



СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION
ТОМ 1, НОМЕР 1, 2005, 53-66
УДК 624.014

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ В ПРОМИСЛОВОМУ ТА ЦИВІЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ

С.Ф. Пічугін, О.В. Семко, Г.М. Трусов

*Кафедра конструкцій з металу, дерева та пластмас,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна, 36011
E-mail: sltgn@e-mail.pl.ua*

Отримана 8 листопада 2005; прийнята 12 грудня 2005

Анотація. У статті на основі узагальнення великого досвіду проектування та будівництва розглянуті різні типи несучих сталевих конструкцій. Виділені найбільш економічні із них, у тому числі: сталеві рамні конструкції, ферми великих прольотів, сталезалізобетонні рамні каркаси. Одержані результати можуть бути використані у промисловому та цивільному будівництві.

Ключові слова: несучі конструкції виробничих будівель, конструктивні схеми будівель, просторова жорсткість каркасів, навантаження на покриття, легкі сталеві конструкції, сталезалізобетонні конструкції.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С.Ф. Пичугин, А.В. Семко, Г.Н. Трусов

*Кафедра конструкций из металла, дерева и пластмасс,
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,
Первомайский проспект, 24, 36011, г. Полтава, Украина.
E-mail: sltgn@e-mail.pl.ua*

Получена 8 ноября 2005; принята 12 декабря 2005

Аннотация. В статье на основе обобщения большого опыта проектирования и строительства рассмотрены различные типы несущих стальных конструкций. Выделены наиболее экономичные из них, в том числе: стальные рамные конструкции, фермы больших пролетов, сталежелезобетонные рамные каркасы. Полученные результаты могут использоваться в промышленном и гражданском строительстве.

Ключевые слова: несущие конструкции производственных зданий, конструктивные схемы зданий, пространственная жесткость каркасов, нагрузка на покрытие, легкие стальные конструкции, сталежелезобетонные конструкции.

MODERN PROBLEMS OF BEARING STEEL STRUCTURES DESIGNING FOR INDUSTRIAL AND CIVILIAN CONSTRUCTION

S.F. Pichugin, A.V. Semko, G.N. Trusov

Department of Metal and Wooden Structures

Yuri Kondratyuk National Technical University of Poltava

Pershotravnevy av., 24, Poltava, Ukraine, 36011

E-mail: sltgn@e-mail.pl.ua

Received 8 November 2005; accepted 12 December 2005

Abstract. This material is based on a large bulk of design and construction data. Various types of bearing steel structures are under consideration. The most economical structural systems are determined. They are as follows: steel-framed structures, trusses of grand span, concrete-steel composite cross-frames. These results can be used for practical utilization in industrial and civil engineering.

Key words: bearing constructions of industrial buildings, design schemes of buildings, space rigidity of frames, loading on a coverage, light steelworks, steel-reinforced concrete structures.

Введение

На сегодняшний день в Украине резко сократились производственные мощности по изготовлению сборного железобетона. Расширение монолитного железобетонного домостроения требует значительных капиталовложений на опалубку, которая для окупаемости должна использоваться на нескольких объектах. В то же время Украина располагает значительными мощностями по выпуску стального проката и изготовлению металлоконструкций. Учитывая эти факторы, возрастает экономическая целесообразность использования несущих стальных конструкций при строительстве промышленных и гражданских объектов.

В Советском Союзе сфера применения стальных конструкций искусственно сдерживалась нормативным документом ТП 101-81[1] и регламентировалась большим числом типовых серий стальных конструкций, особенно для производственных зданий. Поэтому научные разработки в области металлоконструкций были нацелены на оптимизацию типовых решений, где экономия каждого килограмма стали на конструкцию давала значительный эффект в масштабах огромной страны [2,3]. В отдельных случаях проектировались уникальные общественные здания с применением стали, например, комплекс олимпийских соору-

жений в Москве, где во главу угла ставились вопросы надежности и учета всех особенностей работы сооружения [4].

Проблема обеспечения оптимальной надежности и минимальной стоимости металлических конструкций значительно обострилась в современных условиях рыночной экономики. Однако нерешенным, а может быть, и не сформулированным вопросом этой проблемы является разработка четких критериев и предпосылок, опираясь на которые инвестор может принять решение о целесообразности применения несущих стальных конструкций при возведении здания или сооружения.

В статье, на основе разработок авторов статьи, приводится анализ внедряемых в Украине несущих стальных конструкций с рекомендациями по расширению их использования. По нашему мнению, сегодня на процессы проектирования и возведения стальных конструкций влияют следующие факторы:

- жесткое требование минимизации массы несущих конструкций, непосредственно определяющей стоимость строительного объекта;
- использование индивидуальных, часто немодульных конструктивных схем зданий и сооружений;
- максимальное сокращение продолжительности строительства, темпы которого несравнимы с темпами советского строительства;

- неопределенность в назначении расчетных нагрузок на здания и сооружения, связанная с возможным изменением целевого использования и производственной мощности здания как в процессе проектирования и строительства, так и в течение достаточно короткого периода эксплуатации (от 2-х до 5 лет);
- требования высокой надежности здания в связи со значительной страховой стоимостью производственных и общественных ресурсов, которые в нем находятся.

Конструктивные решения каркасов производственных зданий

Рассмотрим основные конструктивные решения, которые наметились в последние годы при возведении современных стальных каркасов предприятий пищевой промышленности и индустрии строительных материалов.

Как правило, это бескрановые производственные цеха полезной высотой 4...8 м. Полная нагрузка на каркас таких зданий составляет 2,0...2,5 кПа, включая массу вентиляционного оборудования и технологических

трубопроводов. При компоновке конструктивной схемы таких зданий в первую очередь исходят из технологических требований, размеров поставляемого оборудования и максимальной экономии материалов. Проектирование ведется индивидуально и вопросы унификации, типизации, а также модульности размеров конструкций при таком строительстве уже не являются определяющими. Как показал опыт проектирования последних лет, рационально для таких зданий применение следующих конструктивных схем.

Рамные и рамно-блочные каркасы на болтовых фланцевых соединениях (рис. 1). Здания с такими каркасами имеют малую строительную высоту, быстро монтируются, высокоиндустриальны; рациональный перекрываемый пролет 20...40 м при шаге рам 4...10 м; расход стали 20...45 кг/м².

Стропильные фермы. Могут эффективно применяться как для новых объектов, так и для расширения существующих цехов при реконструкции и техническом перевооружении производства [5] (рис. 2, 3).



Рисунок 1. Стальной каркас со сплошными рамами



Рисунок 2. Каркас производственного здания пролетом 45м



Рисунок 3. Монтаж 3-этажного каркаса с фермами системы "Молодечно"

В рамках реализации инвестиционных проектов приходится решать проблемы реконструкции и перепрофилирования существующих или недостроенных производственных зданий под новые технологии, связанные с производством продукции различного назначения. Для размещения зарубежных гибких или трансформируемых технологических линий необходимы производственные помещения с шагом несущих конструкций 12х30 м, 12х45 м и более, в то время как большинство существующих зданий имеет густую сетку колонн 6х12 м, 6х15 м, 6х18 м.

Таким образом, перед проектировщиком ставится задача разработать нетиповые эффективные пролетные конструкции с нестандартными размерами, опирающиеся, как правило, на существующие колонны, стены, фундаменты. При этом для реализации инвестиционных проектов отводятся сжатые сроки, что сокращает время проектирования до минимума.

Как показывает опыт вариантного проектирования, таким требованиям достаточно полно удовлетворяет пролетная конструкция типа сквозной арки с затяжкой с прямолинейным или ломаным полигональным очертанием верхнего пояса. Расход стали на такое покрытие в условиях Украины составляет 20...25кг/м². Прямолинейность верхнего пояса обусловлена применением стального профилированного настила в качестве несущего и ограждающего элемента кровельного покрытия. Уклон верхнего пояса принимается 1/8...1/5 из условия использования в качестве утеплителя жестких минераловатных плит.

При проектировании подобных конструкций возникает ряд проблем, на которых остановимся детальнее.

Во-первых, учет фактической снеговой нагрузки, доля которой составляет 50...70% от полной нагрузки на ферму. По нашим данным, реальные снеговые нагрузки на территории Украины в 1,5...2,0 раза превышают расчетные значения согласно действующим нормам [6]. Без учета этого фактора надежность реконструируемых покрытий нельзя считать обеспеченной.

Во-вторых, вопрос пространственной жесткости легкой стропильной конструкции покрытия. Общая масса связевых конструкций может

быть сопоставима с массой несущих стропильных ферм или арок. Поэтому для уменьшения количества связей и повышения жесткости несущих конструкций при пролетах 35...45 м верхние сжатые пояса ферм были запроектированы из разнесенных парных швеллеров, а сечения слабонагруженных элементов решетки — с целью унификации — из одиночных гнутых швеллеров или парных уголков. Двустенчатое решение ферм указанных повышенных пролетов обеспечило также необходимую жесткость при их сборке и монтаже.

В-третьих, выбор оптимальной схемы решетки фермы или арки. С учетом повышения жесткости верхнего пояса и технологичности изготовления более эффективной оказалась разреженная решетка. При высоте ферм (без учета затяжки) 1,8...2,0 м расстояние между узлами варьировалось в пределах 1,5...3,0 м. Следует отметить, что при несимметричном нагружении фермы снеговой нагрузкой знак усилия изменялся в 30...40% элементов решетки. Поэтому требования равнонадежности элементов фермы, наряду с требованиями унификации элементов, несколько увеличивали массу решетки ферм или арок.

В-четвертых, вопросы сопряжения с существующими конструкциями. Это относится и к учету существующего очертания фронтонов и к образованию снеговых мешков на существующих прилегающих конструкциях при увеличении высоты вновь монтируемой фермы (арки) с затяжкой. Усиление существующих конструкций в районе образовавшегося снегового мешка следует решать в комплексе с проектированием конструкций торцового фахверка новой фермы (арки). Особое внимание при сопряжении следует уделять конструкции опорных узлов, которые должны быть достаточно развиты с учетом большой изменчивости прочности опорных частей и положения геометрических разбивочных осей существующего здания.

Следует отметить, что замена железобетонных конструкций более легкими металлическими (рис.2) позволила значительно снизить нагрузки на нижележащие колонны, стены и фундаменты даже при трехкратном увеличении пролета.

Рамно-подкосные системы. Изготовление и возведение таких систем не требует развитой заводской базы, они могут изготавливаться в условиях строительной площадки. Это системы достаточно легкие, расход стали может составлять 20...25 кг/м²; перекрываемый пролет 10...20 м при шаге рам 4...10 м (рис. 4).

В таблице 1 приведены примеры металлических каркасов производственных зданий, разработанных авторами статьи [7]. Анализ расхода металла дает основания полагать, что применение большепролетных каркасов ($l > 30$ м) приводит к увеличению массы стропильных конструкций и имеет свои закономерности оптимального выбора конструктивной формы. Если технологические процессы в здании не накладывают определенных ограничений на выбор конструктивной схемы каркаса, то достаточно эффективно применение рамно-подкосных систем, аналогичных хорошо известным решениям в деревянных конструкциях. Подобная схема позволяет принимать шарнирное сопряжение колонны с фундаментом и таким образом уменьшать размеры и массу фундаментов. При этом необходимая жесткость рамы обеспечивается подкосами, которые шарнирно примыкают к колоннам и стропильным балкам, уменьшая пролетные моменты в неразрезных стропильных балках и их сечения. В зарубежной практике проектирования металлических каркасов также широко применяются подкосные системы [8].

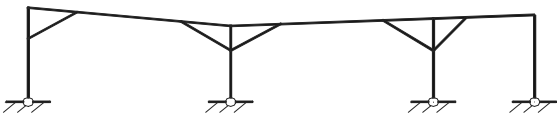
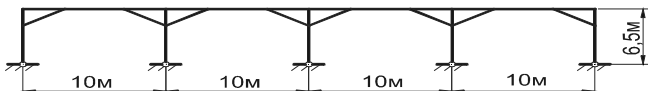
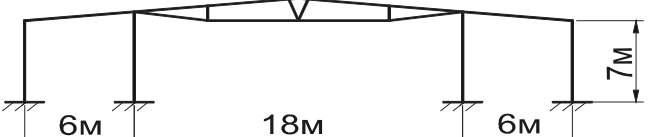
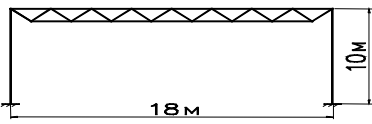
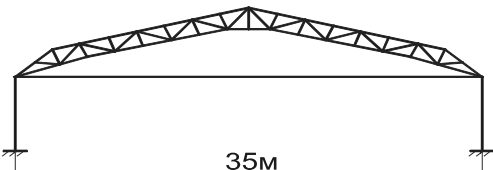
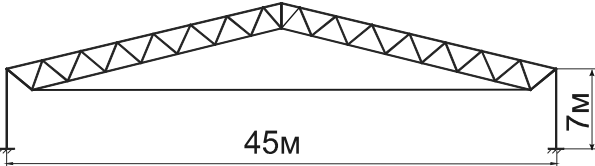
Колонны рассматриваемых каркасов запроектированы в основном из тонкостенных труб или составного прямоугольного сечения из прокатных профилей. Для повышения несущей способности колонн внутренние полости труб или составных сечений заполнялись бетоном. Таким образом, при гибкости $\lambda \approx 100$ и габаритах сечения 150...250 мм грузовая площадь колонн составляет около 100 м² при расходе металла 1,5...2,0 кг/м². Применение трубобетонных конструкций повышает их огне- и коррозионную стойкость, а также увеличивает сопротивление местному смятию в узлах примыкания подкосов, поскольку отпадает необходимость в устройстве нетехнологичных прорезных фасонки. К тому же трубобетонные колонны "устойчивы" к механическим воздействиям технологического транспорта, что немаловажно в процессе эксплуатации зданий.

Исходя из дискретности сортамента, рекомендуемый пролет рамно-подкосных систем составляет 9,0...15,0 м при шаге рам 4,0...8,0 м. Для пролетов более 15 м более эффективными оказались шпренгельные и малоэлементные легкие фермы. При этом несколько возрастает масса фундаментов из-за жесткого сопряжения их с колоннами. Такое решение вызвано необходимостью уменьшения высоты зданий, что определяется исходными данными на проектирование.



Рисунок 4. Примеры легких стальных рамно-подкосных систем

Таблица 1. Влияние конструктивной схемы на материалоемкость каркаса

Объект	Схема поперечника	Расход стали на каркас, кг/м ²			
		Стойки	Стропильные конструкции	Связи	Всего
Производствен. корпус ликеро-водочного завода		5.1	11	4.1	20.2
Производствен. корпус пивзавода		5.3	11	3.5	19.8
Склад завода безалкогольных напитков		5.1	14	3.5	22.6
Производствен. корпус кондитерской фабрики		4.8	17.2	2.3	24.3
Склада сахара		4.2	22	3.8	30
Завод стройматериалов		3.2	48.0	9.5	60.7

Перспективным проектным приемом, по нашему мнению, является совмещение функций связей и стропильных или подстропильных конструкций, что в совокупности образует пространственный блок покрытия и позволяет освободить нижние части колонн от элементов связей, что повышает коэффициент производственного использования площади пола промышленных зданий.

Опыт применения легких стальных конструкций при реконструкции

Применение легких стальных конструкций показало достаточную эффективность при реконструкции и расширении действующих производств. С расширением производства становятся актуальными вопросы достройки существующих одноэтажных производственных зданий (ОПЗ) с трансформацией однопролетных одноэтажных рам в двух, трехпролетные и т.д. конструкции, а также в двухэтажные системы. Авторами статьи был предложен ряд конструктивных решений, направленных на увеличение производственных площадей ОПЗ [9,11].

Пристройка дополнительных пролетов.

На одном из предприятий Украины возникла производственная необходимость пристройки к существующим однопролетным каркасам дополнительных пролетов. Безусловно, подобное решение возможно при условиях наличия резервов несущей способности фундаментов существующего здания (в данной статье этот вопрос не рассматривается). Пример реализованной достройки к стальной раме пролетом 25.0 м дополнительного пролета приведен на рис. 5. При этом

возникает определенное перераспределение усилий в существующей раме, когда крайняя колонна начинает работать как средняя, в результате чего в ней существенно уменьшается изгибающий момент, несколько увеличивается значение продольной силы. В рассмотренном случае это привело к заметному снижению напряжений в колоннах рамы двутаврового сечения. Одновременно наблюдалось некоторое увеличение изгибающего момента в опорном сечении ригеля существующей рамы, однако в результате уменьшения распора существенного увеличения напряжений в существующем ригеле не произошло.

Одним из осложнений при проектировании достройки легких стальных рам есть несовершенство действующих норм относительно снеговых нагрузок на территории Украины. Так, согласно [12] расчетная снеговая нагрузка для легких конструкций в Полтавском регионе (II-й снеговой район) не превышает 1,12 кПа. В то же время известно, о чем уже указывалось выше, что фактическая снеговая нагрузка может в 1.5-2.0 раза превышать эти значения [6]. Заметим, что проектом ДБН [13] предусмотрено увеличения снеговой нагрузки до 1,6...1,8 кПа для большей части территории Украины. Вдобавок при достройках рам возможно образование дополнительных снеговых мешков в ендовах с соответствующим коэффициентом $\mu=1,4$ ([12] приложение 3, схема 5, вар.2). Эти обстоятельства надо учитывать с целью обеспечения необходимой надежности конструкций ОПЗ после достройки.

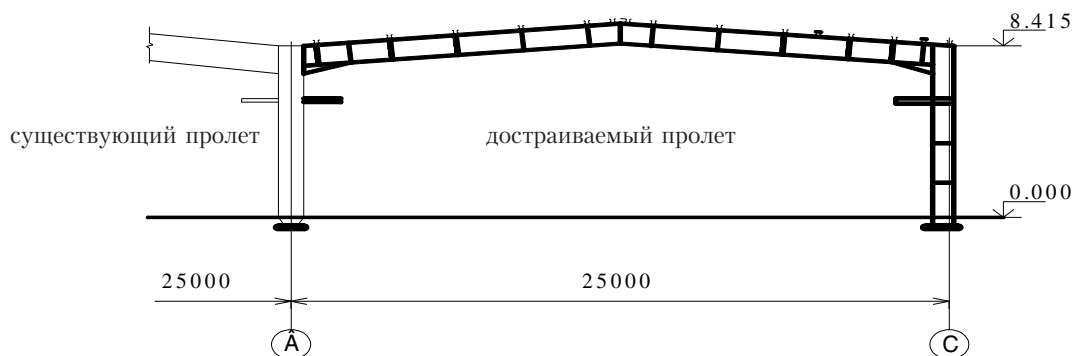


Рисунок 5. Достройка дополнительного пролета рамы

Таким образом, при достройке однопролетных рам следует тщательно учитывать все изменения их напряженно-деформированного состояния, вызванные новой статической схемой рамных конструкций и изменением распределения снеговой нагрузки. Такой подход дает возможность сократить, а в отдельных случаях исключить затраты на усиление конструкций рам, которые достраиваются.

Надстройка существующих зданий. Рассмотрим реальную ситуацию, когда возникла необходимость реконструкции однопролетных бытовых помещений путем надстройки существующего здания, поскольку площадь застройки предприятия была уже полностью использована. Тем не менее, при условиях наличия запасов несущей способности фундаментов, подобный вариант оказался довольно эффективным.

Была выполнена надстройка второго этажа над действующими бытовыми помещениями с размерами в плане 15х20 м. Каркас существующего помещения состоял из двух стальных несущих рам пролетом 20 м, расположенных с шагом 5 м и стоек фахверка, расположенных по торцам здания с шагом 5 м. Предложено устройство над существующими рамами комби-

нированных стропильных ферм с высотой, близкой к оптимальной ($1/4L$), что значительно уменьшило затраты металла (рис. 6). Соответственно были наращены фахверковые стойки торцов. Исходя из условий подбора сечения стоек по предельной гибкости, расчетные напряжения в существующих стойках фахверка после надстройки не превышали значений 100 МПа (до надстройки — 40 МПа).

В результате надстройки в существующих ригелях рам продольные силы и изгибающие моменты уменьшились более, чем вдвое за счет снятия из них временных снеговых нагрузок, которые раньше определялись по условия образования снеговых мешков ($\mu=3,0$) вследствие примыкания бытового корпуса к более высокому производственному помещению. После надстройки бытовой корпус имеет такую же высоту, как и соседний производственный корпус, что исключило образование снеговых мешков.

В стойках рамы за счет включения в работу ферм надстройки произошло перераспределение усилий, вследствие чего почти вдвое уменьшился изгибающий момент и возросла продольная сила, что привело к уменьшению ее эксцентриситета. Уровень расчетных нормаль-

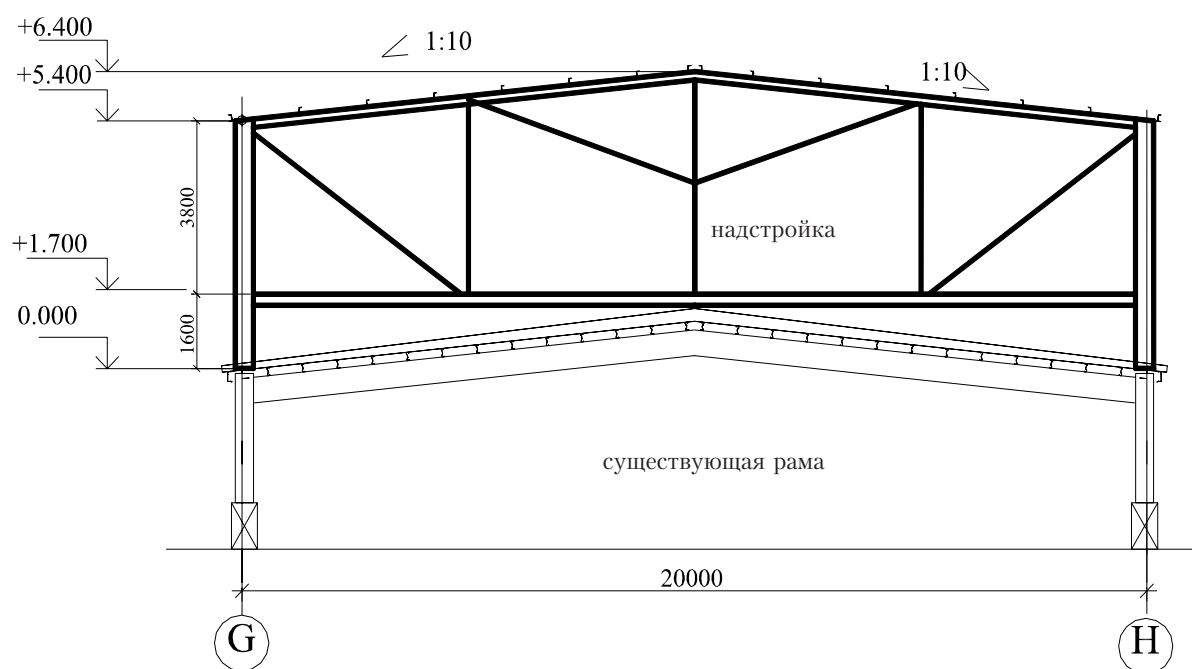


Рисунок 6. Надстройка однопролетной рамы

ных напряжений в стойках надстроенных рам уменьшился на 20% в сравнении с одноэтажным вариантом.

Следует отметить, что включение ригеля рамы в работу нижнего пояса фермы через коньковый узел почти не влияет на распределение усилий в сравнении с отдельной работой ригеля рамы или фермы. На рис. 7 показан процесс монтажа надстройки рамы.

Приведенные примеры показывают, что легкие стальные конструкции рам могут иметь определенные резервы несущей способности при достройках или надстройках. Для выявления этих резервов необходимо выполнять детальные расчеты с учетом изменений расчетной схемы и схем приложения нагрузок, которые возникают при реконструкции. Это позволяет проводить реконструкцию зданий с легкими рамными системами без значительного усиления существующих сечений несущих конструкций (при условии достаточной несущей способности фундаментов).

Рамные сталежелезобетонные каркасы

Более широкое применение стальных несущих конструкций для гражданских и общественных

зданий сдерживается повышенными требованиями к противопожарной безопасности и дорогостоящими методами повышения огнестойкости стальных конструкций. Здесь авторам видится перспективным применение сталежелезобетонных конструкций рамного типа.

При их возведении изготавливается легкий и быстромонтируемый стальной каркас. Стойки выполняются из электросварных труб, ригель принимается коробчатого сечения с растянутыми полками из стального листа. По ригелям укладываются и развариваются по верхнему и нижнему поясу сборные ребристые панели, которые используются в качестве несъемной опалубки под монолитную железобетонную плиту (рис. 8, 9). Плита объединяет все элементы каркаса в неразрезную сталежелезобетонную систему, высоконадежную и обладающую значительно большей результирующей несущей способностью, чем её составляющие элементы. Такие рамные системы рациональны для больших нагрузок на перекрытия (20...50 кПа). Для перекрываемых пролетов 4...12 м при шаге рам 6...12 м расход стали на перекрытие составляет 40...60 кг/м² [14].



Рисунок 7. Монтаж конструкций надстройки



Рисунок 8. Монтаж сталежелезобетонных многоэтажных каркасов: а — производственное здание; б — административно-бытовой корпус



Рисунок 9. Интерьер здания со сталежелезобетонным каркасом

Основная проблема таких систем — обеспечение совместной работы стальных, сборных и монолитных железобетонных элементов. В противном случае мы получаем традиционные сборные разрезные схемы, в которых монолитная железобетонная плита пола играет роль нагрузки, а не несущего элемента ригелей и плит перекрытий.

При обеспечении совместной работы гибкими анкерами можно получать комплексные сталежелезобетонные ригеля, в частности, при использовании стальных прокатных балок перекрытий с железобетонными панелями с пустотами (без закладных деталей). Совместная работа элементов перекрытия при этом обеспечивается бетонными шпонками, образованными монолитным бетоном в пустотах панелей, соединенных с балками гибкими анкерами.

Как было отмечено ранее, одна из проблем проектирования современных МК — это неопределенность нагрузок. Для железобетонных и сталежелезобетонных конструкций эта не-

определенность в некоторой мере компенсируется значительным собственным весом, достигающим до 50% полной расчетной нагрузки.

Ограниченный объем статьи не позволяет раскрыть более подробно вопросы проектирования и возведения сталежелезобетонных конструкций зданий различного назначения, для более детального знакомства с этой проблемой рекомендуем монографию одного из авторов статьи [14].

Стальные конструкции сооружений

Сегодня в отечественном строительстве стальные конструкции широко применяются также для строительства башенных и мачтовых сооружений средств связи, линий электропередачи, ветроэнергетических установок, сооружений индустрии развлечений и др.

По нашему мнению, в Украине в ближайшей перспективе будет увеличиваться при-



Рисунок 10. Стальные конструкции подвесных буксировочных канатных дорог: а — опора действующей дороги; б — монтаж опор канатной дороги

менение стальных конструкций для бугельных и кресельных канатных дорог. Строительство таких дорог сейчас разворачивается в украинских Карпатах. В этом отношении мы пока существенно отстаем от европейских стран. Так, на обычном горнолыжном курорте Италии или Австрии количество канатных дорог достигает сотен штук, объединенных в одну систему.

Авторы накопили определенный опыт трассировки, проектирования и проектного сопровождения ряда горнолыжных трасс Карпат с канатными подвесными дорогами [10]. Однако при проектировании подобных сооружений открытым пока остаются вопросы действительной работы конструкций, оценки их надежности, эксплуатации конструкций и воздействия особых нагрузок (гололедных, расчетных ветровых и т.п.).

Выводы

Специфические условия рыночной экономики способствуют расширению применения стальных конструкций зданий и сооружений различного назначения. Вместе с тем проектирование и возведение стальных конструкций в настоящее время должно удовлетворять жестким требованиям минимизации массы и сокращения продолжительности строительства, использовать индивидуальные и конструктивные немодульные схемы зданий и сооружений, преодолевать неопределенность расчетных нагрузок, связанную с возможным изменением целевого использования и производственной мощности здания, обеспечивать высокую надежность зданий в связи со значительной страховой стоимостью производственных и общественных ресурсов, которые в них находятся. На основе опыта реального проектирования и возведения ряда объектов обоснованы рекомендации по применению сплошных рамных конструкций, рамно-подкосных систем, покрытий увеличенных пролетов, сталежелезобетонных рамных каркасов.

Литература

1. ТП 101-81* Технические правила по экономному расходованию основных строительных материалов. - М.: Госстрой СССР, 1983.
2. Стрелецкий Н.С. Основные параметры конструкций промышленных зданий при их перспективном проектировании // Стрелецкий Н.С. Избранные труды. - М.: Стройиздат, 1975. - С.148 - 155.
3. Мельников Н.П. Металлические конструкции: Современное состояние и перспективы развития. - М.: Стройиздат, 1983. - 543с.
4. Дыховичный Ю.А. Большепролетные конструкции сооружений Олимпиады-80 в Москве. - М.: Стройиздат, 1982. - 277с.
5. Пичугин С.Ф., Семко А.В., Трусов Г.Н. Применение ферм больших пролетов при реконструкции промзданий // Строительство и техногенная безопасность.- Сб.науч. тр., вып.6. - Симферополь: КАПиКС, 2002. - С.137.
6. Пичугін С.Ф. Розрахункові коефіцієнти норм проектування на основі аналізу надійності сталевих конструкцій // Будівництво України. - 1994. - №1. - С.18 - 20.
7. Пичугин С.Ф., Семко А.В., Трусов Г.Н. О некоторых закономерностях минимизации массы легких стальных каркасов производственных зданий // 36. наук. праць (галуз. машинобудування, будівництво), вип.13. - Полтава: ПолтНТУ, 2003. - С.46 - 49.
8. Брудка Я., Любински М. Легкие стальные конструкции. - М.: Стройиздат, 1974. - 342с.
9. Пичугін С.Ф., Семко О.В., Трусов Г.М. Аналіз конструктивних рішень надбудови малоповерхових будівель // Сб. научн. тр. №30 "Инновационные технологии диагностики, ремонта, и восстановления объектов строительства и транспорта". - Дн-ск: ПГАСА, 2004. - С.162 - 166.
10. Пичугін С.Ф., Семко О.В., Трусов Г.М., Скляренко С.О. Узагальнення досвіду проектування буксирувальних канатних доріг // 36. наук. праць (галуз. машинобудування, будівництво), вип.15. - Полтава: ПолтНТУ, 2003. - С.54 - 59.
11. Пичугін С.Ф., Семко О.В., Трусов Г.М. Аналіз можливості добудови легких сталевих рам // Строительство, материаловедение, машиностроение. - Сб. научн. тр., вып. 35, часть 2. - Дн-ск: ПГАСА, 2005. - С.115 - 119.
12. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. - 36с.
13. ДБН В.1.2-...-2003. Система надежности и безопасности в строительстве. Нагрузки и воздействия (первая редакция).
14. Семко О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку стале-залізобетонних конструкцій. - Полтава: ПолтНТУ ім Юрія Кондратюка, 2004. - 320с.

Пичугін Сергій Федорович працює завідувачем кафедри конструкцій з металу, дерева та пластмас Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: теорія надійності будівельних конструкцій, імовірнісний опис навантажень, оцінка технічного стану та проектування металевих конструкцій, участь у розробці будівельних норм проектування.

Семко Олександр Володимирович працює доцентом кафедри конструкцій з металу, дерева та пластмас Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Подав до захисту докторську дисертацію на тему "Надійність сталезалізобетонних конструкцій". Наукові інтереси: теорія надійності будівельних конструкцій, страхові ризики у будівництві, оцінка технічного стану та проектування металевих, залізобетонних та сталезалізобетонних конструкцій, участь у розробці будівельних норм проектування.

Трусов Геннадій Миколайович працює заст. завідувача, доцентом кафедри конструкцій з металу, дерева та пластмас Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Наукові інтереси: робота і розрахунок стиснутих елементів металевих конструкцій, оцінка технічного стану та проектування металевих конструкцій.

Пичугин Сергей Федорович работает заведующим кафедрой конструкций из металла, дерева и пластмасс Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка. Академик Академии строительства Украины. Научные интересы: теория надежности строительных конструкций, вероятностное описание нагрузок, оценка технического состояния и проектирование металлических конструкций, участие в разработке строительных норм проектирования.

Семко Александр Владимирович работает доцентом кафедры конструкций из металла, дерева и пластмасс Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка. Представил к защите докторскую диссертацию на тему "Надежность сталежелезобетонных конструкций". Научные интересы: теория надежности строительных конструкций, страховые риски в строительстве, оценка технического состояния и проектирование металлических, железобетонных и сталежелезобетонных конструкций, участие в разработке строительных норм проектирования.

Трусов Геннадий Николаевич работает зам. заведующего, доцентом кафедры конструкций из металла, дерева и пластмасс Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка. Научные интересы: работа и расчет сжатых элементов металлических конструкций, оценка технического состояния и проектирование металлических конструкций.

Pichugin Sergiy Fedorovich is a Head of the Department of Metal and Wooden Structures of Yuri Kondratyuk National Technical University of Poltava. Academician of Ukrainian Construction Engineering Academy. His research interests include: reliability theory of building structures, probabilistic description of loads, technical state estimation and designing of metal structures, participation in the elaboration of Building Code.

Semko Oleksandr Volodymyrovych is an Associate Professor of the Department of Metal and Wooden Structures of Yuri Kondratyuk National Technical University of Poltava. He presented thesis for doctor of technical sciences degree "Reliability of steel-concrete composite structures". His research interests include: reliability theory of building structures, insurance risks in construction, technical state estimation and designing of metal, concrete and steel-concrete structures, participation in the elaboration of Building Code.

Trusov Gennadiy Mykolayovych is a Vice-Head, Associate Professor of the Department of Metal and Wooden Structures of Yuri Kondratyuk National Technical University of Poltava. His research interests include: working out and analysis of metal beam-column elements, technical state estimation and designing of metal structures.