно-декоративные покрытия из оцинкованной стали. Для массового внедрения этих конструкций в строительную практику необходимы масштабные исследования.

#### Малоуклонные металлические кровли

Малоуклонными считаются кровли, уклон которых не превышает  $6^\circ$ , или 10 %. В таких случаях недопустимо применять профилированные стальные настилы или трехслойные панели в покрытиях со скатом длиной более 9 м, так как водонепроницаемость поперечных стыков в этом случае обеспечить практически невозможно. Институт совместно с ЗАО «Эксергия» разработал новые конструктивные решения и технологию монтажа металлической кровли с уклоном менее 10 % без поперечных стыков при ширине здания до 100 м и высоте не более 15 м. В новой конструкции используют листовые гнутые профили ПГФ-500, изготовленные по ТУ 1122-082, с безметизными про-

должными соединениями «в двойной фальц» (рис. 8).

В отличие от известных решений кровли с применением аналогичных профилей длиной не более 12,5 м в новой конструкции кровельные листы шириной 500 мм и длиной не менее

длины ската кровли изготавливают на строительной площадке. Материал этих профилей — оцинкованная рулонная сталь толщиной 0,55 — 0,7 мм, как правило, с лакокрасочным покрытием. Профилегибочный агрегат массой около 7 кг и рулон такой стали устанавливают на наклонной платформе, расположенной на автомашине, которая их перевозит. Кровельный лист прокатывают в непрерывном режиме и направляют на транспортную стальную или алюминиевую ферму, снабженную рольгангами. Ферма размещена между профилегибочным агрегатом и карнизной частью здания, на котором выполняют новую кровлю. Прокатываемый профиль подают как ленту на направляющие ролики, расположенные вдоль ската кровли. Когда длина профиля достигнет ширины здания, его прокатку временно приостанавливают, а лист на кровле разрезают по конь-



Рис. 7. Крытый спортивный комплекс с арочными бескаркасными покрытиями в пос. Целина Ростовской обл.

ку и у карниза. Разрезанные части листа (массой около 3 кг на 1 м) укладывают вдоль скатов кровли на обрешетку из деревянных брусьев или металлических гнутых профилей, расположенных с шагом 300 — 600 мм в зависимости от расчетной снеговой нагрузки. Листы крепят к обрешетке с помощью кляммер из оцинкованной стали толщиной 0,8 — 1 мм и соединяют между собой по продольным краям электрической фальцегибочной машинкой, образующей двойной фальц в стыке (рис. 9).

Испытания показали, что такой стык при уклоне кровли более 7 % обеспечивает полную водонепроницаемость соединения листов без герметизирующего материала. При меньших уклонах в продольные стыки необходимо вводить герметики — пасты или мастики. Впервые эта технология монтажа металлической кровли была применена в 1999 г. при реконструкции покры-

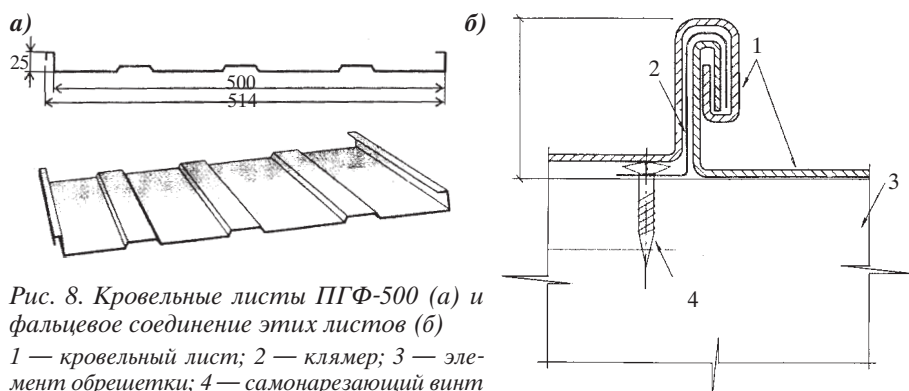


Рис. 8. Кровельные листы ПГФ-500 (а) и фальцевое соединение этих листов (б)  
1 — кровельный лист; 2 — кляммер; 3 — элемент обрешетки; 4 — самонарезающий винт



Рис. 9. Готовая кровля и фальцегибочная машинка для соединения кровельных листов между собой

тия корпуса завода «ОСТ-Аква» в пос. Черноголовка Московской обл. Трехпролетный корпус высотой 8,5 и размером в плане 60×96 м имел утепленное покрытие из профилированных стальных листов RAN-45 длиной не более 9 м, опирающихся на прогоны, расположенные с шагом 3 м. После ввода корпуса в эксплуатацию в 1998 г. в кровельном покрытии были обнаружены значительные протечки. Возможно, вода проникала через зазоры в поперечных и продольных стыках профилированных листов. Не исключалась также возможность образования водяного конденсата на внутренней поверхности кровли в связи с недостаточной теплостойкостью слоя утеплителя из минеральной ваты ISOVEK толщиной 100 мм.

В процессе реконструкции, включающей демонтаж листов RAN-45 и укладку дополнительного слоя утеплителя из матов URSA толщиной 80 мм, облицовку проемов в кровле для пропуска вентиляционных коробов и вытяжных круглых труб выполняли по месту из листовой окрашенной стали толщиной 0,6 мм с применением пайки и без обработки стыков герметиком. В результате новая кровля корпуса уже в течение 6 лет сохраняет эксплуатационные качества,

соответствующие нормативным требованиям.

Аналогичная технология выполнения металлической кровли была предусмотрена в проекте, разработанном в институте для вантового покрытия Крытого конькобежного центра (ККЦ) в Крылатском (Москва). Покрытие площадью около 25 тыс. м<sup>2</sup> имеет уклоны не более 6 % и выполнено по

профилированному стальному настилу Н114-600 с пролетами до 6 м. В соответствии с проектом, кровля из листов ПГФ-500 длиной до 50 м каждый должна опираться на перфорированные гнутые профили пониженной теплопроводности («термопрофили») из оцинкованной стали толщиной 1 мм. В процессе монтажа кровли утеплитель следовало защитить слоем рулонного материала — пленкой Алькорплан, выполняющей функцию гидроизоляции.

Несмотря на то, что здание ККЦ было сдано в эксплуатацию в сентябре 2004 г., его металлическая кровля не была выполнена, и водонепроницаемость покрытия временно обеспечивал слой из пленки Алькорплан. Однако такой

защитный слой не надежен, так как в зимних условиях может быть легко поврежден при уборке снега с практически плоского покрытия (рис. 10). Поэтому целесообразно устройство на здании ККЦ более долговечной металлической кровли, тем более что необходимые конструкции на покрытии уже установлены. Их можно использовать, не нарушая целостности пленки Алькорплан.

### Конструкции вентилируемых фасадов

Одно из перспективных направлений применения гнутых профилей из оцинкованной стали — конструкции так называемых вентилируемых фасадов, сооружаемых для повышения архитектурной выразительности зданий и (или) дополнительного утепления наружных стен, не отвечающих современным требованиям по энергосбережению. Система таких конструкций включает следующие основные элементы:

кронштейны из стали толщиной 1,5 — 2 мм, прикрепляемые анкерами к несущей стене;

направляющие профили из стали толщиной 1 — 1,5 мм, прикрепленные к кронштейнам болтами, заклепками или самонарезающими винтами и размещенные параллельно стене в горизон-



Рис. 10. Кровельное покрытие ККЦ зимой

тальном или вертикальном положении;

облицовка в виде профилированных листов (сайдинга) или касет, прикрепленных к направляющим самонарезающими винтами или специальными зажимами.

Утеплитель в виде достаточно жестких плит располагают между облицовкой и стеной и крепят к ней, используя анкерные упоры, причем между наружной поверхностью утеплителя и облицовкой должен быть предусмотрен зазор шириной не менее 30 мм для сквозной вентиляции по всей высоте стены. Кронштейны, как правило, состоят из двух частей — неподвижной и подвижной, позволяющей регулировать расстояние от стены до облицовки в зависимости от толщины утеплителя и ширины воздушного зазора.

Впервые в отечественной практике институт разработал рабочий проект металлических конструкций вентилируемых фасадов для реконструкции пяти 9-этажных жилых домов в Оренбурге. Здания были выполнены из монолитного керамзитобетона и находились в аварийном состоянии, так как из-за недостаточных теплозащитных свойств ограждающих конструкций температура в помещениях зимой снижалась до  $+5^{\circ}\text{C}$ .

В этих конструкциях использованы кронштейны нового типа, выполненный штамповкой из стали толщиной 1 мм и прикрепляемый к стене тремя анкерами, а также усовершенствованные профилированные листы типа «корабельная рейка» из оцинкованной стали с полимерным покрытием, для крепления которых к направляющим элементам облицовки можно значительно снизить количество метизов. Монтаж конструкций и утеплителя вели прогрессивным «альпинистским» методом, без при-



Рис. 11. Монтаж конструкций вентилируемого фасада 9-этажного жилого дома в Оренбурге

менения кранов и отселения жильцов (рис. 11). Утепленные вентилируемые фасады этих зданий, конструкции для которых поставило ЗАО «Эксергия», были выполнены в 2000 г. в течение 3 мес.

В настоящее время институт продолжает разрабатывать проектную и нормативно-техническую документацию в этом направлении. Совместно с Одинцовским заводом легких конструкций разработаны технические условия на изготовление гнутых профилей из оцинкованной стали для вентилируемых фасадов. Для оценки несущей способности и деформативности конструкций из этих профилей были проведены испытания фрагментов и отдельных элементов вентилируемого фасада, включая кронштейны, направляющие и касеты облицовки. В рамках этих испытаний впервые дана сравнительная оценка прочности и податливости анкеров для крепления кронштейнов к фасадной стене отечественного производства (типа БСР) и поставляемых известными фирмами SFS и HILT. Подробнее о результатах испытаний будет рассказано в одном из ближайших номеров журнала.

Изложенное выше свидетельствует о том, что производство и применение гнутых профилей из оцинкованной стали в массовом и

уникальном строительстве становится одним из приоритетных и эффективных направлений строительной индустрии. Благодаря своим очевидным достоинствам конструкции из этих профилей пользуются повышенным спросом в России. Основными факторами, сдерживающими расширение области эффективного их применения, являются:

отсутствие национальных стандартов по расчету, проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации конструкций из гнутых профилей, выполненных из оцинкованной стали толщиной не более 4 мм;

недостаточная экспериментально-теоретическая база данных о работе новых конструкций из гнутых профилей и их соединений при статических и динамических нагрузках;

необходимость проведения дополнительных экспериментальных исследований долговечности конструкций из оцинкованных гнутых профилей в условиях их эксплуатации в средах различной агрессивности;

отсутствие контроля за качеством проектов, предусматривающих использование иностранных конструкций из гнутых профилей и методик их расчета на территории России.