



УДК 624.014: 624.041

И.Л. Кузнецов

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ИССЛЕДОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ (ЛМК) В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Начало применения ЛМК в строительстве зданий сельскохозяйственного назначения в Республике Татарстан (РТ) относится к 1975 году. Однако в данный период широкое применение металлических конструкций сдерживалось запрещающими положениями технических правил (ТП 101-76, ТП 101-81). Поэтому первостепенными задачами на данном этапе применения ЛМК в строительстве зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения являлись:

- доказательство экономической эффективности строительства зданий и сооружений пролетом 12-24 м с применением стальных несущих конструкций;
- разработка новых конструктивных решений несущих и ограждающих конструкций;
- поиск поставщиков металла и новых типов профилей.

Проведенные в этом направлении поисковые исследования и опытно-конструкторские разработки позволили определить область применения ЛМК в сельскохозяйственном строительстве РТ: пункты технического обслуживания, стоянки сельхозмашин, зернотока, сенохранилища и т.п., а также конструктивные решения их несущих конструкций, ориентированные на применение спирально-шовных труб, отходов прессового производства КАМАЗа и холодногнутых профилей собственного производства.

Рассмотрение и одобрение начального опыта строительства в ТАССР первых зданий из ЛМК для хранения сельхозтехники на заседании Коллегии АПК Совета Министров СССР [1] позволили снять указанные выше ограничения на применение металла в строительстве таких зданий малого пролета. Это достижение, реализация которого принадлежит и автору статьи, открыло новые возможности в разработке строительства зданий и сооружений из ЛМК в целом по стране, а не только в пределах ТАССР. Дальнейшее строительство зданий и сооружений с применением ЛМК в РТ стало возможным также ввиду комплексного подхода к развитию этого направления. Комплексность подхода состояла в объединении в 1987 году усилий проектировщиков, технологов и монтажников в проектно-промышленном объединении «Агропроектпромстрой» (в настоящее время – ОАО «ТИМЕР») при привлечении научных кадров из КИСИ. С образованием объединения произошло интенсивное развитие научных исследований и проектных разра-

боток по зданиям и сооружениям из ЛМК. В это время завершается работа над созданием конструкций под общим названием «Татария», включающая следующие проекты: «Пункт технического обслуживания на 40 тракторов» – АПСР-17-9177.87, «Механизированный крытый зерноток площадью 1680 м²» – АПСР-17-0175.87. При разработке этих проектов были решены вопросы применения и расчета холодногнутых профилей открытого сечения, исследована действительная работа ферм из труб и их узлов, исследована работа трехслойных плит и т.д. Практическая реализация указанных проектов показала их высокую экономическую эффективность. При этом была решена проблема сохранности сельскохозяйственной техники для первичной переработки зерна. Технико-экономические показатели модуля «Татария» приведены в таблице 1.

Проект «Механизированный крытый зерноток» за высокие показатели по расходу металла (общий расход – 18,1 кг/м²) удостоен бронзовой медали ВДНХ СССР. В 1987 году было смонтировано 21,9 тыс. м² площадей зданий и сооружений. Дальнейшее развитие в строительстве зданий из ЛМК шло по пути совершенствования технологической базы, разработки и освоения новых конструктивных решений несущих и ограждающих конструкций и распространения ЛМК на новых объектах народного хозяйства. В частности, вводятся новые заводские мощности в п. Столбищи и г. Заинске, обеспечивающие производство профилированного стального настила и панелей типа «Сэндвич». При этом для изготовления несущих конструкций, например, стропильных ферм, стали применяться прямоугольные трубы, для сборки и сварки которых была разработана и запущена роботизированная линия. Среди новых объектов, выполненных с применением ЛМК, можно отметить овощефруктохранилища, холодильники, заводы по переработке сельхозпродукции, торговые центры и др.

Значительные научные, технические и экономические результаты (табл. 2) были получены от разработки, изготовления и строительства легких арочных зданий, используемых в качестве гаражей, павильонов, сенохранилищ, складов и т.п. [2]. При этом следует отметить, что поставки в нашу страну подобных арочных зданий из Финляндии (А/О Финмекано) закончились массовыми авариями [3], что свидетельствует о



Таблица 1

Технико-экономические показатели конструкций модуля «Татария»

Показатель	Ед. изм.	Наименование проекта, шифр		
		Пункт технического обслуживания. АПСП-17-9177.87	Механизированный крытый зерноток. АПСП-17-0174.87	Ангар для комбайнов и сложных с/х машин. АПСП-17-0175.87
Расход металла на объект, в том числе:	кг/м ²	40	18,5	16,8
1.1. Колонны, включая фахверковые	кг/м ²	12	3,4	1,7
1.2. Несущие конструкции покрытия	кг/м ²	23	10,3	8,4
1.3. Связи жесткости	кг/м ²	5,0	4,7	2,0
1.4. Прочие элементы и конструкции	кг/м ²	-	0,1	4,5
Стоимость строительно-монтажных работ	руб/м ² (*)	92,25	25,8	51,6
Трудоёмкость строительства	чел-дн/м ²	0,92	0,26	0,40

* - В ценах 1981 г.

более низком их техническом уровне.

Аналогичные конструкции арочных зданий стали выпускаться также и отечественными производителями в городах Смоленске, Краснотурьинске, Сызрани и др. Поэтому в начальный период первостепенной задачей являлась разработка усиленных вариантов конструкций арок, что успешно было реализовано на практике [3]. При этом несущая способность предлагаемых вариантов усиления арок проверялась экспериментально, для чего на кафедре металлических конструкций и испытания сооружений была разработана специальная методика их испытания, основанная на применении при загрузке полиспастовой системы. В последующем данная методика была использована для исследования действительной работы арок с оптимальными параметрами. Натурные испытания 24 различных конструкций арок, проведенные в лаборатории указанной выше кафедры, позволили уточнить действительную работу, сделать выводы о точности применяемых методов расчета и предложить новые, более эффективные конструктивные решения [4]. Данные конструкции арочных зданий обладают меньшими расходами стали (на 20-25%), а их новизна защищена 50 авторскими свидетельствами и патентами на изобретения. Общий объем строительства, в том числе и за пределами РТ, достиг 2 млн. м² в год. При этом были получены и важные научные результаты: разработана методика аналитико-численного определения напряженно-деформированного состояния и критических нагрузок потери устойчивости арок, предложены формулы по назначению оптимальных параметров решетчатых арок, методика назначения оптимального очертания оси арки при многовариантном нагружении. Впервые сформулирована возможность и предложены конструктивные решения унифицированных элементов, обеспечивающих возведение зданий произвольного пролета и очертания [5].

Унифицированный элемент представляет собой

стержень, как правило, из профильной стали, с крепежными элементами на концах, обеспечивающими их жесткое соединение под произвольным углом. Набором числа этих элементов и их сочленением между собой реализуется несущая конструкция произвольного пролета и очертания. Обеспечение несущей способности конструкции при изменении пролета и очертания достигается варьированием шага установки, использованием парных унифицированных элементов в напряженных сечениях, изменением статической схемы разработки и т.п. Указанная конструктивная система, реализующая принцип открытой типизации, защищена 12 авторскими свидетельствами на изобретения. Следует отметить, что практическая реализация этой системы арочных зданий осуществлена, в том числе, с применением стальных выштампованных отходов прессового производства КАМАЗа, для чего был проведен комплекс теоретических и экспериментальных исследований и разработаны критерии их годности [5].

Одной из новых областей эффективного применения зданий из ЛМК являются производственные здания пролетами 9-12 метров для фермерских хозяйств. Разработка подобных зданий с рамной конструктивной схемой из особо легких конструкций обеспечила расход металла в пределах 4-6 кг/м², что в 1,5 – 2 раза меньше, чем при применении традиционных конструктивных решений.

Дальнейшее расширение области применения ЛМК в РТ связано с их внедрением при строительстве быстровозводимых жилых домов, для чего в настоящее время освоено производство трехслойных плит со стальными обшивками и утеплителем из пенополистирола. Проведенные экспериментальные исследования действительной работы данных конструкций позволили предложить новые решения по узлам их соединения.

Многообразие конструктивных решений ЛМК



Таблица 2

Технико-экономические показатели облегченных арочных зданий

Показатель	Ед. изм.	Наименование проекта, шифр	
		Универсальное арочное хранилище с тентовым покрытием. АПСМ 813-0009.87	Универсальное отопляемое арочное хранилище. АПСМ 813-0139.87
Общий расход металла	кг/м ²	13	19
Стоимость строительно-монтажных работ	руб/м ²	20,9*	42,22*
Трудоёмкость строительства	чел/дн/м ²	0,19	0,39
*) в ценах 1981 года			

приводит к проблеме выбора оптимального решения. Использование для этих целей существующих методик, основанных на применении таких критериев, как минимум массы, стоимости и т.п., не приводит к достижению наилучшего результата. Поэтому была разработана методика выбора оптимального варианта конструктивного решения в системе ЛМК, основанная на учете и согласовании противоречивых интересов всех участников инвестиционного проекта [6].

Таким образом, впервые в РТ создана и функционирует новая отрасль стройиндустрии – заводское изготовление зданий и сооружений из легких металлических конструкций. Функционирование этой отрасли базируется на прочной научной и технологической базе. В процессе становления и развития данного направления подготовлено четыре кандидата наук, один доктор технических наук, а также десятки инженеров-строителей и проектировщиков. За период 1987-1997 гг. только ОАО «Тимер» было реализовано 1550 проектов зданий и сооружений с применением ЛМК.

Общий объем построенных зданий за данный период составляет 1 миллион 156 тысяч м². Для этого было изготовлено и смонтировано 102 тысячи тонн металлоконструкций. Новизна конструктивных решений защищена 57 авторскими свидетельствами и патентами РФ на изобретения.

Строительство указанных зданий и сооружений

позволило уменьшить стоимость строительства в пределах 10-20% на каждый м² построенной площади зданий.

Литература

1. На заседании Комиссии АПК. Газета «Известия» от 25.04.84 г.
2. Кузнецов И.Л., Салимов А.Ф., Зайнуллин Д.Г., Халитов Р.М. Экспериментальные исследования стальных решетчатых арок. Экспресс-информация. Серия 8. Строительные конструкции. Вып. 7.-М., 1987. С. 12-16.
3. Кузнецов И.Л., Салимов А.Ф. Усиление арок с безраскосной решеткой облегченных зданий. – Расчет и испытание металлических и деревянных конструкций. Межвузовский сборник. Казань: КХТИ. 1986. С. 69-74.
4. Кузнецов И.Л. Расчет и конструирование легких арок. Казань: КГАСА, 1996. 144 с.
5. Кузнецов И.Л., Пеньковцев С.А. Использование стальных выштампованных полосовых отходов для изготовления облегченных конструкций. – Сельское строительство. Серия Строительные материалы, конструкции зданий и сооружения. – М.: ЦНИИЭПсельстрой, 1986. С. 20-23.
6. Кузнецов И.Л. Выбор оптимального конструктивного решения в системе ЛМК. Казань: КИСИ, 1990. 89с.