



Қазақстан Республикасы  
Ұлттық инженерлік академиясының  
**Х А Б А Р Ш Ы С Ы**

**В Е С Т Н И К**

Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан





Қазақстан Республикасы  
Ұлттық инженерлік академиясының

# ХАБАРШЫСЫ

---

## ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан

№ 2 (64)

Алматы  
2017

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РК

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
академик Б. Т. ЖУМАГУЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. К. Надиров – академик, заместитель главного редактора; Ж. Т. Багашарова – ответственный секретарь; академик Ж. М. Адилов, академик А. Ч. Джомартов, академик Р. А. Алшанов, академик М. Ж. Битимбаев, академик М. М. Бекмагамбетов, академик А. В. Болотов, академик А. И. Васильев (Украина), академик Б. В. Гусев (Россия), академик Г. Ж. Жолтаев, академик П. Г. Никитенко (Белоруссия), академик К. К. Кадыржанов, академик К. С. Кулажанов, академик А. А. Кулибаев, академик М. М. Мырзахметов, академик Х. Милошевич (Сербия), академик А. М. Пашаев (Азербайджан), академик А. Ш. Татыгулов, академик А. К. Тулешов, академик Ю. И. Шокин (Россия).

INTERNATIONAL  
SCIENTIFICALLY-TECHNICAL JOURNAL  
HERALD TO NATIONAL ENGINEERING ACADEMY  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

B. T. ZHUMAGULOV  
Editor-in-Chief, academician

THE EDITORIAL BOARD:

N. K. Nadirov – academician, Deputy Editor; Zh. T. Bagasharova – Managing Editor; Zh. M. Adilov, academician; A. Ch. Dzhomartov, academician; R. A. Alshanov, academician; M. Zh. Bitimbayev, academician; M. M. Bekmagambetov, academician; A. V. Bolotov, academician; A. I. Vasilyev, academician (Ukraine); B. V. Gusev, academician (Russia); G. Zh. Zholtayev, academician; P. G. Nikitenko, academician (Belorussia); K. K. Kadyrzhanov, academician; K. S. Kulazhanov, academician; A. A. Kulibayev, academician; M. M. Myrzakhmetov, academician; H. Miloshevich, academician (Serbiya); A. M. Pashayev, academician (Azerbaijan); A. Sh. Tatygulov, academician; A. K. Tuleshov, academician; Yu. I. Shokin, academician (Russia).

## FOUNDER:

Republic public association  
“National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan”.

Published since 1997 year.

Issued 4 times a year.

Certificate about registration the edition N 287, November, 14, 1996,  
was given by National agency on affaires of press and mass information  
of the Republic of Kazakhstan.

Certificate about re-registration N 4636-Zh, January, 22, 2004,  
was given by Ministry of information of the Republic of Kazakhstan.

The Committee of Science of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan has  
included the Journal into the list of issues for publication of the main results of scientific-technical  
investigations of applicants for scientific degrees ( Doctor philosophy PhD, Doctor on specialization)  
and academic ranks (Professor and Associate professor).

The Journal was included into international English-language abstracts database on technical sciences  
“INSPEC”.

Subscription to journal may be drawn up at post offices of OJSC “Kazpochta”,  
in PLL Agency “Evraziya press” and PLL Agency “Evrika press” .

### *Subscription index:*

for natural persons – 75188,

for juristic persons – 25188.

Subscription continues during a year.

Address of editorial offices: 050010, Almaty city, Bogenbay Batyr str., 80, off. 415.

Tel. 8-7272-915290, fax: 8-7272-915190,

e-mail: [nia\\_rk@mail.ru](mailto:nia_rk@mail.ru), [ntpneark@mail.ru](mailto:ntpneark@mail.ru), [www.neark.kz](http://www.neark.kz)

---

ISSN 1606-146X

© National Engineering Academy  
of the Republic of Kazakhstan, 2017

УДК 624.074

**Г. М. ГАСИЙ**

*Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка*

## **К ВЫБОРУ ФОРМЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРУКТУРНО-ВАНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Представлены принципы проектирования форм несущих вантовых элементов, которые входят в состав впервые разработанных пространственных сталежелезобетонных конструкций. Такие конструкции облегчены за счет включения в совместную работу гибких вант. Ванты используются в качестве дополнительных несущих элементов, которые воспринимают усилия растяжения. При помощи разработанных узлов они крепятся к основной несущей системе, которая состоит из сталежелезобетонных пространственных модулей.*

**Ключевые слова:** ванта, форма, сталежелезобетон, конструкция, болт.

*Мақалада ең алғаш өңделген кеңістік темірқұрышбетонды конструкциялардың құрамына енетін көтеруші керме элементердің пішінін жобалаудың қағидалары көрсетілген. Мұндай конструкциялар жұмысқа қосымша иілгіш керміктерді кірістіру барысында жеңілдетілді. Керміктер керілу күшін өзіне қаратушы қосымша көтеруші элемент ретінде қолданылады. Керміктер өңделген түйіндердің көмегімен темірқұрышбетонды кеңістік модульдерден құралған негізгі көтеруші жүйеге бекітіледі.*

**Кілттік сөздер:** кермік, пішін, темірқұрышбетон, бұрандама.

*The article presents the principles of designing and shaping cable systems, which are part of the first developed steel and concrete composite cable space frames. The structures are facilitated by the inclusion in the joint work of flexible cables. Cable are used as the main load-bearing elements that in the tensile. Cable with the help of specially designed nodes are joined to the main load-bearing system, which consists of steel-concrete space modules.*

**Keywords:** cable, shape, steel, concrete, structure, bolt.

**Введение.** Пространственные сталежелезобетонные структурно-вантовые конструкции являются новым типом несущих систем, которые за счет универсальности и оригинальности конструктивного решения имеют широкою область применения [1]. Они используются в качестве как вертикальных, так и горизонтальных конструкций, которые выполняют одновременно две функции – ограждающую и несущую (рисунок 1). Автор не останавливается на конструктивных особенностях исследуемых систем, поскольку уже существует множество работ, которые объясняют и демонстрируют

преимущества сталежелезобетонных структурно-вантовых конструкций [2, 3]. В этой статье акцент делается на проблеме проектирование форм таких конструкций, поскольку они включают в свою структуру вантовые элементы, которые по физической природе не могут воспринимать усилия сжатия и являются гибкими, то есть не могут воспринимать внешние нагрузки за счет жесткости.

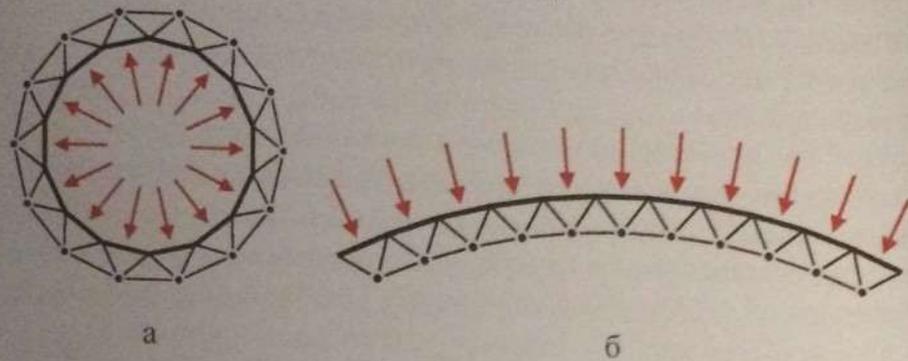


Рисунок 1 – Примеры сталежелезобетонных структурно-вантовых резервуаров (а) и покрытий (б)

**Обзор последних исследований** показал, что эти конструкции хорошо изучены экспериментально и численно при помощи разных расчетных программных комплексов. Также обоснована их технико-экономическая эффективность по сравнению с классическими решениями [4].

**Выделение нерешенной части общей проблемы.** Из обзора литературы установлено, что пространственные сталежелезобетонные структурно-вантовые конструкции являются новым перспективным видом строительных конструкций, которые имеют большое разнообразие конструктивных решений, но их применение сдерживается отсутствием четких понятий проектирования и формообразования.

**Постановка задачи исследования.** Установить основные проблемные аспекты проектирования формы пространственных сталежелезобетонных структурно-вантовых конструкций и найти способы их решения.

**Основной материал и результаты.** Вместе с проблемой поиска способов комбинирования стальных и бетонных элементов в единую пространственную сталежелезобетонную структурно-вантовую конструкцию стоит вопрос ее формообразования, поскольку на технико-экономические показатели конструкции влияют не только физико-механические свойства использованных материалов, но и геометрические решения. К примеру, в [5] описываются способы экономии материалов и уменьшения затрат труда за счет экспериментов с формами железобетонных оболочек. В общем соответствующее формообразование и поиск путей оптимизации геометрии пространственной конструкции могут дать положительный эффект и улучшить ее прочностные характеристики, в частности уменьшить изгибающие моменты или вообще исключить вероятность их появления.

К моменту появления мощной вычислительной техники для поиска эффективных форм пространственных конструкций использовались упрощенные методы, которые основаны на предыдущем опыте и экспериментах с физическими моделями. Однако

и в эпоху персональных компьютеров часто встречаются работы, посвященные созданию упрощенных методов формообразования. Подход, описанный в [6], позволяет быстро определить желаемую форму здания или сооружения и легко спроектировать ее без проведения сложных математических расчетов. Эта работа освещает процесс проектирования конструкций, включая выбор необходимых материалов, поиска приемлемой конфигурации, определения внутренних усилий и размеров конструктивных элементов, а также разработки соответствующих узловых соединений и принятия метода возведения.

В общем при проектировании пространственных конструкций многие факторы могут влиять на геометрию их формы, например высота, масса, степень модульности и тому подобное. Решению проблемы оптимального проектирования и формообразования пространственных конструкций и систем посвящены работы W. Herget, J. Lienhard, S. J. Medwadowski, I. Mekjavić, M. Melaragno, H.T. Wong, W. Zalewski и др.

Итогом исследования [7] является утверждение, что сводчатые системы дают возможность возводить не только ортогональные или прямолинейные в плане, но и криволинейные большепролетные и пространственные покрытия. Такие конструкции являются чрезвычайно популярными, поскольку возводились в разных регионах мира и в разные времена, в том числе в Древней Греции, Египте, Китае и Индии. К таким конструкциям относятся и оболочки, к тому же установлено, что для такого типа конструкций эффективно применять не только традиционный железобетон, но и сталежелезобетон [8]. Несмотря на преимущества, применение цилиндрических оболочек несколько ограничивается их склонностью к потере устойчивости вследствие появления в процессе монтажа или эксплуатации небольших отклонений от исходной геометрии [9].

В работе [10] сформулированы общие принципы формообразования и структурного анализа изогнутых конструкций. Сущность работы заключается в выработке общих понятий формообразования несущих систем и структурного анализа изогнутых структур. Опираясь на результаты инженерного и исторического изыскания, рассматриваются методология, механические и материальные основы таких систем. Установлено, что поведение несущей системы связано с влиянием остаточных напряжений изгиба на жесткость, масштаб и устойчивость таких конструкций.

В последние годы для решения проблемы формообразования широко применяют вычислительную технику [11]. В статье [12] на примере реальных объектов показано, как применение компьютеров позволяет значительно расширить возможности методов оптимизации при проектировании бетонных оболочек. Результаты подтверждают, что значительное улучшение пространственной работы может быть достигнуто даже с небольшими геометрическими изменениями.

С учетом значительного количества факторов, влияющих на форму пространственных и большепролетных конструкций, для удобства проектирования их следует классифицировать. В общем случае несущие системы делят на пять групп, а именно несущие системы активны по форме, вектору, сечению, поверхности, высоте [13].

Несущие системы, активные по форме, воспринимают и передают нагрузки благодаря нормальным усилиям, то есть элементы таких конструкций являются сжатыми или растянутыми. Благодаря системе из подвешенных вант образуется несущая ванта,

которая способна удерживать собственный вес и воспринять нагрузки исключительно за счет усилия растяжения.

Характерными признаками несущих систем, активных по форме, являются такие, которые отводят внешние силы с помощью простых усилий: арка – с помощью усилий сжатия, а ванта – с помощью усилий растяжения. Особенность таких форм заключается в том, что если расположение нагрузки изменяется, то меняется и форма. Причем несущая ванта в таком случае самостоятельно принимает новую форму, а несущая арка вынуждена принимать возможное появление моментов за счет своей жесткости.

Легкость несущей ванта по отношению к арке является недостатком таких систем. Из-за собственной малой массы и гибкости, при большой длине несущая ванта очень подвержена воздействию воздушных потоков, колебаниям, асимметричным и подвижным нагрузкам, что может вызвать критические деформации (рисунок 2).

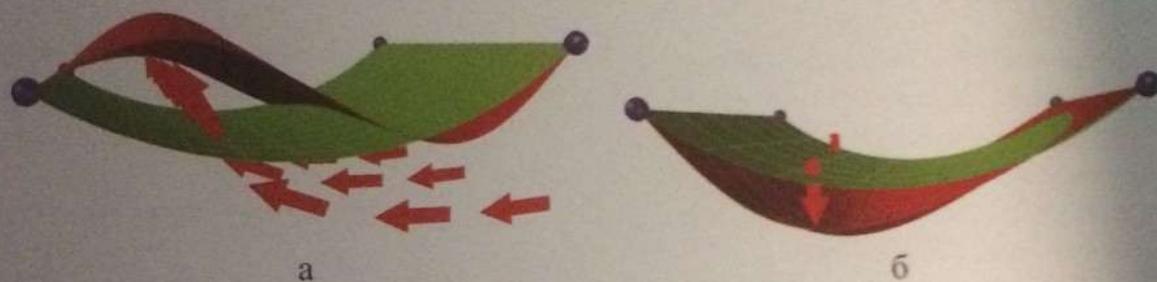


Рисунок 2 – Деформации вантовых покрытий от ветровых потоков (а) и несимметричной нагрузки (б)

Решить эту проблему можно путем предварительного напряжения системы, однако такое решение способствует увеличению строительной высоты здания (см. рисунок 2, а), а также часто усложняет технологию его возведения. Альтернативным и более эффективным способом, который поможет избавиться от недостатков вантовых систем, является придание конструкции особой формы (см. рисунок 1) [14]. Особая форма покрытия обеспечивается за счет второго пояса, выполненного из отдельных сталежелезобетонных пространственных элементов, соединенных между собой жесткими болтовыми узлами. Такое решение позволяет не только придать конструкции необходимую жесткость, но и обеспечить гибкость к формообразованию, избегая критических деформаций, свойственных сугубо вантовым конструкциям.

В таком случае несущая ванта стабилизируется и получает возможность воспринимать дополнительные, направленные вверх силы. Что касается несущей арки, то она может быть предварительно сжатой с помощью элементов, работающих на растяжение, чтобы иметь возможность принять асимметричные нагрузки без достижения критической деформации.

**Выводы.** В результате анализа теоретических и экспериментальных исследований сталежелезобетонных структурно-вантовых конструкций установлены их эффективность и технико-экономическая целесообразность использования в качестве покрытий большепролетных зданий и сооружений. В связи с этим была решена проблема, которая заключалась в отсутствии понятий проектирования формы таких конструк-

ций. Путем анализа особенностей работы известных несущих систем под действием внешней нагрузки получены базовые принципы формообразований поверхностей применительно к новому типу конструкции – пространственной сталежелезобетонной структурно-вантовой.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Стороженко Л.І., Гасій Г.М., Гапченко С.А. Просторові сталезалізобетонні структурно-вантові покриття. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 218 с.
- 2 Гасій Г.М., Заболотский О.С. Эффективные конструктивные решения для пространственных сталежелезобетонных несущих элементов // ҚазБСКА Хабаршасы. – Алматы: ҚазБСКА, 2016. – № 3. – С. 94–103.
- 3 Gasii G. M. Types of steel and concrete composite cable space frames // Science and Transport Progress // Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. – 2016. – № 6 (66). – P. 158–165.
- 4 Gasii G.M. Comparative characteristics of the spatial grid-cable steel-concrete composite slab // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Теорія і практика будівництва. – 2016. – № 844. – С. 260–265.
- 5 De Anda E.X. Candela. – Koln: Taschen, 2008. – 96 p.
- 6 Allen E., Zalewski W. Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures. – John Wiley and Sons, 2009. – 640 p.
- 7 Medwadowski S. J. Buckling of Concrete Shells: An Overview // Journal of the International Association for Shell and Spatial structures. – 2004. – Vol. 45, N1. – P. 51–63.
- 8 Wong H. T. Behaviour and modelling of steel-concrete composite shell roofs. – Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University, 2005. – 420 p.
- 9 Mekjavić I. Buckling analysis of concrete spherical shells // Technical Gazette. – 2011. – Vol. 18, N4. – P. 633–639.
- 10 Lienhard J. Bending-active structures. PhD Thesis. – Stuttgart: University of Stuttgart, 2014. – 211 p.
- 11 Bechthold M. Innovative surface structures: Technologies and applications. – New York: Taylor and Francis, 2008. – 240 p.
- 12 Tomás A., Martí P. Shape and size optimisation of concrete shells // Engineering Structures. – 2010. – Vol. 32, N6. – P. 1650–1658.
- 13 Engel H. Structure Systems. – Ostfildern: Hatje Cantz, 2009. – 352 p.
- 14 Стороженко Л.І., Гасій Г.М. Особливості конструктивного рішення та проектування повнорозмірного експериментального зразка структурно-вантового сталезалізобетонного покриття // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – Вип. 1. – С. 51–59.

## CONTENTS

### THE KEY PROBLEMS of the DEVELOPMENT of SCIENCE and ENGINEERING ACTIVITY

- World Congress of Engineers and Scientists WSEC-2017: «Energy of the future: innovative scenarios and methods for their implementation» ..... 5
- Abykaev N.A.* Speech at the World Congress of Engineers and Scientists WSEC-2017: «Energy of the future: innovative scenarios and methods for their implementation» ..... 12
- Greeting of the President of the Republic of Kazakhstan *N.A. Nazarbayev* at the World Congress of Engineers and Scientists WSEC-2017: «Energy of the future: innovative scenarios and methods for their implementation»..... 14
- Zhumagulov B.T.* Greeting of the WSEC 2017 Organizing Committee Chairman at the World Congress of Engineers and Scientists WSEC-2017: «Future Energy: Innovative Scenarios and Methods for Implementing them»..... 16

### INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

- Zhumagulov B.T., Masanov Zh.K., Azhikhanov N.T., Zhunisov N.M.* Calculation of multilayer horizontal well filtration in deformed Transversal isotropic medium ..... 17
- Orynbet M.M.* The principle of construction and analysis of the accuracy of the feed belt tension regulator ..... 22
- Kizbayev A.P., Zhakebayev D.B., Abdibekov U.S.* Numerical modeling of influence of electron intensity on division of disperse components of multicomponent mixture ..... 29

### MECHANICS AND MACHINE BUILDING

- Unaspekov B.A., Abdukalikova G.M., Sivachenko L.A.* Evaluation of the effectiveness of the use of disintegrator technologies in improving technology and technology of grinding materials ..... 35
- Islamkulov K.M., Myrkhalykov Zh.U.* Analysis of rotatory cutting blades' wearing capacity, subjected to various strengthening methods and development of innovative strengthening technology ..... 40

### METALLURGY

- Mendebaev T.N., Smashov N.J.* Structural-functional movement of a rotary hydraulic with the reactive moment of forces for drilling wells ..... 49

<i>Dzhampeisova G.S., Konurbaeva Zh.T., Sholpanbaeva K.Zh.</i> Analysis of mining development in the East Kazakhstan region .....	54
<b>NEWS of SCIENCE and TECHNOLOGY</b> .....	64
<b>PETROLEUM and CHEMISTRY</b>	
<i>Abutalip M., Spangazyeva A.A., Rakhmetullayeva R.K., Mun G.A.</i> Obtaining of stimulus sensitive polymers based on 2-hydroxyethylacrylate .....	67
<i>Alisheva Zh.N., Metaksa A.S.</i> On the mechanism of synthesis of hydrocarbons (HC) at the interface .....	73
<i>Adryshev A.K., Hairullina A.A., Daumova G.K.</i> The possibility of the waste sorbents use in the ceramic industry .....	80
<i>Suleimenov I.E., Iglikov I.V., Mun G.A., Kabdushev Sh.B., Panchenko S.V., Nurtazin A.A., Gabrielyan O.A.</i> Macroscopic recording of information in distributed media with hysteresis properties .....	87
<i>Montaev S.A., Shinguzhieva A.B.</i> Influence of the conglomerate mixture of oil sludge in the oil sludge-barkhan sand system on the process of swelling loess-like loam .....	94
<b>AGROINDUSTRY</b>	
<i>Tolegenov S., Tolegenova R.A.</i> Formation of expenses in agriculture .....	99
<i>Krause N.V., Alimbetov U.S., Takhtaeva R.Sh.</i> The practice of applying economic methods in the management of land resources in the region .....	106
<b>DO YOU KNOW</b> .....	118
<b>ECONOMY</b>	
<i>Egemberdieva S.M., Shalbolova U.Zh., Kadybergenova A.K.</i> Issues of modernization of oil refining complexes in Kazakhstan .....	114
<i>Mukhiaeva D.M.</i> The mechanism of national companies' innovative strategy formation in terms of sustainable economic growth .....	126
<i>Sagieva R.K., Zhuparova A.S., Kalmakova D.T.</i> Knowledge-based economy: analysis of regional potential .....	132
<i>Alina G.B., Musina A.A., Dzhumabekova A.T.</i> Modern trends in the development of the banking sector of the republic of kazakhstan: problems and opportunities .....	137
<i>Bekbenbetova B., Rakhmetulina Zh.B., Ryspekova M.O.</i> Modern economic development of regions of republic of kazakhstan status .....	145

**BUILDING**

*Gasii G. M.* To the choice of the form of the spatial structural steel-reinforced structural-cable-stayed structures ..... 152

**CONGRATULATIONS** ..... 157

**JUBILEE DATE**

**Kulibayev Askar Altynbekovich** (To 80-th birthday)..... 158

**Moldabekov Meirbek Moldabekovich** (To 70-th birthday) ..... 162

**Bisenov Kylyshbay Aldabergenovich** (To 60-th birthday) ..... 163

**THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS** ..... 164

**THE INFORMATION ABOUT AUTHORS** ..... 167