

Пічугін С.Ф., д.т.н., професор
Чичулін В.П., к.т.н., доцент
Чичуліна К.В., к.т.н., доцент

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ЭФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ПРОЕКТУ СТАЛЕВОЇ БАШТИ

Наведено нові ефективні сталеві конструкції башти комплексного застосування, головні переваги яких полягають у легкості, міцності, економічності, надійності, зовнішній естетичності та довговічності. Запропоновано сучасні типи перерізів: коробчасті, гнуті, профільовані, перфоровані. Пропонується використання нових типів обрисів ферм і арокних решіток. Подано конструкцію комплексного застосування, на вимогу замовника, як промислове, так і цивільне. Запропоновано більш раціонально використовувати простір будівлі. Зазначено деякі питання виготовлення арок та монтажу несучих конструкцій. Розглянуто декілька варіантів несучих конструкцій і покриття залежно від призначення споруди. Приділено увагу зниженню металоємності й підвищенню екологічних властивостей будівлі. Подано загальну схему розташування конструкцій і відповідні перерізи. Розглянуто деякі конструктивні особливості такої конструкції.

Ключові слова: *сталева ферма, коробчастий переріз, башта.*

Пічугін С.Ф., д.т.н., професор
Чичулін В.П., к.т.н., доцент
Чичуліна К.В., к.т.н., доцент

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОЕКТА СТАЛЬНОЙ БАШНИ

Представлены новые эффективные стальные конструкции башни комплексного применения, главные преимущества которых состоят в легкости, прочности, экономичности, надежности, внешней эстетичности и долговечности. Применены современные типы сечений: коробчатые, гнутые, профилированные, перфорированные. Предложено использование новых типов очертания ферм и арокных решеток. Представлено конструкцию комплексного применения, по требованию заказчика, как промышленного, так и общественного. Предложено более рационально использовать пространство здания. Отмечены некоторые вопросы изготовления арок и монтажа несущих конструкций. Рассмотрено несколько вариантов несущих конструкций и покрытия в зависимости от назначения сооружения. Уделено внимание снижению металлоемкости и повышению экологических характеристик здания. Представлено общую схему расположения конструкций и соответствующие сечения. Рассмотрено некоторые конструктивные особенности данной конструкции.

Ключевые слова: *стальная ферма, коробчатое сечение, башня.*

*Pichugin S., ScD, Professor
Chichulin V., PhD, Associate Professor
Chichulina K., PhD, Associate Professor
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

CONSTRUCTION OF EFFECTIVE METAL TOWER

New effective designs of steel towers are represented in article. The main advantages consist in light-weighty, durability, profitability, reliability, external esthetics and longevity.

Applied modern types of sections: carobject, bent, profiled, perforated. Proposes the use of new types of the shape of farms and types of arch bars. Presents design features of an integrated application according to the needs of the customer, both industrial and civil. Rationally uses the space of the building. Noted some issues of manufacturing arches and installation of supporting structures. We have examined several structural and coating depending on the purpose of the facility. Attention is paid to the reduction of metal consumption and improve the environmental properties of the building. The General scheme of the location of structures and corresponding cross-sections. Discusses some of the design features of this design.

The article is devoted to peculiarities of design solutions of towers, search for new metal resource economical designs and their operating conditions. The present work deals with the study of the behavior of a design, means of stabilization, determination of rational dimensions. Previously performed numerical and experimental studies of metallic thin-walled beams has allowed to establish the need for the development of constructions as a whole and its individual lattice elements. In the conditions of modernity in the aggravation of the problems of energy saving and resource saving become topical issues of minimizing the weight of structures, saving labor costs and reducing construction time.

The results of these developments allow to increase the efficiency of metal construction with the use of effective elements, taking into account modern requirements to their design for wide introduction into practice while under the current system of normative documents.

On the basis of the research developed principles of rational design of steel towers. Taking into account existing recommendations for optimization of the new approaches to the field of optimal design of farm structures and types of lattices in an arched construction.

The article revealed that one of the ways to improve the efficiency and economy of steel building structures is the use of new progressive technologies, the widespread use of new economical sections of rolled products and creating new, more efficient designs using these profiles to create traditional constructive forms of new content, and make them simple and economical.

Formulated the problem of development, improvement and optimization of structures in the construction industry subject to constant scientific and technical progress. Priority has always been to increase the efficiency of the designs by reducing metal consumption, complexity of manufacturing and installation. Simultaneously, the urgent task is to improve the reliability of building structures, by improving methods of their calculation and design.

The work solves the problem of increasing the effective use of the metal in the rod structures, which is expressed in application optimal form elements depending on work structures with increasing bearing capacity and reducing the material consumption of the structure.

Keywords: *steel frame, box-shaped section, tower.*

Вступ. У практиці зведення конструкцій башт сталеві конструкції мають суттєві переваги, головними з яких є легкість, економічність, міцність, довговічність. Покращити такі показники можна за рахунок застосування легких ефективних коробчастих перерізів та нових обрисів ферм з арочною решіткою.

На сучасному етапі розвитку ринку металевих конструкцій усе більше набирають популярності нові типи перерізів: гнуті, коробчасті, профільовані, перфоровані. Тому поширене застосування перерізів такого типу стимулює до розроблення ефективних конструктивних елементів та нормативної бази розрахунку цих конструкцій. Досить важливим питанням є проектування нових конструктивних форм обрисів конструкцій, застосування нових ефективних матеріалів, підвищення стійкості до корозійних руйнувань і довговічності. У будівництві необхідно застосовувати новітні технологічні розробки при зведенні цивільних, адміністративних, складських, промислових будівель та споруд.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Удосконаленню конструктивної форми ґратчастих башт вітроелектроустановок з урахуванням їх динамічного поведіння та забезпечення експлуатаційної надійності присвячена дисертаційна робота М.В. Бусько [1]. Треба відмітити, що вдосконалювання сталевих башт суттєво пов'язано з дослідженням і створенням конструкцій мінімальної маси й вартості. Так В.Ф. Павловський, М.П. Кондра [2] при оптимізації сталевих башт урахують взаємозв'язок зовнішнього навантаження з оптимальними параметрами, від яких залежить навантаження; зокрема, задача пошуку мінімальної маси розв'язується з використанням аналітичних методів і ПЕОМ. Автори [3] досліджували конструктивну форму металевих телевізійних башт великої висоти. Аналізуючи колективну роботу [4], відмітимо, що автори розробили метод оптимізації параметрів перехідних башт, при якому загальна конфігурація башти передбачається заданою, шуканими параметрами є розміри панелей та їх кількість. У цьому випадку мінімальна маса конструкції опори визначається побудовою алгоритму, заснованого на методі динамічного програмування, при задоволенні вимог сортаменту і граничної гнучкості. Наведений огляд науково-технічної та нормативної літератури за напрямом досліджень засвідчив недостатність висвітлення цього питання у вітчизняному науковому середовищі.

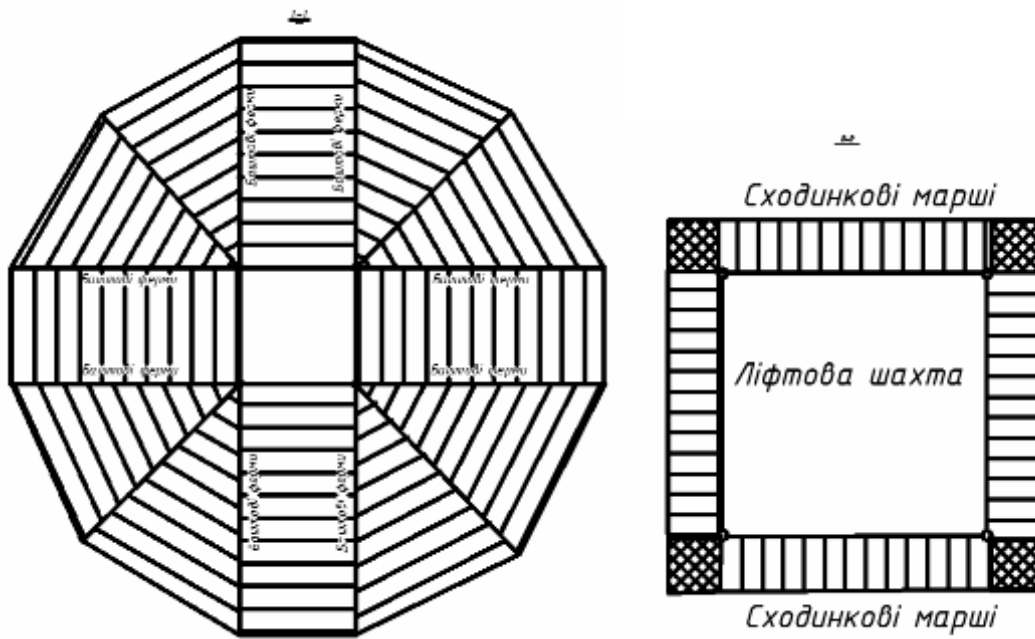
Не розв'язаною раніше частиною проблеми є те, що стрімкі темпи будівництва у нашій країні сприяють зростанню потреби в пошуку нових ефективних, технологічних, екологічних, енергозберігаючих конструктивних форм конструкцій.

Мета дослідження. На основі зарубіжного та вітчизняного досвіду застосування сталевих конструкцій була сформульована мета дослідження, яка полягає в представленні нових легких ефективних конструкцій і визначенні їх головних переваг порівняно з традиційними рішеннями.

Основний матеріал і результати. На основі проведених раніше ґрунтовних наукових досліджень [5 – 8] доведено доцільність використання ферм з коробчастих перерізів з паралельними поясами, тому нижче наведено нові конструктивні рішення легких ефективних ферм, які можна застосовувати в будівництві об'єктів різноманітного призначення.

Запропонована ефективна конструкція сталевої ферми з арочною решіткою з використанням коробчастих перерізів (рис. 1) [7, 8]. Конструктивна особливість зазначених ферм полягає в тому, що, залежно від призначення, для промислового використання – решітка трикутна, для цивільного призначення з використанням більшого простору – решітка двохарочна (варіант 2) або одноарочна (варіант 3) (рис. 2).

а)



б)

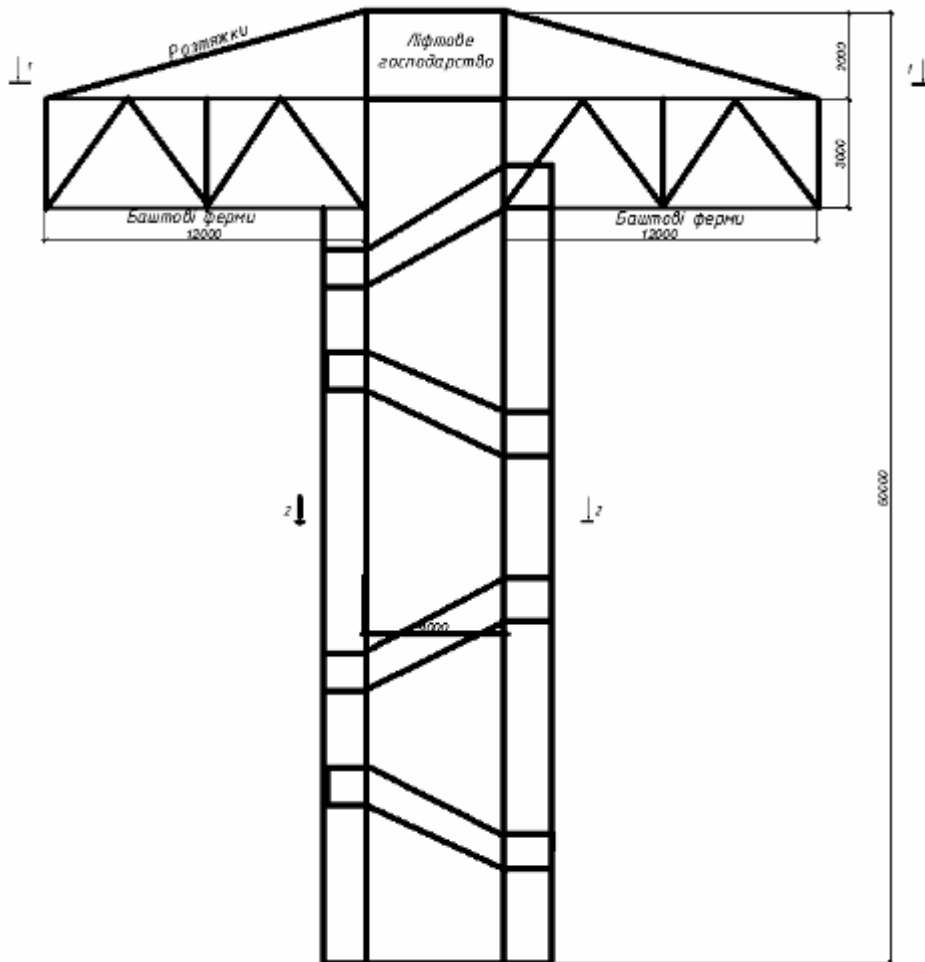


Рисунок 1 – Сталева башта комплексного призначення:
а – схеми перерізів башти; б – фасад споруди

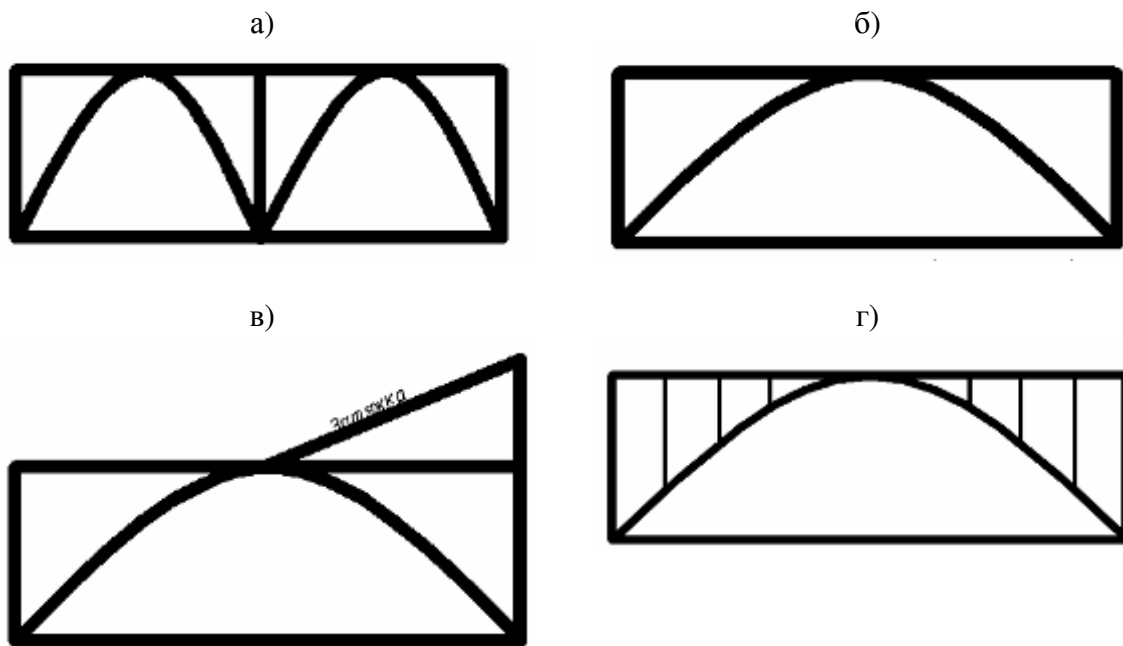


Рисунок 2 – Сталеві баштові ферми з арочною решіткою:

а – решітка з двох арок; б – решітка з однією аркою;
в – арочна ферма з розтяжкою; г – решітка зі стійками

Перерізи в усіх випадках виконані з квадратних труб. Для цивільної споруди (кафе, ресторан тощо) можна застосовувати прозоре покриття (органічне скло) підлоги й стін. Для промислового використання (сушарка та ємність для зерна) необхідно застосовувати для огорожувальних конструкцій легкий оцинкований профільований лист. Стовбур башти необхідно конструювати з 4-х стрижнів, перерізи яких мають бути як суцільними, так і наскрізними, або із застосуванням використаних раніше просторових кранових елементів. Стовбур башти необхідно використати для ліфтового вантажопасажирського господарства та для розташування зовні сходникових маршів, котрі виконують резервну протипожежну функцію. Усі ці елементи повинні бути відгороджені сіткою, яка може бути врахована розрахунком як в'язева між гілками башти і підвищувати її геометричні характеристики (рис.1, а, переріз 2-2).

Перший варіант (рис. 1, б) може бути використаний для промислового застосування. 2-й – 4-й варіанти можна розглянути для цивільного призначення залежно від необхідного простору будівлі, який використовується для залу кафе, ресторану тощо. При застосуванні 4-го варіанта (рис. 2, в) можна зменшити металоємність конструкції за рахунок скорочення розтяжки, котра використовується. Ферма зі стійками (рис. 2, г) може використовуватися залежно від розміру консолі, щоб зробити відповідне покриття будівлі. Підлога виконана по прогонах, крок яких обумовлюється несучою здатністю і відстанню між фермами та визначається оптимальним. Розташування конструкції обумовлюється лише потребою замовника й може бути як у житловій, так і промисловій зоні, залежно від призначення споруди.

З'єднання ферм та колон виконуються фланцевими для спрощення монтажних операцій. Прогони закріплюються до ферм на болтах. Потрібно при зведенні виключити застосування зварювання. Монтаж башти дозволяється виконувати на землі та підіймати її частково у зібраному стані. Арки для ферм виконуються окремо за допомогою згинальних машин або з використанням часткового нагрівання і згину замкнених профілів по шаблону. При згинанні зварних замкнених профілів слід уважно контролювати шви, в яких виникають додаткові внутрішні локальні напруження.

Висновки. Запропоновані нові конструктивні рішення ефективних ферм з ааточною решіткою, котрі мають високі характеристики несучої здатності й використання корисного простору, мінімізують матеріальні та працевтрати. Конструкція цього типу має підвищені екологічні властивості, тому що займає небагато місця і не затіняє навколишнє середовище. При її використанні як зернової сушарки застосовується екологічно чиста сонячна енергія.

Література

1. Бусько М. В. Удосконалення конструктивної форми металевих гратчастих баишт вітроагрегатів: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.23.01 / М. В. Бусько. – Макіївка, 2005. – 25 с.
2. Стальные баишн: проектирование и монтаж / В. Ф. Павловский, М. П. Кондра. – К. : Будівельник, 1979. – 200 с.
3. Тайны стальных конструкций / Арошенко М., Гордеев В., Лебедич И. / под ред. А. В. Шимановского и В. Н. Гордеева. – К. . «Сталь», 2004. – 304 с.
4. Зевин А. А., Кузнецова Л. Е., Тиходеев Н. Н., Чудный В. С. Сравнение затрат стали на опоры воздушных линий электропередачи постоянного и переменного тока. VI Симпозиум «Электротехника – 2010». – М., 2001. – Т.1.
5. Пічугін С. Ф. Застосування комбінованих аочно-стрижньових елементів в плоских конструкціях / С. Ф. Пічугін, В. П. Чичулін, К. В. Чичуліна // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 28. – С. 399 – 404.
6. Пат. 80802 Україна, МПК (2006) E04C 3/02. Сталева балка з подвійною поперечно профільованою стінкою, розкріплена решіткою у вигляді аочних елементів / С. Ф. Пічугін, В. П. Чичулін, К. В. Чичуліна; заявник і патентовласник – Полтавський нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – № u2012 14863; заявл. 24.12.2012; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 11.
7. Пат. 98332 Україна, МПК (2006) E04C 3/02. Ресурсоекономна комбінована металева конструкція // С. Ф. Пічугін, В. П. Чичулін, К. В. Чичуліна; заявник і патентовласник – Полтавський нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – № u201411961; заявл. 05.11.2014; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 8.
8. Пат. 98331 Україна, МПК (2006) E 04 C 3/02. Комбінована металева конструкція ферми / С. Ф. Пічугін, В. П. Чичулін, К. В. Чичуліна; заявник і патентовласник – Полтавський нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – № u201411960; заявл. 05.11.2014; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 8.
9. Hiroi I. Plate-Girder Construction (Classic Reprint) / I. Hiroi. – Publisher «book on demand», 2015. – 116 p.
10. Hudson C. Notes on Plate-Girder Design (Classic Reprint) / C. Hudson. – Publisher «book on demand», 2015. – 96 p.
11. Crehore J. Mechanics of the Girder / J. Crehore. – Publisher «book on demand», 2015. – 594 p.
12. Modified method of Prestressing Steel Trusses by inducing Lack of fit / P. Raju, T. Sandeep.– LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 168 p.
13. Kozy B. Chord Bearing Capacity in Long-span Tubular Trusses / B. Kozy.– Scholars' Press, 2013. – 172 p.
14. Thai H. Advanced Analysis of Steel Frames / Huu-Tai Thai.– Scholars' Press, 2012. – 180 p.

© Пічугін С.Ф., Чичулін В.П., Чичуліна К.В.
Надійшла до редакції 05.11.2015