



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

№ 3 (65)

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; B. V. Gusev,
academician (Russia); G. Zh. Zholtayev, academician; P. G. Nikitenko, academician;
A. V. Bolotov, academician; A. I. Vasilyev, academician (Ukraine); K. K. Kadyrzhanov,
academician (Belorussia); K. S. Kulazhanov, academician; A. A. Kulibayev, academician;
M. M. Myrzakhmetov, academician; H. M. Miloshevich, academician (Serbiya);
A. M. Pashayev, academician (Azerbaijan); A. Sh. Tatygulov, academician;
A. K. Tuleshov, academician; Yu. I. Shokin, academician (Russia).

УЧРЕДИ

Республи
«Национ

Издается

Выходит

Свидетел
выдано Р
Республи

Свидетел
выдано М

Журнал
в переч
кателей
доцента

Журнал
ским на

Подпис
TOO Аг

Подпис

для физ
для юр

Подпис

Адрес

Тел. 8-

e-mail:

ISSN 10

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Республиканское общественное объединение
«Национальная инженерная академия Республики Казахстан».

Издается с 1997 года.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 287 от 14.11.1996 г.,
выдано Национальным агентством по делам печати и массовой информации
Республики Казахстан.

Свидетельство о перерегистрации № 4636-Ж от 22.01.2004 г.,
выдано Министерством информации Республики Казахстан.

Журнал включен Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан
в перечень изданий для публикации основных результатов научно-технических работ соис-
кателей ученых степеней доктора философии PhD и доктора по профилю и ученых званий
доцента и профессора.

Журнал включен в международную англоязычную базу реферативных данных по техниче-
ским наукам INSPEC.

Подписку на журнал можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта»,
ТОО Агенстве «Евразия пресс» и ТОО Агенстве «Еврика пресс».

Подписной индекс:

для физических лиц – **75188**,
для юридических лиц – **25188**.

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80, к. 415.

Тел. 8-7272-915290, факс: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, ntpneark@mail.ru, www.neark.kz

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 specializations
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, ntpneark@mail.ru, www.neark.kz

ISSN 1606-146X

© National Engineering Academy
of the Republic of Kazakhstan, 2017



По инициативе
сентября 2017
науче и тех

Принят
– доказало
ствия стран
ство позиц
Органи
ляется сам
сультманско
стран с на
этого сооб
38-я сессия
чества. С э
родной стр

Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС ЭЛЕМЕНТОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕШЕТКИ, РАБОТАЮЩЕЙ В СОСТАВЕ КОМПОЗИТНОЙ СТРУКТУРНО-ВАНТОВОЙ СИСТЕМЫ

Представлены результаты экспериментальных испытаний полномасштабного образца сборной пространственной двухъярусной конструкции покрытия нового типа – пространственной сталежелезобетонной структурно-вантовой конструкции под действием внешней статической нагрузки. В результате испытаний получены данные о напряженно-деформированном состоянии элементов пространственной решетки, которая работает совместно с верхним и нижним поясом конструкции.

Ключевые слова: напряжение, деформация, болт, решетка, стержень.

Мақалада жаңа түрдегі құрама кеңістіктік қосбелдеулі жабын құрылымының толық масштабты үлгісінің – кеңістіктік болат темір бетонды құрылымдық – керме құрылмалардың сыртқы статикалық жүктемедегі тәжірибелік сынағының нәтижелері берілген. Сынақ нәтижелерінде құрылымның жоғарғы және төменгі белдеуімен бірігіп жұмыс істейтін кеңістік торы элементтерінің кернеулі-деформацияланған күйі туралы деректер алынды.

Кілттік сөздер: кернеу, түрдің өзгеруі, бұрандама, тор, білік.

The article presents the results of experimental tests of a full-scale sample of a spatial prefabricated double-layer structure of a new type - a steel and concrete composite cable space frame subjected to static loading. As a result of the tests, data about the stress-strain state of the elements of the grid are obtained, which collaborate together with the top and bottom chords of the structure.

Keywords: stress, strain, bolt, grid, rod.

Введение. Рассматриваемая конструкция – это совершенно новый вид конструкций, которая совмещает и синтезирует преимущества конструкций трех видов – сталежелезобетонных, структурных плит и вантовых систем. Несмотря на очевидные преимущества рассматриваемых конструкций, их распространение еще ограничено в связи малой изученностью. Пространственная сталежелезобетонная структурно-вантовая конструкция имеет сложную пространственную работу, поскольку она объединяет плитные и стержневые элементы при помощи болтовых соединений. К тому же стержневые элементы делятся на жесткие и гибкие, при этом жесткие работают на сжатие, а гибкие – на растяжение. Расчет и проектирование таких конструкций должны учитывать геометрическую, физическую и конструктивную нелинейность.

Обзор последних исследований показал, что пространственные сталежелезобетонные структурно-вантовые конструкции хорошо исследованы путем моделирования условий их работы под действием разных нагрузок при помощи современных расчетных программных комплексов [1]. Существуют некоторые экспериментальные испытания маломасштабных моделей таких конструкций, результаты которых демонстрируют эффективность их решения и свидетельствуют о хорошей совместной работе составных элементов [2]. Изучены некоторые вопросы, связанные с проектированием и формообразованием пространственных сталежелезобетонных

структурно-вантовых конструкций [3]. 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 [5], но их применение ограничено отсутствием четких понятий о пространственной работе и напряженно-деформированном состоянии каждого составляющего.

Постановка задачи: исследовать напряженно-деформированное состояние решетки, работающей совместно с гибким нижним и верхним жестким поясами пространственной сталежелезобетонной структурно-вантовой конструкции.

Основной материал и результаты. Основной задачей экспериментального исследования полноразмерной пространственной структурно-вантовой сталежелезобетонной конструкции было получить данные, которые будут подтверждать достоверность результатов предыдущих экспериментальных и теоретических исследований, а также позволят аргументировано обосновать эффективность конструктивного решения предложенной конструкции как в целом, так и ее составных элементов, узлов и способа обеспечения совместной работы стальных и бетонных элементов. Для изучения эффективности предложенных конструкций был рассчитан и запроектирован пространственный структурно-вантовый сталежелезобетонный арочный линейный элемент пролетом 5,3 м, собранный из пространственных сталежелезобетонных модулей и гибких элементов нижнего пояса. Для упрощения расчетной схемы пространственная конструкция экспериментального образца была приведена к плоской шарнирно-стержневой системе (рисунок 1). Расчет экспериментального образца выполнялся на нагрузку в виде единичной сосредоточенной силы, которая прикладывалась в узлах верхнего пояса.

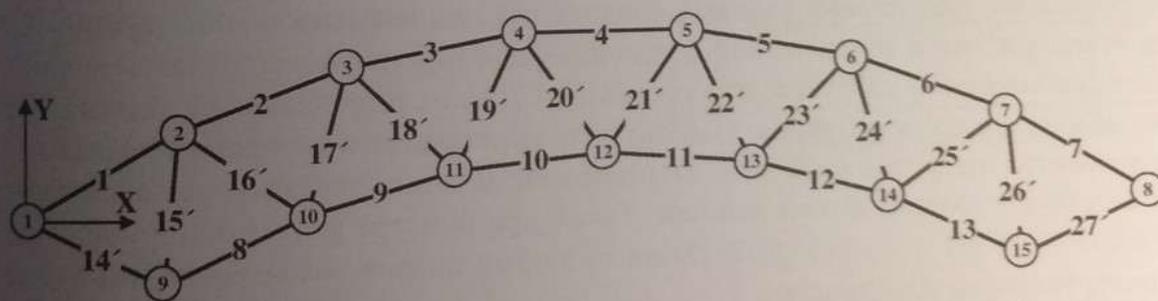


Рисунок 1 – Плоская схема экспериментального образца пространственной структурно-вантовой сталежелезобетонной конструкции

Экспериментальный образец определялся с помощью известных методов строительной механики. В частности, были применены метод вырезания узлов и метод Риттера (рисунок 2, а). С помощью упомянутых методов были установлены внутренние усилия в элементах конструкции.

Опытный образец пространственной структурно-вантовой сталежелезобетонной конструкции пролетом 5,3 м состоял из семи пространственных сталежелезобетонных модулей, которые были соединены между собой с помощью болтов и отдельных

ными гибкими стержневыми элементами. Гибкие стержневые элементы, соединяя пространственные модули, образовывали нижний пояс. Для изготовления решетки экспериментального образца были использованы стальные трубы бесшовные горячедеформированные по ГОСТ 8732-78.

Физико-механические свойства стальных элементов определялись путем испытания на осевое растяжение стальных образцов, изготовленных из труб в виде полос (см. рисунок 2, б).

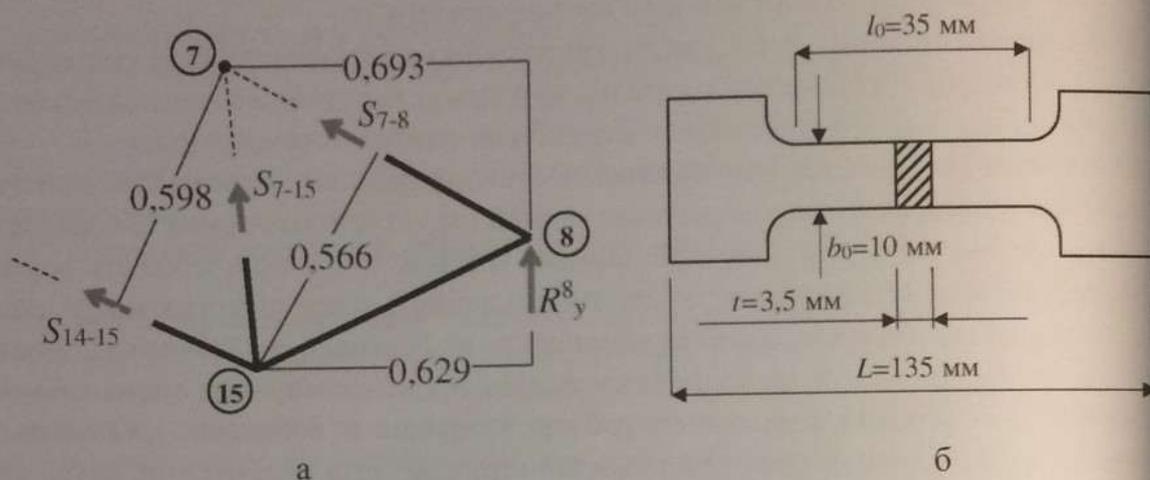


Рисунок 2 – Определение усилий в стержнях конструкции (а) и физико-механических свойств трубы (б)

В результате выполненного эксперимента были получены данные, анализ которых позволил исследовать особенности поведения конструкции под нагрузкой и деформации в сечениях. Одновременно со снятием показаний с измерительного оборудования осуществлялся визуальный обзор конструкции в целях выявления трещин, деформаций, разрушения узловых соединений или элементов конструкции. Следует отметить, что в соответствии с заданием конструкция испытывалась на действие эксплуатационной нагрузки, что составляло 70% от разрушающей, то есть образец не доводился до разрушения. Наблюдая за конструкцией во время проведения эксперимента, мы установили, что ее поведение и схема деформирования вполне соответствуют теоретическим данным. Также при осмотре конструкции после каждой стадии загрузки и в конце эксперимента любых повреждений узлов или элементов конструкции не обнаружено.

В результате обработки экспериментальных данных были получены зависимости развития относительных деформаций от уровня загрузки для элементов решетки (рисунок 3).

Из анализа полученных графиков установлено, что развитие деформаций в крайних волокнах исследуемых сечений имело четко выраженный линейный характер, что обычно для стальных элементов при работе в упругой стадии.

Деформации в элементах решетки распределялись таким же образом, как и в обычных стержневых конструкциях, в частности фермах или структурах. Как и ожидалось, максимальные деформации возникли в опорных стержнях конструкции. Однако в большинстве исследуемых сечений развитие деформаций в крайних волокнах

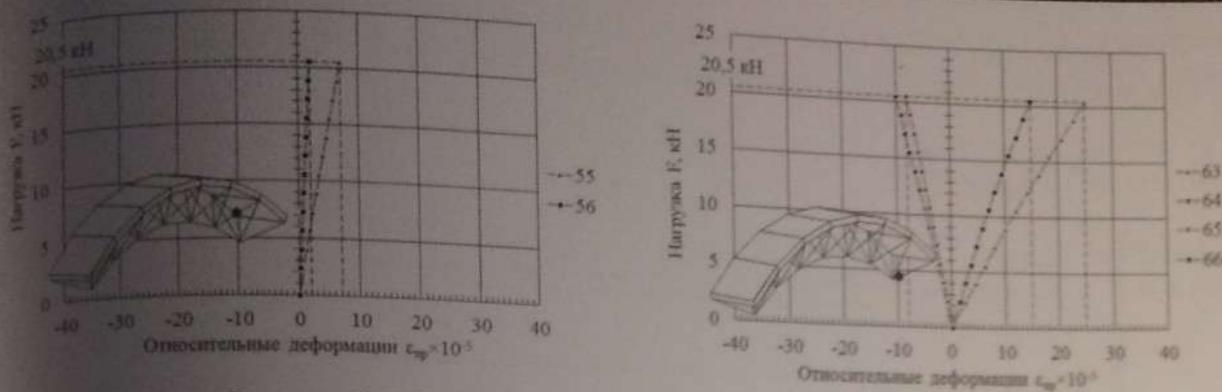


Рисунок 3 – Графики зависимости развития относительных деформаций от уровня загрузки конструкции в исследуемых сечениях

с разных сторон происходило неравномерно, о чем свидетельствует расхождение величины максимальных деформаций в одном и том же сечении.

Неравномерность развития деформации в одном и том же сечении элемента пространственной решетки указывает на то, что такие элементы воспринимали внецентренное продольное усилие. Следует отметить, что в некоторых сечениях наблюдалась неоднозначность деформаций, особенно сильно это проявлялось в опорных стержнях решетки (рисунок 4).

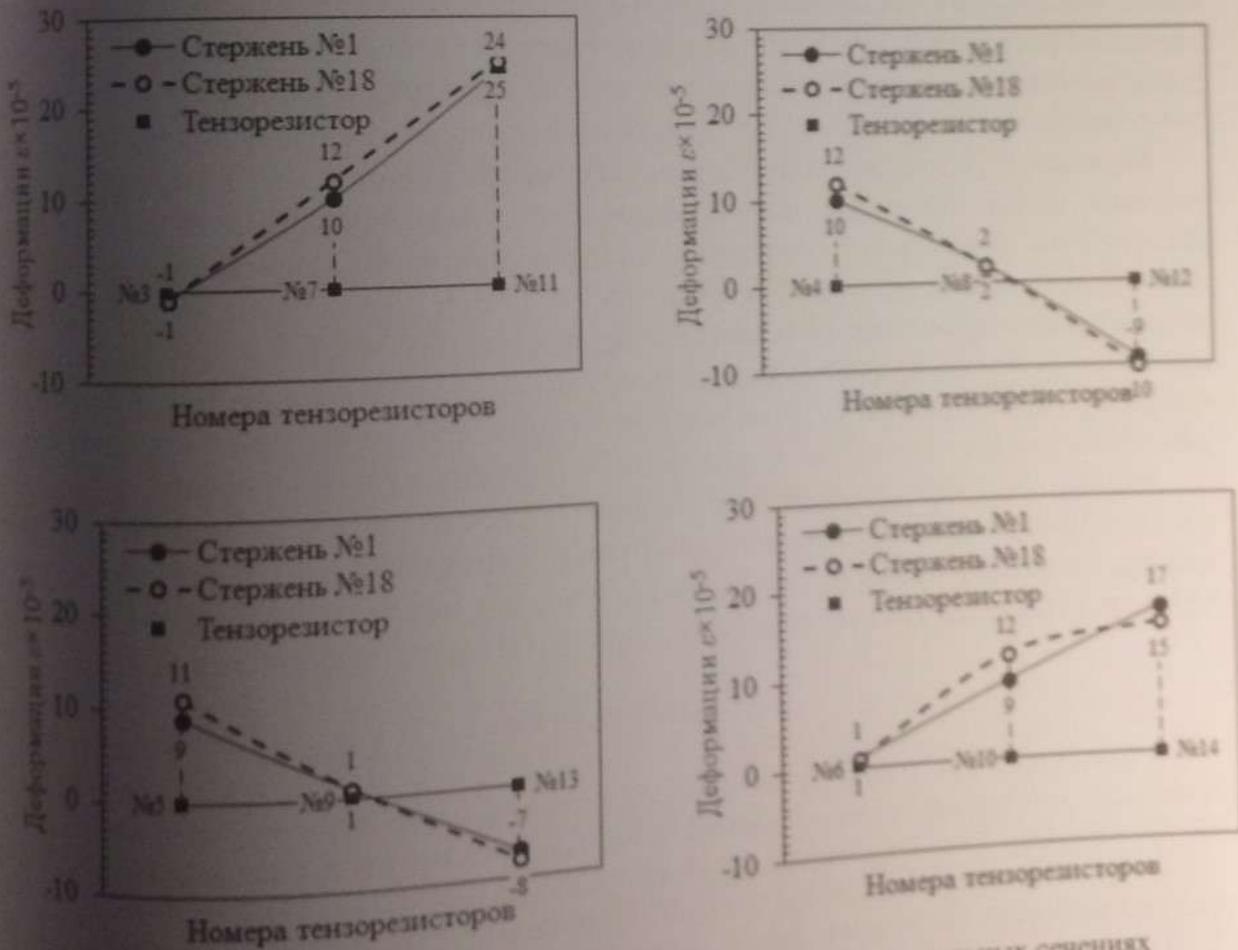


Рисунок 4 – Деформации опорных стержней решетки в продольных сечениях

Деформации в зеркально расположенных поперечных сечениях вдоль конструкции имели примерно одинаковые значения (рисунок 5).

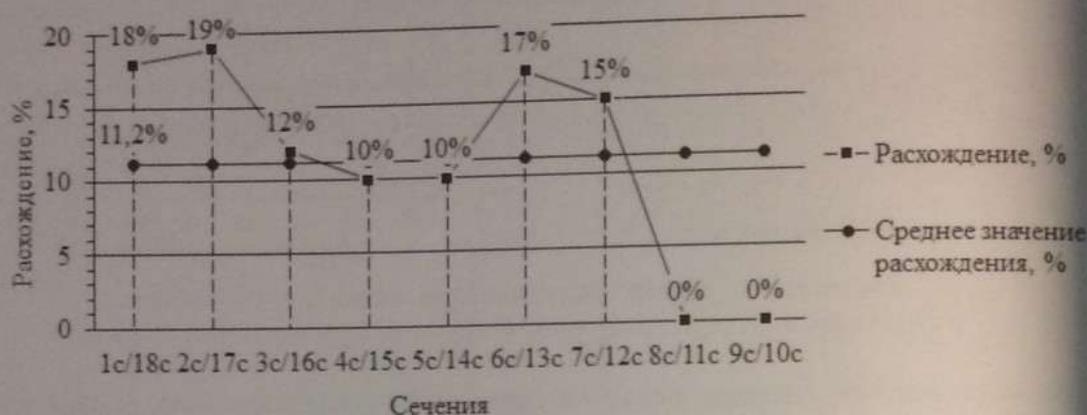


Рисунок 5 – Расхождение деформаций в зеркально расположенных поперечных сечениях решетки вдоль конструкции

Максимальное расхождение деформаций наблюдалось в поперечных сечениях второго и семнадцатого стержня решетки, которое равнялось 19%. Среднее расхождение усредненных деформаций в зеркально расположенных поперечных сечениях вдоль конструкции составляло 11,2%. Незначительное расхождение деформаций в зеркально расположенных сечениях свидетельствует о том, что стержневые элементы исследуемой конструкции работали как единая система. Совместная работа элементов решетки указывает на эффективность предложенных узлов соединения.

Выводы. В результате сравнения экспериментально определенного продольного усилия и данных статического и численного расчетов установлено, что максимальное расхождение наблюдалось в стержнях центральной части решетки, которое равнялось 20%, а среднее значение расхождения – 13,9%. В общем схема деформирования элементов пространственной решетки конструкции, полученной экспериментальным путем, была предсказуемой и отвечала известным теоретическим положениям. Исследуемая конструкция в течение всего испытания продемонстрировала совместную работу всех ее составляющих и, в частности, надежную работу в целом.

Данные, полученные экспериментальным путем, и характер распределения внутренних усилий свидетельствуют о пространственной работе и эффективности решения предложенной конструкции, которая с успехом может применяться в различных областях строительства при возведении покрытий зданий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Storozhenko L.I., Gasii G.M. Analysis of stress-strain state of the steel-concrete composite ribbed slab as a part of the spatial grid-cable suspended structure // Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Poltava: PoltNTU, 2016. – N 2 (47). – P. 81–86.

2 Gasii G. Experimental investigation of displacement of the support nodes of the steel and concrete composite cable space frames // Proceedings XVII International scientific conference VSU'2017, Sofia, Bulgaria, 8–9 June, 2017. – Sofia: VSU, 2017. – Vol. 1. – P. 197–201.

3 Гасий Г.М. К выбору формы пространственных сталежелезобетонных структурно-вантовых конструкций // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – Алматы: НИИ РК, 2017. – № 2 (64). – С. 152–156.

4 Gasii G., Nasii O., Zabolotskyi O. Estimate of technical and economic benefits of a new space composite structure // MATEC Web of Conferences. – 2017. – N 116. doi: 10.1051/mateconf/201711602014.

5 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. – N 6 (66). – P. 158 – 165. doi: 10.15802/stp2016/90514.

аях
ХО-
иях
й в
нты
мен-
ного
ьное
вня-
ания
ьным
. Ис-
тную
и вну-
реше-
чных

Composite
Industrial
steel and
conference

THE KEY PROBLEMS of the DEVELOPMENT of SCIENCE and ENGINEERING ACTIVITY

First summit of the organization of islamic cooperation (OIC) on science and technology 5

INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

Zhumagulov B.T., Karzhaubaeb K.K., Zhakebaev D.B., Zhubat K.Zh. Numerical simulation of cloud formation, taking into account the explosion power, calculated from the size of the funnel 10

Bolshakova N.A., Zhubat K. Zh., Zenina A.S., Kalzhanov Z.B., Karzhabayev K.K. Application of gis- technologies for modelling of dynamics of the cloud formed at carrier rocket surface explosion 18

Islamgozhayev T.U., Yeleussinov A.I., Mazhitov Sh.S., Joldasbaev S.K., Buribayev Zh.A. The use of the algorithm for encryption based on the non-position polynomial number system for protecting the control commands of the mobile robotic system 23

Samigulina G.A., Masimkanova Zh.A. Intellectual algorithms for creation of the optimal immune network model of new drugs 28

MECHANICS AND MACHINE BUILDING

Akulovich L.M., Sergeev L.Ye., Mendalieva S.I. Features of technology of magnetic-abrasivemachininggeometrically-complexsurfacesofparts..... 34

Unaspekov B.A., Abdukalikova G.M., Sivachenko L.A. Assessment of the technological level of modern industrial production 40

NEWS of SCIENCE and TECHNOLOGY..... 46

PETROLEUM and CHEMISTRY

Lopukhov Yu.I., Daumova G.K., Syzdykov M.B. Research of welding-technological and mechanicalcharacteristics of welding electrodes UONI 13/55 with a two-layer coating 50

Omarova A.S., Bukenov B.O., Korulkin D.Yu., Muzychkina R.A. Basic technological parameters of reaction of alizarine and quinizarine with phosphoric acid 56

Shevchenko A.S., Muzychkina R.A., Korulkin D.Yu. Investigation of same Polygonum L. species from Kazakhstan 60

SEISMOLOGY

<i>Kurskeev A.K., Nadirov N.K.</i> Patterns of seismicity changes as a criterion of Earth extension	64
---	----

AGROINDUSTRY

<i>Salikhov T.K.</i> The current state of the subsoil in the suburbs of Astana	75
--	----

<i>DO YOU KNOW</i>	80
--------------------------	----

BUILDING

<i>Nurbaturov K.A., Kulibaev A.A., Dyo I.M., Druchinina L.A.</i> Technological specifications and procedure of decorative covering.....	84
---	----

<i>Oryngonzhin E.S., Sabirova L.B., Musabaev K.M., Musrepova M.I.</i> Technology of developing products from mechanochemically modified wood in the construction industry	91
---	----

<i>Gasiy G. M.</i> The study of the elements of the space lattice in a composite structure-cable system	96
---	----

ECONOMY

<i>Smagulov A.</i> Special economic and industrial zones in Kazakhstan and SWOT-analysis of their development	102
---	-----

<i>Beisenova L.Z., Berstembayeva R.K.</i> The need and prerequisites of introduction of state audit in the Republic of Kazakhstan	108
---	-----

<i>Shaikin D.N.</i> The organizational aspects of Research and Development system in Malaysia	113
---	-----

JUBILEE DATE

<i>Alshanov Rahman Alshanovich</i> (To 70-th birthday).....	122
---	-----

<i>Karabalin Usakbai Suleimenovich</i> (To 70-th birthday)	124
--	-----

<i>THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS</i>	126
---	-----

<i>THE INFORMATION ABOUT AUTHORS</i>	128
--	-----