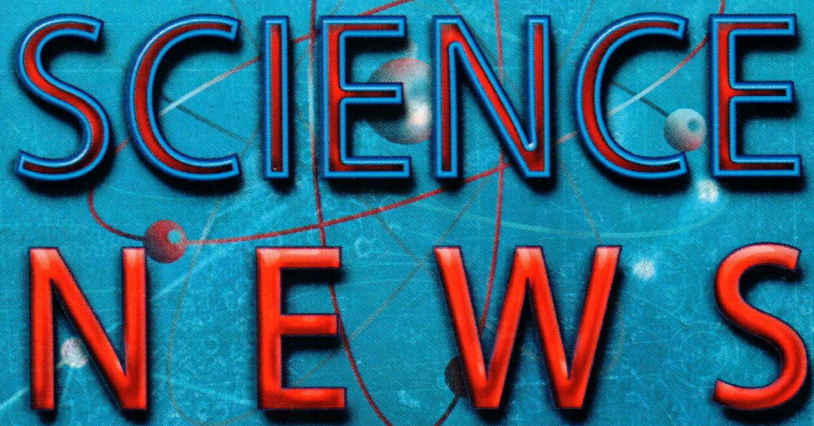


SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL JOURNAL



# SCIENCE NEWS

OF EASTERN  
TECHNICAL  
UNIVERSITIES

№ 1 (1) 2016

Lublin

# **Science News of Eastern Technical Universities**

Scientific-Technological Journal  
Published once a quarter (four times a year)

NQ1 (1) 2016  
(Lublin, Poland)

- Established by* **Saint Petersburg Universities Alumni Association**  
(Lublin, Polska)  
**SGASU** (Samara, Russia)
- Editor in Chief* **Ewa Holota**  
*Deputy Editor* **Franciszek Światała**  
*Executive Secretary* **Vadim Yu. Alpatov**
- Editorial Board:* **Stanislav Ya. Galitskov**  
Doctor of Engineering Science, Professor  
**Semen A. Piyavskiy**  
Doctor of Engineering Science, Professor  
**Alexander K. Strelkov**  
Doctor of Engineering Science, Professor  
**Igor S. Kholopov**  
Doctor of Engineering Science, Professor  
**Vadim Yu. Alpatov**  
PhD in Engineering Science, Associate Professor
- Scientific Committee:* **Mikhail I. Balzannikov**  
Doctor of Engineering Science, Professor, Russia  
**Franciszek Światała**  
PhD in Engineering Science, Poland  
**Muradulla M. Mukhammadiev**  
Doctor of Engineering Science, Professor, Uzbekistan  
**Perry Matar**  
Doctor of Engineering Science, Professor, Lebanon  
**Alexander R. Tsyganov**  
Doctor of Agricultural Science, Professor, Belarus  
**Plamen Angelov**  
Doctor of Engineering Science, Professor, Bulgaria

*Publisher:* Stowarzyszenie Absolwentów Uczelni Petersburskich  
*Headquarters:* ul. Ametystowa 2, 20-577 Lublin

Printing house: Si-Art ZPPD  
ul. Tęczowa 169, 20-517 Lublin  
e-mail: [biuro@si-art.pl](mailto:biuro@si-art.pl)  
Cover design - Małgorzata Mianowska - Si-Art

Edition of 100 copies

## TABLE OF CONTENTS

### ARCHITECTURE. URBAN PLANNING

**Sergey A. MALAHOV, Anton P. RAKOV, Dariya A. SAMSONOVA**

Using artificial moonstone blocks for a moonbase protection  
as an alternative variant of a moonbase construction: a hypothesis .....5

### ENGINEERING AND CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER-RESOURCES CONSERVATION SYSTEMS

**Aleksey A. ROMANOV, Sergey V. EVDOKIMOV, Vladimir A. SELIVERSTOV**

Tension investigation in the anchor-type blanket of the  
Zhiguli hydroelectric station .....11

**Andrey A. MIKHASEK, Julia M. GALITSKOVA, Olga A. TUTOVA**

On spillway structures made from dismantling waste ..... 17

### ROAD DESIGN AND CONSTRUCTION

**Tatjana V. DORMIDONTOVA, Sergey V. EVDOKIMOV**

Protecting motorways from drifts .....25

### BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

**Vadim Yu. ALPATOV, Alisa A. BELYAKOVA**

Trial design of a dome roof for an orthodox church .....31

**Aleksey O. LUKIN**

Aspects of analyzing bending torsion for beams with corrugated web ..... 35

### ENVIRONMENTAL SECURITY

**Mikhail I. BALZANNIKOV, Efim G. VYSHKIN, Sergey V. EVDOKIMOV**

Prospects for the exploitation of wind energy in the central regions of Russia..... 41

### ECONOMICS, MANAGEMENT, MARKETING

**Maria Laura I. ANFIMOVA**

Major recommendations of increasing management efficiency  
of business competitiveness based on innovative technologies  
and technical solutions developed in CIS countries .....49



## ARCHITECTURE. URBAN PLANNING

### USING ARTIFICIAL MOONSTONE BLOCKS FOR A MOONBASE PROTECTION AS AN ALTERNATIVE VARIANT OF A MOONBASE CONSTRUCTION: A HYPOTHESIS

*ГИПОТЕЗА ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛУННОГО ПОСЕЛЕНИЯ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СЦЕНАРИЙ РЕАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ НА ЛУНЕ*

**Sergey A. MALANOV**

**Anton P. RAKOV**

**Dariya A. SAMSONOVA**

**С. А. МАЛАХОВ**

**А. П. РАКОВ**

**Д. А. САМСОНОВА**

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

*The paper hypothesizes that before the first permanent mannable moonbase starts operating there will be experimental artificial unmanned stone bases (monuments) built on its surface. The first mannable moon facilities will be formidably and strongly protected from micrometeorites and radiation. Artificial stone details on the Moon will be produced by specially-designed 3D printers. Artificial moonstone (produced of moon soils) will be used for moonbases infrastructure development. 3D printed technology involves using sunlight on moon soils. This technology will be applied to make first moonstone blocks. Construction robots will build first ever artificial objects on the surface of the Moon. Artificial moonstone blocks will also be used for protecting accommodation modules brought from the Earth. The paper also emphasizes the idea that using stone blocks for permanent mannable moonbases protection and operation brings architecture back to classic order system.*

*Первые обитаемые объекты на Луне будут иметь массивную и прочную защиту от микрометеоритов и радиации. Искусственные каменные детали на Луне будут делать специализированные 3D принтеры. В создании инфраструктуры лунных поселений будет активно использоваться местный строительный материал - искусственный камень из лунного грунта. Технология трёхмерной печати солнечным светом по лунному грунту сделает возможным изготовление первых каменных блоков. Строительные роботы построят первые в истории искусственные объекты на поверхности Луны. Каменные детали понадобятся и для защиты жилых модулей, доставленных с Земли. Основная идея заключается в том, что использование каменных деталей для защиты и функционирования лунных поселений, возвращают архитектуру в античную ордерную систему.*

**Keywords:** *environmental design, architecture, space, space environment, 3D printed technology, artificial moonstone*

**Ключевые слова:** *средовое проектирование, архитектура, космос, космическая среда, технология трёхмерной печати, искусственный лунный камень*

Анализ способов эффективного освоения экстремальной среды показал, что в подавляющем большинстве случаев человек использовал один и тот же сценарий адаптации. В истории зафиксированы процессы преодоления и освоения человеком различных сред: надводной и подводной, полярных и пустынных, подземных и высокогорных, а также высотных и орбитальных [1]. В наши дни актуальным направлением экспансии человеческой цивилизации является космическое пространство.

«Впервые в реальность полёта к дальним мирам прогрессивное человечество поверило в конце 19 века. Уже тогда стало понятно, что, если летательному аппарату придать нужную для преодоления гравитации скорость и сохранять её достаточное время, он сможет выйти за пределы земной атмосферы и закрепиться на орбите, подобно Луне, вращаясь вокруг Земли. Проблема была в двигателях. В начале 20 века исследователи обратили внимание на ракетный двигатель, принцип действия которого был известен человечеству ещё с рубежа нашей эры: топливо сгорает в корпусе ракеты, одновременно облегчая её массу, а выделяемая энергия двигает ракету вперёд. Первую ракету, способную вывести объект за пределы земного притяжения, спроектировал Циолковский в 1903 году» [2].

Так постепенно наука вплотную подошла к эксперименту по созданию первого искусственного спутника Земли. «Время шло, и хотя две мировые войны сильно замедлили процесс создания ракет для мирного использования, космический прогресс всё же не стоял на месте. Ключевой момент послевоенного времени – принятие так называемой пакетной схемы расположения ракет, применяемой в космонавтике и поныне. Её суть – в одновременном использовании нескольких ракет, размещённых симметрично по отношению к центру массы тела, которое требуется вывести на орбиту Земли» [2]. В послевоенные годы космонавтика продолжила развиваться с новой силой. «В октябре 1957 года началась новая, а точнее первая, эра в освоении космоса – запуск первого искусственного спутника Земли» [2].

Следующим вопросом был вопрос о влиянии космической среды на живые организмы. «Первыми лохматыми космонавтами, по возвращении приветствовавшими своих «отправителей» радостным лаем, стали хрестоматийные Белка и Стрелка, отправившиеся покорять небесные просторы на пятом спутнике в августе 1960 года. Их полёт длился чуть более суток, и за это время собаки успели облететь планету 17 раз» [2]. После того, как космический полёт выдержали животные, можно было говорить и о возможности полёта в космос человека. Первым в истории космонавтом 12 апреля 1961 года стал гражданин Союза ССР, наш соотечественник – Юрий Алексеевич Гагарин. «В 9:07 по московскому времени со стартовой площадки № 1 космодрома Байконур был запущен космический корабль «Восток-1» с первым в мире космонавтом на борту» [2]. В наши дни космонавт — это профессия, которая существует больше пяти десятков лет. «Сегодня путешествия в космос воспринимаются как нечто само собой разумеющееся. Над нами летают сотни спутников и

тысячи прочих нужных и бесполезных объектов, за секунды до восхода солнца из окна спальни можно увидеть вспыхнувшие в ещё невидимых с Земли лучах плоскости солнечных батарей Международной космической станции» [2].

В ходе изучения опыта освоения человеком экстремальных сред мы пришли к выводу, что тактика освоения экстремальной среды всегда одинакова. Для этой тактики характерны три приёма.

Первый приём – это осторожность, которая базируется на изучении и использовании уже имеющегося опыта, а также на строго дозированном и пошаговом обновлении этого опыта. То есть реализации планов по освоению любой среды, в том числе и космической, предшествует целая серия последовательных и очень значимых экспериментов (исследовательских миссий).

Второй приём – это активное использование местных ресурсов и строительных материалов для закрепления в осваиваемой среде. Например, эскимосы – коренные жители заполярных территорий используют в качестве строительного материала для создания своих жилищ снег. «Внутреннее помещение обычно застилается шкурами, иногда шкурами покрываются и стены. Для обогрева жилища и дополнительного его освещения используются плоски-жирники. В результате нагревания внутренние поверхности стен оплавляются, но стены не тают, так как снег легко выводит избыточное тепло наружу хижины. Поэтому в хижине может поддерживаться комфортная для жизни человека температура. Кроме того, снежная хижина впитывает изнутри излишнюю влагу, в результате чего в хижине достаточно сухо» [3]. В целом, по технологичности и эффективности эта конструкция вполне сравнима с современными образцами.

Ещё пример: уже после экспедиций Христофора Колумба колонизаторы Северной и Южной Америки строили дома из тех материалов, которые находили на осваиваемой территории. В кораблях они не жили и строительных материалов с собой не привозили. С собой они привозили только продовольствие и полезный инструмент [4].

Третий приём – организация устойчивого и взаимовыгодного взаимодействия ойкумены и осваиваемой среды. То есть практически всегда человек обнаруживает и выстраивает постоянный или систематический обмен ресурсами между той средой, из которой он прибыл, и той средой, которую он осваивает.

Естественно предположить, что реализация каждого компонента стратегии освоения лунной среды будет развиваться с использованием тех же тактических приёмов. Для строительства логично использовать местный строительный материал – реголит (осколочный лунный грунт), которым усыпана вся поверхность Луны. При помощи специальной строительно-космической техники, в частности такого аппарата, как гелеолитограф, который фокусирует солнечный свет и спекает реголит в твёрдые каменные детали [5].

Сегодня нам известно о большом количестве 3D-принтеров самых разных конструкций. Самыми заметными феноменами в современном информационном поле, приблизившимися к заявленной тематике, являются проекты Маркуса Кайзера и Энрико Дини. Однако у этих проектов есть существенные недостатки, затрудняющие применение их на поверхности Луны. Устройство, разработанное Маркусом Кайзером, использует для спекания частиц песка солнечный свет, но требует руч-



ного обслуживания и значительно теряет мощность на восходе и закате Солнца в следствие изменения угла падения сфокусированного луча. Устройство, разработанное Энрико Дини, тоже обслуживается вручную и, к тому же, использует воду для связывания сыпучей смеси. Идея использования искусственного лунного камня для разных типологий лунной архитектуры представлена в проекте «Селенолит», с которым можно ознакомиться на официальном сайте ООО «АДМ «Радизайн» [6]. Интересно и то, что, в соответствии с международными договорённостями, касающимися освоения Луны, продажа участков на Луне запрещена, а вот продажа объектов, доставленных на неё и изготовленных там, – не запрещается. Очевидно, что грядёт совершенно новый вид хозяйственной деятельности [7].

К настоящему моменту уже накоплено немало проектов, имеющих отношение к освоению Луны. Оценку возможности их использования, а также оценку результативности каждого из этих проектов вместе и по отдельности можно было бы осуществить в ходе разработки компьютерной игры. Такая игра могла бы стать центром профессиональных дискуссий и виртуальной площадкой для перспективных космических экспериментов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раков А.П. Метод гуманизации технических концепций в архитектуре экстремальных условий обитания: дис... канд. арх. наук: 05.23.20. Нижний Новгород, 2013.
2. История освоения космоса // Тонкости туризма - энциклопедия URL: [http://tonkosti.ru/История\\_освоения\\_космоса](http://tonkosti.ru/История_освоения_космоса) (дата обращения: 10.01.2016).
3. Иглу // Википедия - свободная энциклопедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Иглу> (дата обращения: 10.01.2016).
4. Колонизация Америки // Википедия - свободная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация\\_Америки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация_Америки) (дата обращения: 10.01.2016).
5. Раков А.П., Ратиева Ю.С. Гелиолитограф // Tatlin MONO. 2014. №4 - 42 - 136. С. 91.
6. Селенолит – концепция развёртывания архитектурно-строительной практики на Луне // АДМ Радизайн URL: <http://www.adm-radesign.ru/селенолит/> (дата обращения: 16.12.2015).
7. Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела // Официальный сайт Организации Объединённых Наций URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/outer\\_space\\_governing.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/outer_space_governing.shtml) (дата обращения: 16.01.2016).
8. Малахов С.А., Раков А.П. Футуристическое предсказание в формообразовании // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 2-1. С. 260-263.
9. Малахов С.А. Композиционный метод как эксперимент по возникновению новой функции и нового языка // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. № 4 (8). С. 48-52.

10. Репина Е.А. Катастрофа прогресса и природа инноваций // Инновационные методы и технологии в высшем архитектурном образовании (Материалы международной научной конференции. XVII международный смотр-конкурс) / СГАСУ. Самара, 2008. С. 218-229.

## REFERENCES

1. Rakov A.P. Metod gumanizatsii tehnikeskikh kontseptsiy v arhitekture ekstremalnykh usloviy obitaniya: dis. ... kand. arh. nauk: 05.23.20. Nizhniy Novgorod, 2013.
2. Istoriya osvoeniya kosmosa // Tonkosti turizma - entsiklopediya URL: [http://tonkosti.ru/Istoriya\\_osvoeniya\\_kosmosa](http://tonkosti.ru/Istoriya_osvoeniya_kosmosa) (data obrascheniya: 10.01.2016).
3. Iglu // Vikipediya - svobodnaya entsiklopediya URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Iglu> (data obrascheniya: 10.01.2016).
4. Kolonizatsiya Ameriki // Vikipediya - svobodnaya entsiklopediya URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Kolonizatsiya\\_Ameriki](https://ru.wikipedia.org/wiki/Kolonizatsiya_Ameriki) (data obrascheniya: 10.01.2016).
5. Rakov A.P., Ratieva Yu.S. Geliolitograf // Tatlin MONO. 2014. №4 - 42 - 136. 91 p.
6. Selenolit – kontseptsiya razvYortyvaniya arhitekturno-stroitelnoy praktiki na Lune // ADM Radizayn URL: <http://www.adm-radesign.ru/selenolit/> (data obrascheniya: 16.12.2015).
7. Dogovor o printsipah deyatelnosti gosudarstv po issledovaniyu i ispolzovaniyu kosmicheskogo prostranstva, vklyuchaya Lunu i drugie nebesnyie tela // Ofitsialnyiy sayt Organizatsii Ob'edinYonnyih Natsiy URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/outer\\_space\\_governing.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/outer_space_governing.shtml) (data obrascheniya: 16.01.2016).
8. Malahov S.A., Rakov A.P. Futuristicheskoe predskazanie v formoobrazovanii // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2012. T. 14. №2-1. Pp. 260-263.
9. Malahov S.A. Kompozitsionnyiy metod kak eksperiment po vzniknoveniyu novoy funktsii i novogo yazyika // Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arhitektura. 2012. №4 (8). Pp. 48-52.
10. Repina E.A. Katastrofa progressa i priroda innovatsiy // Innovatsionnyie metody i tehnologii v vyisshem arhitekturnom obrazovanii: (materialyi Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. XVII Mezhdunarodnyiy smotr-konkurs) / SGASU. Samara, 2008. Pp. 218-229.



## ENGINEERING AND CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER-RESOURCES CONSERVATION SYSTEMS

### TENSION INVESTIGATION IN THE ANCHOR-TYPE BLANKET OF THE ZHIGULI HYDROELECTRIC STATION

*ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В АНКЕРНОМ ПОНУРЕ  
ЖИГУЛЕВСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ*

**Aleksey A. ROMANOV**

**Sergey V. EVDOKIMOV**

**Vladimir A. SELIVERSTOV**

**А. А. РОМАНОВ**

**С. В. ЕВДОКИМОВ**

**В. А. СЕЛИВЕРСТОВ**

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

*The paper states that anchor-type blankets are often used in concrete retaining structures built on soft soils. It is done to decrease shearing loads on a hydraulic structure. These anchor-type blankets also allow to lessen concrete volume used in water-retaining structures thus reducing costs of the whole hydroelectric complex operation. The blanket reinforcement tension was calculated while using distant-action instruments set when the structure itself was being erected. These instruments were checked both in the period of the structure erection and its operation period. The obtained data illustrates the change in the anchor-type blanket tension that is different in different time and operation periods. The tension in blanket reinforcement within the hydroelectric power station operation time leveled off.*

**Keywords:** *hydraulic structures, trash-rack structures, concrete structures, hydroelectric power station, anchor-type blanket, shearing loads*

*В подпорных бетонных сооружениях на нескальных грунтах применяются анкерные понуры для снижения части сдвигающих нагрузок, действующих на сооружение. Применение таких понуров позволяет уменьшить объем бетона напорных сооружений и тем самым снизить затраты по гидроузлу. Напряжения в арматуре понура измерялись с помощью дистанционных приборов, установленных во время возведения сооружения. Наблюдения за установленными приборами производились в строительный период и в период эксплуатации. Полученные данные характеризуют изменение напряженного состояния понура с течением времени при различных нагрузках строительного и эксплуатационного периодов. Напряжения в арматуре понура за годы эксплуатации гидроэлектростанции постепенно стабилизировались.*

**Ключевые слова:** *гидротехнические сооружения; сороудерживающие сооружения; бетонные сооружения; гидроэлектростанция; анкерный понур; сдвигающие нагрузки*

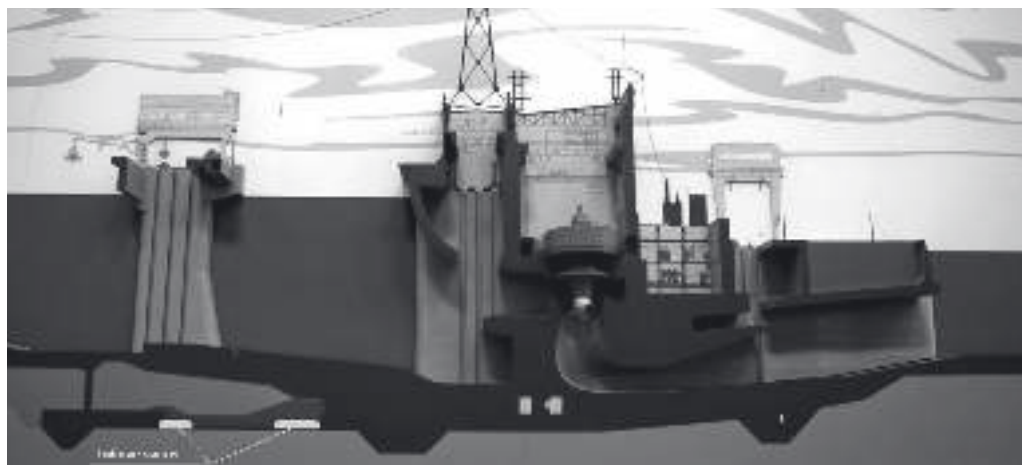
Для устойчивости бетонных сооружений к сдвигающим нагрузкам, расположенным на нескальных грунтах, применяются анкерные понуры, принимающие на себя часть нагрузок, действующих на сооружения. Подобные конструкции понуров позволяют уменьшить объем бетона в гидротехнических сооружениях и, соответственно, снизить затраты по гидроузлу. Несмотря на частое применение анкерных понуров, в первые годы их эксплуатации не было данных, характеризующих работу таких понуров на реальных объектах. В начале 1955 г. на анкерном понуре здания Жигулёвской гидроэлектростанции были начаты исследования напряженного состояния арматуры. Изучение напряжений в арматуре понура проводилось с помощью дистанционных приборов, установленных во время возведения сооружения. Наблюдения за установленными приборами производились в строительный период и в период эксплуатации.

Понур гидроэлектростанции представляет собой железобетонную плиту, соединенную арматурой с фундаментными плитами здания гидроэлектростанции и соорудерживающего сооружения (СУС). В примыканиях плиты к гидроэлектростанции и соорудерживающему сооружению для обеспечения их независимой осадки устроены «гибкие части» из асфальтобетона. Ширина гибкой части, примыкающей к гидроэлектростанции, – 7 м, у СУС – 5 м. Поверх железобетонной плиты и асфальтобетона уложены гидроизоляционный слой и пригрузка из грунта. Рабочая арматура понура  $d = 80$  мм установлена двумя рядами. Шаг нижнего ряда арматуры – 25 см, верхнего – 50 см.

Работа понура изучалась на восьмой секции гидроэлектростанции. Измерения напряжений производились в арматуре гибкой части понура, примыкающей к зданию гидроэлектростанции, где усилие, передающееся на понур, полностью воспринимается арматурой. Для измерения напряжения были применены струнные арматурные динамометры, установленные на шести дополнительных стержнях  $d = 40$  мм, размещенных между стержнями верхнего ряда рабочей арматуры. На каждом мерном стержне было установлено последовательно по три динамометра для взаимного контроля показаний приборов. Размещение приборов показано на рис. 1. Кабели от приборов были выведены через бетон в потерну гидроэлектростанции и присоединены к измерительным приборам. Кроме измерения напряжений в арматуре понура, намечалось вести наблюдение за температурой в понуре и осадкой сооружения.

В строительный период арматура находилась под воздействием различных факторов и условия ее работы резко менялись. В начале строительного периода производилась укладка горячего асфальтобетона в гибкую часть понура, нагрев части рабочих стержней приводил к деформации. При остывании стержней остались деформации решетки и соответствующие напряжения. В середине строительного периода, после укладки асфальтобетона при общем повышении температуры воздуха, в арматуре возникали сжимающие напряжения, достигавшие в отдельных стержнях величины  $300 \div 400$  кг/см<sup>2</sup>. В конце строительного периода производилась отсыпка грунта на понур и укладка плит крепления при общем снижении температуры воздуха. Напряжения в стержнях из сжимающих перешли в растягивающие.

В эксплуатационный период, начиная с момента затопления котлована гидроэлектростанции, изменения напряжений происходили во всех мерных стержнях одновременно и были весьма близки по величине друг к другу. Отклонения приращений напряжений в отдельных мерных стержнях от среднего значения были



*Рис. 1. Поперечный разрез здания Жигулевской ГЭС  
(место установки гибких частей)*

незначительны. Столь близкое совпадение напряжений в отдельных стержнях во второй период свидетельствует о том, что действующие причины, вызвавшие эти изменения, были одинаковыми для всех стержней. Напряжения в мерных стержнях возрастали по мере наполнения.

После пуска агрегатов 8-й секции имело место резкое снижение напряжений в арматуре. При почти неизменном напоре напряжения уменьшались. В последующем напряжения в арматуре снижались и вновь возрастали при сработке и наполнении водохранилища.

Возможными причинами, вызвавшими постепенное снижение напряжений, являются: перераспределение касательных напряжений по длине понура, ползучесть бетона плиты понура и здания станции в месте заделки в них арматуры, релаксация напряжений в арматуре, различная интенсивность осадок здания станции и плиты понура и другие факторы.

### **Выводы.**

1. В результате наблюдений установлен характер совместной работы анкерного понура и здания гидроэлектростанции под действием напора воды и определен порядок величин фактических напряжений в анкерной арматуре понура, имевших место во время строительства, наполнения водохранилища и в последующий период эксплуатации.
2. В строительный период в арматуре понура возникли растягивающие напряжения, достигшие к концу этого периода в среднем  $360 \text{ кг/см}^2$ . При сварке арматуры понура с арматурой гидроэлектростанции в летнее время эти напряжения могли быть еще выше, что повысило бы долю участия понура в восприятии сдвигающих усилий. Таким образом, мероприятиями строительного периода можно до некоторой степени увеличивать усилие, воспринимаемое анкерным понуром.

3. В эксплуатационный период напряжения в арматуре анкерного понура увеличивались или уменьшались в соответствии с увеличением или уменьшением горизонтального давления на здание гидроэлектростанции, что указывает на упругий характер связи понура со зданием гидроэлектростанции. Вместе с тем с течением времени наблюдается перераспределение усилий между зданием гидроэлектростанции и понуром. Так доля участия понура в противодействии сдвигающим усилиям при первом наполнении водохранилища достигала 11 %, а с учетом напряжений строительного периода – 22 %. При повторных заполнениях водохранилища усилие, воспринимаемое понуром, с учетом напряжений строительного периода соответственно составляло 19 и 16 % от величины полного горизонтального давления на здание гидроэлектростанции. Такое снижение усилия, воспринимаемого понуром, может быть отнесено в основном за счет перераспределения касательных напряжений по длине понура.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21-27.
2. Бальзанников М.И., Холопов И.С., Соловьев А.В., Лукин А.О. Применение стальных балок с гофрированной стенкой в гидротехнических сооружениях // Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 34-41.
3. Бальзанников М.И., Иванов Б.Г., Михасек А.А. Система управления состоянием гидротехнических сооружений // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 119-124.
4. Бальзанников М.И., Пиявский С.А., Родионов М.В. Совершенствование конструкций низконапорных грунтовых переливных плотин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 5. С. 52-59.
5. Бальзанников М.И., Холопов И.С., Алпатов В.Ю. Применение решетчатых пространственных металлических конструкций в покрытиях машинных залов ГЭС // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2012. Вып. 28. С. 225-232.
6. Бальзанников М.И., Селиверстов В.А. Исследования влияния разделителей потока для применения в водоприемных устройствах гидроэнергетических установок // Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки». 2009. № 3 (25). С. 199-205.
7. Романов А.А., Евдокимов С.В. Результаты исследования колебаний бетонных частей секций Жигулевской ГЭС // Научное обозрение. № 7, 2015. С. 188-194.
8. Романов А.А., Евдокимов С.В., Селиверстов В.А. Исследования колебаний кровли Жигулевской гидроэлектростанции // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 109-112.

9. Свитала Ф., Галицкова Ю.М., Евдокимов С.В. Особенности конструкций гидротехнических сооружений и агрегатных зданий первых гидроэлектростанций // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 12, С. 87-90.
10. Леонов О.В., Романов А.А., Евдокимов С.В. Анализ сейсмических условий района расположения Жигулевской ГЭС // Вестник СГАСУ (Градостроительство и архитектура). 2011. № 2. С. 109-114.
11. Романов А.А., Леонов О.В., Евдокимов С.В. Сейсмостойкость грунтов основания и конструкций основных сооружений Жигулевской ГЭС // Вестник СГАСУ (Градостроительство и архитектура). 2011. № 4. С. 66-72.

## REFERENCES

1. Balzannikov M.I., Zubkov V.A., Kondrateva N.V., Hurtin V.A. Kompleksnoe obsledovanie tehnikeskogo sostoyaniya stroitelnykh konstruksiy sooruzheniy Zhigul'Yovskoy GES // Gidrotehnikeskoe stroitelstvo. 2013. № 6. Pp. 21-27.
2. Balzannikov M.I., Holopov I.S., Solovov A.V., Lukin A.O. Primenenie stalnykh balok s gofrirovannoy stenкой v gidrotehnikeskikh sooruzheniyah // Vestnik MGSU. 2013. № 11. Pp. 34-41.
3. Balzannikov M.I., Ivanov B.G., Mihasek A.A. Sistema upravleniya sostoyaniem gidrotehnikeskikh sooruzheniy // Vestnik MGSU. 2012. № 7. Pp. 119-124.
4. Balzannikov M.I., Piyavskiy S.A., Rodionov M.V. Sovershenstvovanie konstruksiy nizkonapornykh gruntovykh perelivnykh plotin // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. 2012. № 5. Pp. 52-59.
5. Balzannikov M.I., Holopov I.S., Alpatov V.Yu. Primenenie reshetchatykh prostranstvennykh metallicheskh konstruksiy v pokryitiyakh mashinnykh zalov GES // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arhitektura. 2012. Vyip. 28. Pp. 225-232.
6. Balzannikov M.I., Seliverstov V.A. Issledovaniya vliyaniya razdeliteley potoka dlya primeneniya v vodopriemnykh ustroystvakh gidroenergeticheskikh ustanovok // Vestnik SamGTU. Seriya «Tehnikeskie nauki». 2009. № 3 (25). Pp. 199-205.
7. Romanov A.A., Evdokimov S.V. Rezultaty issledovaniya kolebaniy betonnykh chastey seksiy Zhigulevskoy GES // Nauchnoe obozrenie. 2015. № 7. Pp. 188-194.
8. Romanov A.A., Evdokimov S.V., Seliverstov V.A. Issledovaniya kolebaniy krovli Zhigulevskoy gidroelektrostantsii // Nauchnoe obozrenie. 2015. № 14. Pp. 109-112.
9. Svitale F., Galitskova Yu.M., Evdokimov S.V. Osobennosti konstruksiy gidrotehnikeskikh sooruzheniy i agregatnykh zdaniy pervykh gidroelektrostantsiy // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2014. № 12. Pp. 87-90.
10. Leonov O.V., Romanov A.A., Evdokimov S.V. Analiz seysmicheskikh usloviy rayona raspolozheniya Zhigulevskoy GES // Vestnik SGASU. 2011. № 2. Pp. 109-114.
11. Romanov A.A., Leonov O.V., Evdokimov S.V. Seysmostoykost gruntov osnovaniya i konstruksiy osnovnykh sooruzheniy Zhigulevskoy GES // Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arhitektura. 2011. № 4. Pp. 66-72.





## ON SPILLWAY STRUCTURES MADE FROM DISMANTLING WASTE

Andrey A. MIKHASEK

Julia M. GALITSKOVA

Olga A. TUTOVA

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

*In the process of reconstruction and total renovation of hydraulic engineering structures a significant amount of waste, such as reinforced concrete crash, is formed. The waste materials are supposed to be subsequently disposed of, which results in a substantial increase in costs. The paper presents data obtained during the inspection of the dam at the Teplovskoye Water Reservoir in Perelyubsky District of*

*Saratov Region, where about 360.4 m<sup>3</sup> of reinforced concrete structures are to be dismantled. The authors provide scientific background and design solutions for the use of dismantling waste in construction of rigid dike dams from non-fine concrete at spillway facilities' elements. The chosen elements are the overflow section of a flood spillway and the inlet and link waste canals' protection.*

**Keywords:** *hydraulic engineering structures, spillway facilities, dismantling waste, reinforced concrete structures crash*

On-the-run inspection carried out at hydraulic engineering structures demonstrates their actual technical condition. A considerable part of the examined structures [1, 2], such as spillways at earth dams, are in state of failure, so their reconstruction or total renovation is needed.

Repairing of such structures is followed by dismantling of some parts of concrete elements or the whole structure and their subsequent replacement with new concrete. That results in a significant amount of waste - reinforced concrete structures crash [3-8].

Dismantling waste must be disposed of at a landfill [9, 15-17]. It requires significant capital costs for works, transportation to the landfill, which is often located at a distance of over 100 km from the place of work, and recycling. Only the recycling costs on average amount to 236 rub / ton depending on a region.

To reduce costs of reconstruction works, we propose to re-use crushed dismantling waste materials in flood spillway elements, such as an overflow dam and a slope protection of inlet and link spillway canals using the mobile units. Such engineering structures will be designed as a rigid filter dike dam made from non-fine concrete. The advantages of such a design and technology are:

- a mobile complex is required to perform the work, and it includes a crusher and a mobile mixing plant;
- the only imported material used is cement or another binder;
- waste is reused.

After having conducted the research of crushed aggregates we came to conclusion that they can be used in concrete constructions of hydraulic engineering structures [8, 9],

as they meet requirements of reliability [11-14] and environmental safety [10]. As a natural object for further feasibility study of implementing such works we have chosen the spillway of the Teplovskoye Water Reservoir in Perelyubsky District of Saratov Region. In 2014 we were involved in the inspection of the structures.

The inspected structures of the Teplovskiy hydroelectric complex can be classified as hydraulic engineering objects of class IV. The hydroelectric facilities and reservoir were built in 1956. Spillway structures of hydroelectric facilities are located on the land lot of 2.0 hectares. Administratively this lot is located up the river Teplovka in Perelyubsky District of Saratov Region at the distance of 13 km from the villages Lomovka, Teplovka, Mosty in Pestravsky Municipal District of Samara Region, 4.4 km north of Teplovsky village and 1.15 km northeast of Kozhevsky village in Perelyubsky Municipal District of Saratov Region.

The objects of condition survey were as follows:

- bottom soils, foundations, grills and foundation beams of console spilling and main head regulators;
- walls, piles of console spilling and main head regulators;
- covering and coating of an overflow dam, console spilling and main head regulators;
- stiffeners, joints and junctions, conjugation of structures, methods of their connection and the size of areas of bearing;
- condition of earthwork structures: inlet and link spillways, outlet canals and an abrasion pit.

The photographs of spillway structures are shown in Figures 1 and 2, and the data of structural assessment are given in Table 1, the amount of dismantled structures is shown in Table 2.

Table 1

Structural assessment of construction elements of the spillway

№	Structures of hydroelectric complex	Disfunction	Condition
1	Ice barrier	Constructions are inclined, partially absent	State of failure
2	Console spilling	Destruction of the protective layer of concrete, denudation of reinforcing rods, there are through-holes, fungus, foundation soil beneath the structure is washed out	State of failure
3	Abrasion pit	Complete destruction of fixing plates	State of failure
4	Overflow dam	Destruction of the protective layer of concrete, cracks	Limited operation
5	Inlet and link spillway canals	Destruction of fixing plates at the inlet and outlet of the spillway dam, at the inlet of the console spilling, the narrowing of the working section of canals due to sediment, trees and shrubs	Limited operation



*Fig. 1. View on the conjugation structure – the console spilling*



*Fig. 2. View on the overflow dam*

Table 2

## Bill of Volumes for concrete structures dismantling

№	Name of the site	Name of work item and justification of defects	Units of measure	Volumes
1	Console spilling	Dismantling and further installation of flume structures in the form of slabs and walls as a result of destruction of the protective layer of concrete, denudation of reinforcing rods, failure of the end section, fungus infection	m <sup>3</sup>	167,9
		Dismantling and further installation of beams and grills as a result of destruction of the protective layer of concrete, denudation of reinforcing rods, destruction of elements	m <sup>3</sup>	39
		Dismantling and installation of fixing plates as a result of concrete strength parameter mismatch, cracks	m <sup>3</sup>	42
2	Overflow dam	Dismantling and installation of concrete reinforcement as a result of destruction of the protective layer, through-holes	m <sup>3</sup>	32,7
		Dismantling and installation of fixing plates as a result of concrete strength parameter mismatch, cracks	m <sup>3</sup>	78,8

On the basis of the data shown in Tables 1 and 2 it can be concluded that in the process of repair works at spillway structures of the Teplovskiy hydroelectric complex the volume of dismantled constructions will be 360.4 m<sup>3</sup> and additional costs for waste disposal will be more than 300 000 rub.

### Conclusions

1. In the process of reconstruction and repair works at hydraulic engineering structures a significant amount of waste, such as reinforced concrete structures crash, is formed. It can be re-used on the site after being crushed.
2. Crushed aggregates in the form of gravel are recommended as source raw material for constructing an overflow dam and protecting slopes of the of the inlet and link spillway canals using the mobile small-scale units.
3. The study of using the proposed technology and design at the Teplovskoye Water Reservoir in Perelyubsky District of Saratov Region showed that the volume of waste will be 360.4 m<sup>3</sup>. If this waste is re-used, disposal costs cutting will help to reduce reconstruction costs by more than 300 000 rub.

## REFERENCES

1. Mihasek A.A., Eremin S.V. Otsenka sostoyaniya gidrotehnicheskikh sooruzheniy v Pestravskom rayone Samarskoy oblasti [Assessment of Hydraulic Structures in Pestravsky District of Samara Region]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. 2014. Pp. 368-371.
2. Mihasek A.A., Ovchinnikov D.V. Sostoyanie vodohozyaystvennogo kompleksa Volzhskogo rayona Samarskoy oblasti [Condition of Water Utilization Complex in Volzhskiy District of the Samara Region]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. 2014. Pp. 392-394.
3. Galitskova Yu.M. Problemyi ispolzovaniya stroitelnykh othodov [Aspects of Using Construction Waste]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. 2014. Pp. 121-124.
4. Galitskova Yu.M. Osnovnyie napravleniya ispolzovaniya stroitelnykh othodov ot demontazha zdaniy [Guidelines of Using Dismantling Construction Waste]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. 2014. Pp. 125-129.
5. Chumachenko N.G., Korenkova E.A. Promyshlennyye othodyi - perspektivnoe syire dlya proizvodstva stroitelnykh materialov [Industrial Waste - Future Material for the Production of Building Materials]. Industrial and Civil Engineering. 2014. № 3. Pp. 20-24.
6. Mihasek A.A., Galitskova Yu.M. Ispolzovanie othodov v promyshlennom i gidrotehnicheskom stroitelstve [The Use of Waste in Industrial and Hydraulic Engineering]. Industrial and Civil Engineering. 2015. № 06. – Pp. 31-34.
7. Galitskova Yu.M. Podgotovka stroitelnykh othodov k vtorichnomu ispolzovaniyu [Preparation of Construction Waste for Reuse]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. 2014. Pp.130-133.
8. Galitskova Yu.M. Ispolzovanie stroitelnykh othodov dlya remonta malykh gidrotehnicheskikh obyektoy [The Use of Construction Waste for Repairing Small Hydraulic Engineering Structures]. Scientific publications. 2014. № 5. Pp. 119-123.
9. Mihasek A.A., Eremin S.V. Otsenka kachestva modifitsirovannykh kompozitnykh materialov dlya ispolzovaniya v gidrotehnicheskom stroitelstve [Quality Control of Modified Composite Materials for Hydraulic Engineering]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and

- Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. 2014. Pp. 372-374.
10. Balzannikov M.I., Rodionov M.V., Seliverstov V.A. Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti expluatiruemykh gruntovykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [On Improving Environmental Security of Earth Hydrotechnical Facilities in Service]. Vestnik SGASU. Town-Building and Architecture. 2011. No 1. Pp. 100-105.
  11. Balzannikov M.I., Evdokimov S.V. Obschie napravleniya i problemyi sovershenstvovaniya konstruksiy tehnikeskikh system [Trends and Aspects of Improving the Design of Technical Systems]. Sovremennyye problemyi sovershenstvovaniya i razvitiya metallicheskih, derevyannyih, plastmassovyih konstruksiy v stroitelstve i na transporte. Proceedings of the International Scientific Conference September 2002. Samara. 2002. 78p.
  12. Piyavskiy S.A., Evdokimov S.V. Piyavskiy S.A., Evdokimov S.V. Obosnovanie konstruksiy vodopropusknyih gidrotekhnicheskikh sooruzheniy v usloviyah neopredelennosti [Feasibility Study of Culvert Hydraulic Structures under Uncertainty], Izvestiya vysshih uchebnyih zavedeniy. Stroitelstvo. 2012. № 6. Pp. 36-43.
  13. Evdokimov S.V. Metodyi rascheta nadezhnosti elementov gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Methods for Calculating Reliability of Hydraulic Structures Elements] / Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arhitekture. Proceedings of the 70th National Scientific Conference. SGASU. Part II. 2013. Pp. 74-78.
  14. Evdokimov S.V., Dormidontova T.V. Otsenka nadezhnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Evaluation of Reliability of Hydraulic Structures]. Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arhitektura. 2012. № 1. Pp. 49-53.
  15. Evdokimov S.V., Orlova A.A. Problemyi zahoroneniya TBO v Samarskoy oblasti [On MSW Dumping in Samara Region]. Aktualnyie problemyi v stroitelstve i arhitekture. «Obrazovanie. Nauka. Praktika». Proceedings of the 61st Regional Scientific Conference. Samara: SGASU. 2004. Pp.111-113.
  16. Gvozдовskiy V.I., Evdokimov S.V. Ekologicheskaya ekspertiza i otsenka vozdeystviya na okruzhayuschuyu sredu obyektov stroitelstva i ekspluatatsii [Ecological Expertise and Environmental Impact Assessment of Construction Objects]. Proceedings of the International Scientific Conference “Environmental and Hydraulic Structures: Problems of Construction, Operation, Environment and Professional Training”. Samara: SGASU. 2014. Pp. 219-220.
  17. Evdokimov S.V., Orlova A.A., Dubinina G.F. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti pri pererabotke tverdyyih byitovyih othodov [On Ensuring Environmental Safety when Recycling Solid Waste]. Ecology and Industry of Russia. № 11. 2015. Pp. 36-41.





## ROAD DESIGN AND CONSTRUCTION

### PROTECTING MOTORWAYS FROM DRIFTS

#### СПОСОБ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ ЗАНОСОВ

Tatjana V. DORMIDONTOVA  
Sergey V. EVDOKIMOV

Т. В. ДОРМИДОНТОВА  
С. В. ЕВДОКИМОВ

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

*The paper analyses different ways of motorways protection. These ways of protection allow to change direction of air masses by use of special flat screens joints connected successively to the main screen. The special flat screens are supported vertically. They are fixed to hoisting units movable platforms and are made as gas-filled envelopes. The authors also dwell upon motorway protection with the help of wind-shelters and prove that these wind-shelters are unreliable. It leads to assembling complexity. Besides, their use is limited because of their stationary state. The technical result of the new way of motorway protection introduces by the authors provides an increasing degree of protection from wind, snow and sand drifts.*

**Keywords:** motorways protection, wind-shelter, safety, panel train

*Рассматриваются способы защиты автомобильных дорог, в которых обеспечиваются возможности изменения направления движения воздушных масс посредством последовательно присоединенных к основному экрану с помощью шарниров дополнительных плоских экранов, имеющих средства их поддержки в вертикальном положении и выполненных в виде присоединенных к верхней части этого экрана заполненной газом оболочки и установленных на наземных передвижных платформах лебедок. Приведены обоснования имеющихся способов защиты дорог, с помощью конструкции ветрозащитного устройства доказано, что они будут являться ненадежными в работе, что приведёт к возникновению сложностей, при монтаже и будут иметь относительную ограниченность использования вследствие своей стационарности. Технический результат способа, предложенного авторами, – повышение степени защиты дорог от воздействия ветра, снега и песчаных наносов.*

**Ключевые слова:** защита автомобильных дорог, ветрозащитное устройство, безопасность, щитовой поезд

Автомобильные магистрали необходимо защищать от воздействий снега, бокового ветра, песчаных наносов на равнинной местности и в степях, где имеют место большие площади «разгона» воздушного потока. С этой целью для безопасности дорожного полотна в зимнее время – при переносе снежных масс метелевым потоком, а в летнее время – при переносе пыли и песка при ветре, имеющем относительно постоянную скорость и направление, необходимо разрабатывать определённые системы мер и мероприятий в виде защитных устройств.

Авторами был разработан способ защиты автомобильных дорог с помощью переноса частиц. Заявляемый способ направлен на решение задачи создания мобильного комплекса, способного осуществлять защиту дорог от воздействия ветра, снега и песчаных наносов.

Технический результат выражается в упрощении конструкции защитного устройства при обеспечении повышения степени защиты дорог от воздействия ветра, снега и песчаных наносов.

Результат достигается тем, что способ защиты представляет собой сцепленные между собой подвижные платформы, на каждой из которых расположено подвижное основание, с установленными в гнездах опорами защитного щита со щупом, при этом подвижное основание выполнено с возможностью вертикального перемещения относительно платформы за счет установленного между ними подъемного приспособления.

Способ защиты представляет собой щитовой поезд, в виде сцепленных между собой подвижных платформ (рис. 1). На каждой платформе 1 расположено подвижное основание 2, с установленными в гнездах опорами 3 – для крепления защитного щита 4 со щупом 8. При этом подвижное основание 2 выполнено с возможностью вертикального перемещения относительно платформы 1 за счет установленного между ними подъемного приспособления 5, выполненного в виде гидро- или пневмоци-

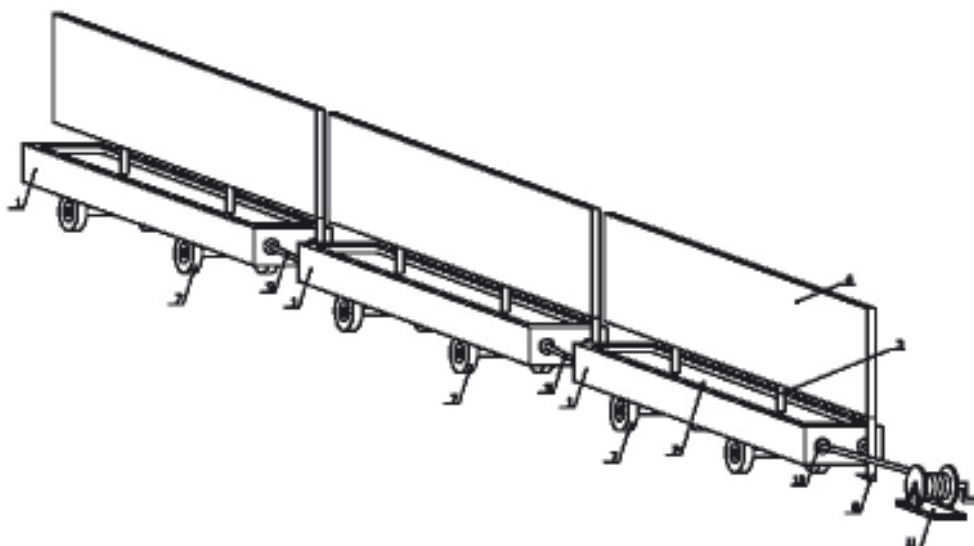


Рис. 1. Защитное устройство для дорог

линдра, который установлен на платформе 1, а его шток 6 закреплен на подвижном основании 2. Платформа выполнена из керамзитобетона в виде параллелепипеда с открытым верхом и защищена по периметру стальным листом. Регулирование высоты щита 4 осуществляется при помощи подключаемых источников сжатого воздуха, в качестве направляющего приспособления используется шток 6.

При необходимости подъема (опускания) подвижного основания 2, к подъёмному приспособлению 5, снабженному штоком 6, подключают источник сжатого воздуха и осуществляют требуемое регулирование высоты щита 4.

Фиксирование подвижного основания 2 со щитом 4 на необходимой высоте осуществляется при помощи стопорных элементов, предусмотренных на каждой платформе 1.

В качестве подвижных элементов платформы 1 могут быть использованы колесные пары 7 или полозья (в зимнее время).

Щитовой поезд перемещается при помощи тягача, который доставляет сцепленные между собой стальным тросом 9 платформы 1 на участок дороги, требующей защиты. Тягач отцепляется. Осуществляется регулировка положения высоты щитов 4. В частном случае тягач может оснащаться бульдозерной навеской, служащей дополнительным барьером для снега, ветра и песка.

Представленный способ защиты дорог работает следующим образом. На каждой платформе 1 расположено подвижное основание 2, с установленными в гнездах опорами 3 щита 4 со шупом 8 (рис. 2). При этом подвижное основание 2 выполнено с возможностью вертикального перемещения относительно платформы 1 за счет установленного между ними подъемного приспособления 5 – гидро - или пневмоцилиндра, который закреплен на платформе 1, а его шток 6 – на подвижном основании 2. Платформа 1 выполнена из керамзитобетона в виде параллелепипеда с открытым верхом и защищена по периметру стальным листом. Регулирование высоты платформы 1

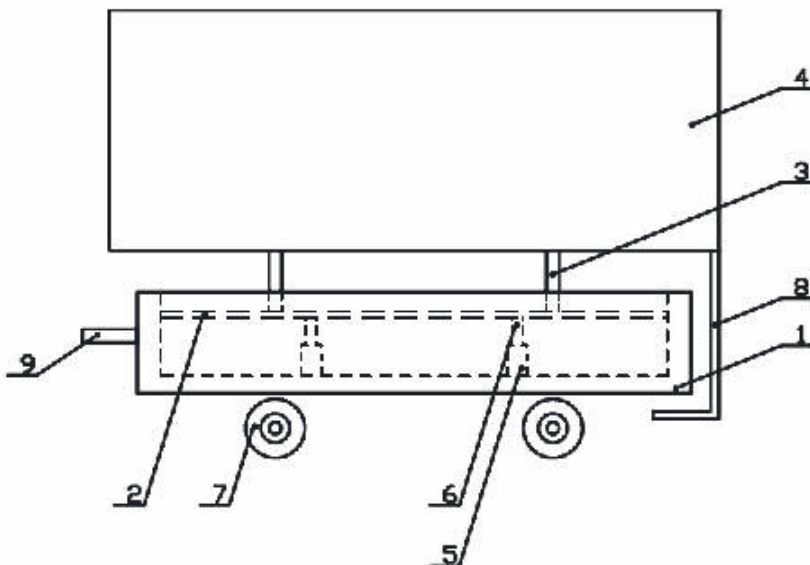


Рис. 2. Вид отдельной платформы на колесных парах

происходит при помощи подключаемых источников сжатого воздуха. При необходимости подъема (опускания) подвижного основания 2, к подъёмному приспособлению 5 подключают источник сжатого воздуха и осуществляют требуемое регулирование высоты. Фиксирование подвижного основания 2 со щитом 4 на необходимой высоте осуществляется при помощи стопорных элементов, предусмотренных на каждой платформе 1. В качестве подвижных элементов платформы 1 могут использоваться колесные пары 7, а в зимний период – полозья.

Щитовой поезд перемещается при помощи тягача, который доставляет сцепленные между собой стальным тросом платформы 1 на участок дороги, требующей защиты. Тягач отцепляется от креплений 10. При помощи подъёмного приспособления 5 осуществляется регулировка положения высоты щита 4 со шупом 8 и фиксируется стопорными элементами. В случае изменения направления ветра производится коррекция положения щитового поезда путем соответствующего его перемещения тягачом или тяговой лебёдкой 11.

Предложенный авторами способ защиты дорог имеет упрощенную схему конструкции по сравнению с ранее известными. При его использовании повышается степень защиты дорог от воздействия ветра, снега и песчаных наносов. Кроме этого, многократное передвижение щитового поезда лебедкой позволяет обеспечить постоянное функционирование защитного устройства в период всего сезона снеготаноса без использования тяжелой техники.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евдокимов С.В., Дормидонтова Т.В. Оценка надежности гидротехнических сооружений // Вестник СГАСУ (Градостроительство и архитектура). 2012. № 1. С. 49-53.
2. Евдокимов С.В., Дормидонтова Т.В. Критерии оценки надежности и технического состояния гидротехнических сооружений // Вестник СГАСУ (Градостроительство и архитектура). 2011. № 2. С. 105-109.
3. Бальзанников М.И., Зубков В.А., Кондратьева Н.В., Хуртин В.А. Комплексное обследование технического состояния строительных конструкций сооружений Жигулёвской ГЭС // Гидротехническое строительство. 2013. № 6. С. 21-27.
4. Лычев А.С., Дормидонтова Т.В. Повышение надежности оценки прочности бетона в эксплуатируемых конструкциях // Известия вузов. Строительство. 2002. № 6. С. 15-20.
5. Бальзанников М.И., Родионов М.В., Сеницкий Ю.Э. Повышение эксплуатационной надежности низконапорных гидротехнических объектов с грунтовыми плотинами // Приволжский научный журнал. 2012. № 2. С. 35-40.
6. Бальзанников М.И., Иванов Б.Г., Михасек А.А. Система управления состоянием гидротехнических сооружений // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 119-124.

7. Дормидонтова Т.В., Попов В.П. Практическая организация инструментального мониторинга несущих конструкций // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 35-40.
8. Дормидонтова Т.В. Мониторинг несущих конструкций одноэтажного каркасного сборного железобетонного здания // Интернет-журнал «Науковедение». 2014. № 2. С. 35-40.
9. Дормидонтова Т.В., Кирьяков В.В. Применение методов теории надёжности на практике // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Том 7, № 2. С. 35-40.
10. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands / Procedia Engineering XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP) (TFoCE 2015).

## REFERENCES

1. Evdokimov S.V., Dormidontova T.V. Otsenka nadezhnosti gidrotehnicheskikh sooruzheniy // Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arhitektura. 2012. №1. Pp. 49-53.
2. Evdokimov S.V., Dormidontova T.V. Kriterii otsenki nadezhnosti i tehniceskogo sostoyaniya gidrotehnicheskikh sooruzheniy // Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arhitektura. 2011. № 2. Pp. 105-109.
3. Balzannikov M.I., Zubkov V.A., Kondrateva N.V., Hurtin V.A. Kompleksnoe obsledovanie tehniceskogo sostoyaniya stroitelnykh konstruksiy sooruzheniy Zhigul'Yovskoy GES // Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. 2013. № 6. Pp. 21-27.
4. Lyichev A.S., Dormidontova T.V. Povyishenie nadezhnosti otsenki prochnosti betona v ekspluatiruemykh konstruksiyah // Izvestiya vuzov. Stroitelstvo. 2002. № 6. Pp. 15-20.
5. Balzannikov M.I., Rodionov M.V., Senitskiy Yu.E. Povyishenie ekspluatatsionnoy nadezhnosti nizkonapornykh gidrotehnicheskikh ob'ektov s gruntovymi plotinami // Privolzhskiy nauchniy zhurnal. 2012. № 2. Pp. 35-40.
6. Balzannikov M.I., Ivanov B.G., Mikhasek A.A. Sistema upravleniya sostoyaniem gidrotehnicheskikh sooruzheniy // Vestnik MGSU. 2012. № 7. Pp. 119-124.
7. Dormidontova T.V., Popov V.P. Prakticheskaya organizatsiya instrumentalnogo monitoringa nesushchikh konstruksiy // Nauchnoe obozrenie. 2014. № 4. Pp. 130-133.
8. Dormidontova T.V. Monitoring nesushchikh konstruksiy odnoetazhnogo karkasnogo sbornogo zhelezobetonnoy zdaninya // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2014. № 2. P. 108.
9. Dormidontova T.V., Kiryakov V.V. Primenenie metodov teorii nad'Yozhnosti na praktike // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2015. T.7, № 2. Pp. 1-15.
10. Dormidontova T.V. Operational safety assessment of stadium stands / Procedia Engineering. Volume III, 2015, Pp. 164-169



## BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

### TRIAL DESIGN OF A DOME ROOF FOR AN ORTHODOX CHURCH

Vadim Yu. ALPATOV

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

Alisa A. BELYAKOVA

*Shuko International Moscow  
Moscow, Russian Federation*

*The paper describes some construction solutions for a metallic dome roof of an orthodox church. The authors describe three alternative variants (with different structural diagrams) of designing its dome framework. The paper introduces ribbed ring-shaped, grid and webbed geodesic dome constructions which are aimed to be used in the same operation conditions. The researchers calculated structural design, strength, proportioning of members and weight index as well as geometrically arranged elements of each dome design structure. Then their general total economic parameters were compared.*

**Keywords:** *dome roof, dome, design shape, weight, calculation, selection of elements*

Dome structures are often used successfully in round buildings [1-6, 11]. Dome roofs are usually designed for buildings of social entertainment (such as circuses and stadiums) and for religious buildings (such as orthodox churches). Dome roofs can be classified according to different characteristics, such as their purpose, design shape, size, rising height, materials used, etc. According to the dome construction, they are divided into ribbed, ribbed ring-shaped, webbed, radial beam and grid domes [3, 7].

Dome design mostly depends on technical-and-economic properties of its coating [7-9]. Complexity / simplicity of a dome calculations, manufacturing, final fitting-up and so on depend, in their turn, on this dome design. Above all, weight and price of a dome depend on this dome design. We find it possible to estimate efficiency of different dome constructions (being used in certain operation conditions) while applying optimal design theory. For that, we have to set out to calculate the minimum weight of the construction as a parameter optimization problem and to find a solution to the problem. Trial design is most frequently used to point out the most ergonomic dome structure in real life. To do that we need to work out several alternative variants of the construction in question and then to choose the best one taking into account a definite criterion [5-8, 10].

The authors applied the trial design method when constructing a dome roof of the Orthodox Church in Bereza village. While designing this roof the authors chose ribbed ring-shaped, grid and webbed geodesic domes for comparative analysis. The researchers



calculated structural design, strength, proportioning of members and weight index as well as geometrically arranged elements of each dome design structure. Geometrical arrangement of the dome different design structures was made while using AutoCAD and SolidWorks software systems. Static analysis of the dome different design structures was made while using LIRA software system. Joint connection design was made by SolidWorks software system. Dome elements weight and its whole weight was calculated in Excel application. Dome different design structures made by SolidWorks software system can be seen in Figures 1-3.

To calculate economic efficiency of the designed dome structures the authors used Ya.M. Likhtarnikov's methodology [10]. According to this methodology to determine the cost of the construction one has to calculate the construction weight and its elements and units weight  $T^{prdet}$ , labour hours, transport operation  $T^{trnsp}$  and construction assembling  $T^{inst}$ :

$$T = T^{prdet} + T^{trnsp} + T^{inst}.$$

To calculate labour hours we need to define the necessary amount of carving, bending, drilling, welding, etc. All these calculations depend on the roof elements type (if its rolled stock or sheet), weight and amount. That is why three dome different design structures were calculated and their technical-and-economic properties were compared.

To calculate transport operations it was necessary to decide on the type of assembling, the type of deliverable assemblies and their quantity, to heft assemblies and choose the mode of transportation. To calculate assembling costs it was necessary to decide on the erection method and assembling vehicles and machinery.

While designing these three dome structures the researches did not take into account transport operation and assembling labour input. They found it possible to rely on the cost of materials required for the construction and the cost of its manufacturing (which was based on the required labour hours).

### Conclusions

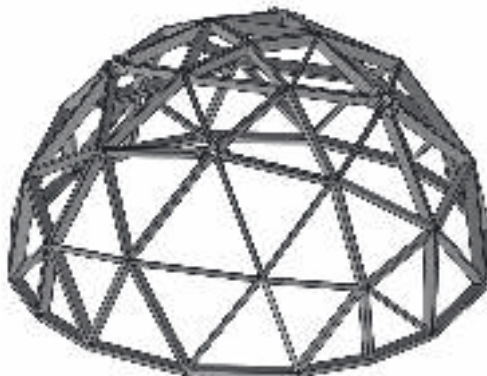
1. Taking into account the calculated dome different design structures and comparing their technical-and-economic properties the authors come to the conclusion that a ribbed ring-shaped dome is the best option.
2. The total cost of assembling a grid dome is 7% more than that of a ribbed ring-shaped dome.
3. The total cost of assembling a webbed geodesic dome is twice as much compared to that of a ribbed ring-shaped dome.



*Fig. 1. Ribbed ring-shaped dome*



*Fig. 2. Grid dome*



*Fig. 3. Webbed geodesic dome*

## REFERENCES

1. Kholopov I.S., Alpatov V.Yu., Mochalnikov V.N., Moiseev N.N., Veschin V.Yu. The experience of applying spatial bar metal structures in building engineering // Actual problems of metal, timber and plastic constructions developing and modernizing (Civil Engineering and Transport): International Scientific-Technological Conference Materials. Samara, SamGASA, 2002. Pp. 199-206.
2. Alpatov V.Yu., Kholopov I.S., Solovjev A.V. Three-dimensional structures in Samara. Practical application // Stroy-info: news bulletin. Samara, 2003. №22 (214). Pp. 7–10.
3. Tur A.V., Kholopov I.S., Mosesov M.D. made of thin-walled elements: experimental research results // Traditions and innovations in architecture and civil engineering, 70th anniversary scientific and technical conference proceedings. Samara, SGASU, 2013. Pp. 355-356.
4. Alpatov V.Yu., Ratzev N.R., Ratzev A.R. Metal grid roofing of stadium grandstands // Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Wschodnie partnerstwo – 2013» Volume 32 Budownictwo i architektura: Przemysł. Nauka i studia. Pp. 40-43.
5. Shirokov V.S., Alpatov V.Yu. Calculating the best proportion of a span and a rising height of dome-shaped spatial lattice structures // Scientific electronic archival depository. URL: <http://econf.rae.ru/article/7097> (Reference date: 19.11.2012).
6. Metal structures // XXI century: building materials, equipment, technologies.
7. Alpatov V.Yu., Alpatova O.V., Alpatov A.V., Belyakova A.A. Estimating economic efficiency of building structures dome roofs // Scientific Survey. 2015. №24. Pp. 51-56.
8. Alpatov V.Yu., Igoshin S.S. On standardization of beam elements in metal grid systems // Traditions and innovations in architecture and civil engineering, 67th scientific and technical conference proceedings, Samara, SGASU, 2010. Pp. 749-750.
9. Vadim Yu. Alpatov, Mikhail I. Balzannikov, Igor S. Kholopov, Alexey A. Lukin, Stress and Strain State in Beams with Corrugated Web and Their Use in Hydraulic Engineering Structures, Procedia Engineering, Volume 111, 2015, Pages 72-81, ISSN 1877-7058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.047>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815012965>).
10. Likhtarnikov Ya.M. Metal structures. Methods of technical economical analysis in design. M.: Stroyizdat, 1968. 319 p.
11. Kholopov I.S., Balzannikov M.I., Alpatov V.Yu. On the use of three-dimensional spatial lattice structures in roofing of mechanical equipment rooms of hydroelectric power stations // Vestnik SGASU, Gradostroitelstvo i arhitektura [Vestnik of SSUACE. Town Planning and Architecture]. 2012. Vol. 28(47). Pp. 225-232.

## ASPECTS OF ANALYZING BENDING TORSION FOR BEAMS WITH CORRUGATED WEB

Aleksey O. LUKIN

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

*This paper presents a brief analysis of works devoted to analyzing the bending torsion for beams with corrugated web. Two types of bending torsion for beams with corrugated web have been chosen for research. The aim of this paper is to clarify the theory of thin-walled bars by V.Z. Vlasov in order to define the strain-stress state of beams with corrugated web by bending torsion. The clarification is expressed as an increase in the flexural-torsional characteristics of the section by means of increasing the pure torsion moment of the cross-section due to the introduction of the equivalent flange thickness into analysis. In order to confirm, the action of two concentrated forces on five beams with sinusoidal corrugation has been analyzed. The compared results of the analysis of beams have been presented, which show that the difference in the stress values is not more than 7%. We define the boundaries within which the clarified theory can be applied.*

**Keywords:** *beams with corrugated web, the theory of thin-walled bars, bending torsion, stress, effective thickness, finite-element method*

The stress state of thin-walled open section bars in case when the transverse load does not go through the centre of the bend, is characterized by stress due to cross bending, and additional stress due to bending torsion.

During one of the first experimental studies carried out by G.A. Azhermachev [1], it was found that beams with corrugated web resist torsion better than beams with plain web.

When considering such a phenomenon as bending torsion for beams with corrugated web, it should be noted that bending torsion can be of two types:

- Local bending torsion, which occurs due to the displacement of the web from the beam axis.
- General bending torsion, which occurs when the force shifts from the beam axis.

The influence of local bending torsion was researched in the works by Stepanenko A.N. [2], Yegorov P.I. [3], Abbas H.H., Sause R., Driver R.G. [4]. The research of general bending torsion is presented in the work by Semenov P.I. [5], as well as in works by the author of this paper [6, 7], who gives a numeric evaluation of the impact of bending torsion on the operation of a corrugated beam, and the angles of torsion of beams with different types of corrugation are compared.

In this paper, we propose a clarification of the theory of thin-walled bars, in order to define the strain-stress state of beams with corrugated web by bending torsion.

The essence of the suggested analysis consists in the following. The theory by V.Z. Vlasov [9] is accepted as the basis. We propose taking into account the additional resistance

to torsion, which appears due to constant displacement of the web axis from the beam axis, by means of increasing the flexural-torsional characteristics of the section

$$k = l \cdot \sqrt{\frac{G \cdot I_k}{E \cdot I_\omega}} \quad (1)$$

In its turn, this index is connected with two geometrical adjectives  $I_\omega$  - sectorial moment of inertia, and  $I_k$  – pure torsion moment.

The sectorial moment of inertia  $I_\omega$ , for any symmetrical cross-section of the beam with the web displaced from the flange axis along the length of the bar, is calculated as follows:

$$I_\omega = \frac{b_f \cdot h_f^2 \cdot t_f \cdot (6 \cdot b_f^3 \cdot t_f + b_f^2 \cdot h_f \cdot t_w + 12 \cdot h_f \cdot f^2 \cdot t_w)}{24 \cdot (6 \cdot b_f \cdot t_f + h_f \cdot t_w)} \quad (2)$$

where  $h_f = h_w + t_f$  – is the distance between the flange axes (see Fig. 2 b).

The value  $I_\omega$  is defined by the geometrical parameters of the cross-section.

The pure torsion moment  $I_k$  for the section made out of several thin stripes, is calculated as follows:

$$I_k = \frac{\alpha}{3} \cdot \sum b_i \cdot t_i^3 \quad (3)$$

where  $b_i$  and  $t_i$  is the length and the thickness of each part of the section accordingly;  $\alpha$  – is set to 1,2 for i-shaped beams.

For the purpose of this paper the increase of the flexural-torsional characteristics of the section is due to the increase of the pure torsion moment of the cross-section. The latter is possible due to the introduction of the equivalent flange thickness factor into analysis, which is calculated as follows:

$$t_{fnp} = t_f \cdot \frac{s}{a} \quad (4)$$

where  $s$  – is the length of the arch or the panel of the half-wave,  $a$  – is the length of the half-wave (see Fig. 1) [10];

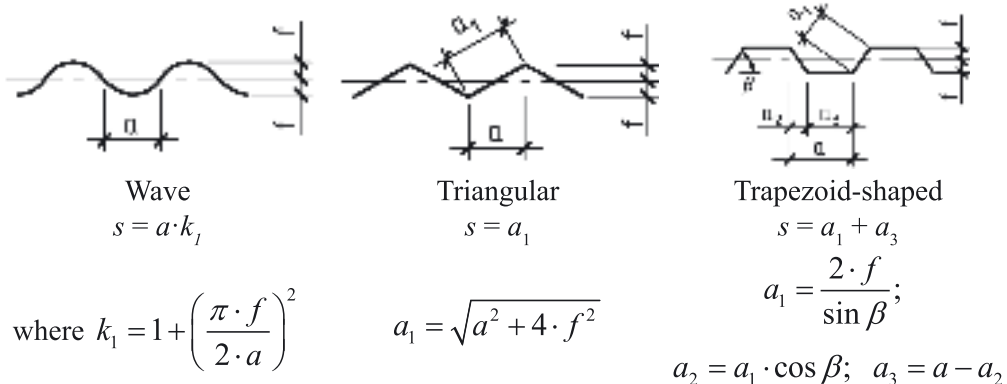


Fig. 1. Corrugated web profile

Then the formula (3), after taking into account (4) and plugging in the geometrical dimensions of the flanges and the web, will be as follows:

$$I_{k,np} = \frac{\alpha}{3} \cdot (2 \cdot b_f \cdot t_{f,np}^3 + h_w \cdot t_w^3). \tag{5}$$

It's evident from (4), that if the length of the arch  $s$  is equal to the length of the half-wave  $a$ , we will get a beam with the effective thickness of the flange equal to its geometric thickness, and this is the same as the well-known construction of the i-shaped beam with plain web, the solution for which is common knowledge.

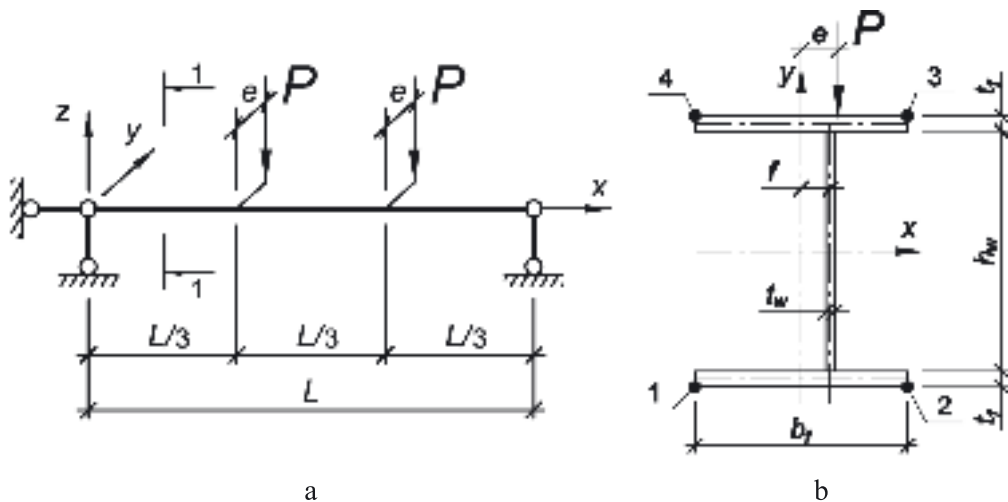


Fig. 2. Analysis of beams with corrugated web  
 a – design diagram; b - cross-section

Let's consider a beam which is pin-ended on two sides (see Fig. 2 a). The beam is under the effect of two concentrated forces. Let's present the analysis of five beams with wave (sinusoidal) corrugation. The cross section is taken as symmetrical. The beams' parameters are given in Table 1. The material is steel.

Table 1

The beams' parameters

№	Span $L, m$	$h_w, mm$	$t_w, mm$	$b_f, mm$	$t_f, mm$	$a, mm$	$f, mm$	$f/a$	Notes
1	6	500	2.5	200	12	77.5	20	0,258	Zeman
2	9	750	2,5	200	12	77,5	20	0.258	Zeman
3	6	500	3	200	12	77,5	50	0.645	deep
4	6	500	8	200	12	150	5	0.033	plain
5	7	620	6	280	22	200	10	0,05	-

As a result of analysis, the stress due to cross bending  $\sigma_x$ , the stress due to bending torsion  $\sigma_w$  and the summary value  $\sigma = \sigma_x + \sigma_w$  have been calculated (see Table 2). The method of analyzing the cross bending for corrugated beams developed by the author

is presented in [11, 12]. To check the results' reliability, the same beams have been analyzed by Product Company "Lire" using finite-element method (FEM).

Table 2

Result of analysis

№	Method of analysis	2*F, κН	$\sigma_x(e)$ if $x=L/2$ , MPa		$\sigma_x(0)$ , MPa		$\sigma_\omega$ , Mpa		$\Delta = \frac{\sigma_{FEM} - \sigma_{TMM}}{\sigma_{FEM}} \cdot 100\%$	
			T.1	T.2	T.1	T.2	T.1	T.2		$\sigma_x(e)$ T.1
1	Stepanenko A.N.	2×65 e=4cm	19,0	2,16	10,58	8,42	-8,42	2,27	7,95	
	Semenov P.I.		20,51	1,14	10,82	9,69	-9,68	10,39	24,24	
	Author		19,04	2,47	10,76	8,28	-8,29	2,48	6,16	
	FEM		18,58	3,19	10,78	7,8	-7,59	0	0	
2	Stepanenko A.N.	2×80 e=4cm	23,51	2,74	13,12	10,39	-10,38	-1,14	-1,33	
	Semenov P.I.		25,29	1,36	13,32	11,97	-11,96	6,35	13,68	
	Author		23,42	3,01	13,21	10,21	-10,2	-1,52	-3,04	
	FEM		23,78	3,37	13,25	10,53	-9,88	0	0	
3	Stepanenko A.N.	2×65 e=4cm	15,84	5,32	10,58	5,26	-5,26	-5,61	-11,45	
	Semenov P.I.		20,49	1,16	10,82	9,67	-9,66	22,11	62,8	
	Author		17,13	4,45	10,79	6,34	-6,34	2,09	6,74	
	FEM		16,78	5,2	10,84	5,94	-5,64	0	0	
4	Stepanenko A.N.	2×65 e=4cm	19,25	1,9	10,58	8,67	-8,68	11,28	4,46	
	Semenov P.I.		19,0	1,12	10,06	8,94	-8,94	9,83	7,72	
	Author		18,1	0,72	9,41	8,69	-8,69	4,63	4,7	
	FEM		17,3	0,51	9,0	8,3	-8,49	0	0	
5	Stepanenko A.N.	2×160 e=3cm	13,43	5,45	9,44	3,99	-3,99	0,91	0,76	
	Semenov P.I.		13,85	5,58	9,71	4,14	4,13	4,06	4,55	
	Author		13,47	5,47	9,47	4,0	-4,0	1,21	1,02	
	FEM		13,31	5,57	9,35	3,96	-3,78	0	0	

The calculations (see Table 2) show that the difference between the values of stress  $\sigma_\omega$  according to the theory of thin-walled bars, taking into account the introduced clarification for the analysis of beams with corrugated web, and according to FEM is not more than 5%, if the relation is  $f/a \leq 1/2$ . If the corrugation is deep  $f/a = 0,645$ , the difference is more – up to 7%. The difference with calculations according to other methods is up to 24%.

**Conclusions**

1. The clarification has been introduced, in order to calculate the pure torsion moment of the cross section of beams with corrugated web.
2. It's recommended to use Formula 2, if the relation is  $f/a \leq 1/2$ .

## REFERENCES

1. Azhermachev G.A. Balki s volnistymi stenkami [Beams with Wave-Shaped Web]. Promyshlennoe Stroitelstvo. 1963. №4. Pp. 54-56.
2. Stepanenko A.N. Stalnye dvukhtavrovye sterzhni s volnistoi stenкой [Steel I-Shaped Bars with Wave-Shaped Wall]. Khabarovsk: Khabarovsk State Technical University Publishing House, 1999. – 115p.
3. Yegorov P.I. Obespechenie prochnosti i zhestkosti stalnykh dvukhtavrovnykh sterzhnei s tonkoi gofirovannoi stenкой [Ensuring the Strength and Rigidity of Steel I-Shaped Bars with Thin Corrugated Walls]. Stroitelstvo i Rekonstruktsiya. 2010. №2. Pp. 46-50.
4. Abbas H.H., Sause R., Driver R.G. Behavior of Corrugated Web I-Girders under In-Plane Loads // Journal of Engineering Mechanics. Vol. 132, Issue 8, August 2006, pp. 806-814.
5. Semenov P.I. Raschet prochnosti i deformativnosti anizotropnykh tonkostennykh sterzhnei otkrytogo profilja [Analysis of Strength and Deformability of Anisotropic Thin-Walled Open Section Bars]. – Kiev: Visha Shkola, 1974. – 184p.
6. Soloviev A.V. Otsenka vliyaniya stesennogo krucheniya na rabotu balki s gofirovannoi stenкой [Estimate of Bending Torsion Effect on the Operation of Beam with Corrugated Web]. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2012. №6. Pp. 112-118.
7. Soloviev A.V. Uchet osobennostei raboty balok s gofirovannoi stenкой v raschetakh na stesennoe krucheniye [Taking into Account the Peculiar Features of Operation of Beams with Corrugated Web when Analyzing Bending Torsion]. Soloviev A.V., Lukin A. O., Alpatov V.Yu., Savostianov V.N. Vestnik MGSU. 2012. №11. Pp. 105-112.
8. Seydel E.B. (1931) Schubknickversuche mit Wellblechtafeln, Jahrbuch d. Deutsch. Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V. Müschen und Berlin, Pp. 233–235.
9. Vlasov V.Z. Tonkostennyje uprugie sterzhni [Thin-Walled Elastic Bars]. – M.: Fizmatlit, 1959. – 568p.
10. Lukin A. O. Opredeleniye progibov balok s gofirovannoi stenкой s uchetom sdvigovykh deformatsii [Determination of Deflections of Beams with Corrugated Web with the Shear Strain]. Engineering Journal of Don: Electronic Journal. №1. 2013. ISSN 2073-8633. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1496>.
11. Lukin A. O. K utochnennomu raschetu napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya balok s gofirovannoi stenкой [Best Estimate of Stress and Strain State in Beams with Corrugated Web]. Structural Mechanics and Analysis of Constructions. 2013. №5. Pp. 10-17.
12. Balzannikov I. M., Kholopov I.S., Alpatov V.Yu., A. O. Lukin. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie balok s gofirovannoi stenкой i ih ispolzovaniye v gidrotekhnicheskikh sooruzheniyakh [Stress and strain state in beams with corrugated web and their use in hydraulic engineering structures]. Procedia Engineering. Vol. 111, 2015. Pp. 74-81.





## ENVIRONMENTAL SECURITY

### PROSPECTS FOR THE EXPLOITATION OF WIND ENERGY IN THE CENTRAL REGIONS OF RUSSIA

Mikhail I. BALZANNIKOV

Efim G. VYSHKIN

Sergey V. EVDOKIMOV

*Samara State University of Architecture and Civil Engineering  
Samara, Russian Federation*

*This article examines possibilities for increasing the efficiency of wind installations are given, partly involving the exploitation of wind energy in the central regions of Russia. Results of the application of medium and small power wind turbines which generate analysis of wind speed in the Middle Volga region are presented, concluding that power under lower wind speed conditions, it has medium potential for wind energy but also the application of improved-harvesting. The expediency of using high-design wind turbines which concentrate power wind turbines in the Middle Volga wind-flow. context is discussed. Recommendations*

**Keywords:** *wind energy, wind harvesters, electricity generation, wind flow concentrators*

**Introduction.** Programmes for the reduction of environmental pollution caused by emissions from fossil-fuel power stations, and the wider exploitation of ecologically clean renewable energy sources (RES), are currently being successfully realised in many countries of the world [1].

Of the wide variety of renewable energy source power plants, hydro-electric stations are at present the most prevalent typology in the central regions of the Russian Federation, including the Middle Volga area, harnessing the enormous hydro-electric potential of the Volga and Kama rivers. The Volzhskaya and Saratovskaya hydro-electric power stations constructed in the Middle Volga region operate efficiently, producing an output of 2300 thousand and 1290 thousand kW, respectively [2].

Scientists and experts are simultaneously actively researching the possibilities for the use of other renewable energy sources [3]. One potential source to be considered is wind energy [4, 5]. Thus, the purpose of this research was to identify potential for the efficient exploitation of wind energy in the Middle Volga region of Russia.

Research for Samara Region defined the average annual wind speed by season of the year, and calculations were undertaken for the anticipated electric power generation of high power wind turbines. In order to improve the efficiency of wind installations in Samara Region it is recommended that wind turbines are installed which have a significantly lower typical value for minimum wind speed at which they begin to produce power.

**Methodology.** The research was based on wind speed data for Samara Region gathered from the data bank of the Samara Region Meteorological Centre (Ref. [1]). The measurement of wind speed  $s$  was undertaken by the Samara Meteorological Centre (“Sosnovyy Solonets” meteorological station, Samara). The measurements were taken in the area around the settlement Yablonevyy Ovrage near to the town of Zhigulevsk in Samara Region. Data for the average daily wind speed over a 10 year period of observation were produced by the University. Results were processed and presented as graphs indicating wind load recurrence by season of the year: for spring, summer, autumn and winter.

Wind turbine performance projections were also used. Calculations of the power and expected electricity generation capacity of wind turbines were based on established methodology [1, 5]. In part, the power of the wind turbines was determined according to the following formula:

$$N_B = C\rho F_B \frac{v^3}{2},$$

where  $v$  is wind speed in the rotor-blade zone,  $F_B$  - swept area of wind turbine rotor,  $\rho$  - air density,  $C$  - coefficient, which is determined by the product:

$$C = C_K \eta_G \eta_M,$$

where  $C_K$  is coefficient, characterising the use of wind flow energy by the wind turbine;  $\eta_G$  is generator efficiency coefficient;  $\eta_M$  is wind turbine multiplier efficiency coefficient [1, 6].

The magnitude of the volume of electricity generation over the one year period considered was calculated as

$$Q_G = \int_{T_{\min}}^{T_{\max}} N_B td,$$

where the number of hours  $T_{\min}$  and  $T_{\max}$  were defined in correspondence to the maximum and minimum wind speed coverage. These wind speed values were determined according to the technical certification of the wind turbines. The wind turbines cannot generate electricity outside the confines of these values.

The research considers the possible use of high power wind turbines. The typical wind speed values given in the technical certification of several types of wind turbine are considered, according to data shown in Table 1.

The power curves of wind turbines are presents graphically on Fig. 1.

The following parameters were considered in the comparison of the energy-producing characteristics of different types of wind turbine [1, 6, 7]:

- number of hours during which the installed capacity is utilised, values calculated by the formula:

$$T_N = \frac{Q_G}{N},$$

where  $N$  is certified capacity of wind turbine,  
 - utilisation of capacity coefficient:

$$K_N = \frac{Q_G}{N \cdot T},$$

where  $T$  is number of hours per year.

**Results & Discussion.** From the expressions noted above it follows that the generation of electricity by a particular wind turbine, and consequently its economic efficiency, are significantly affected by the following factors:

- the wind speed values in the rotor-blade zone, which are defined by site-specific wind parameters;
- the type of wind turbine used, its energy-producing characteristics and structural design;
- the electrical and mechanical equipment of the wind turbine.

Analysis was carried out of the characteristics of wind flow over a ten year period of observation in one of the typical districts of the Middle Volga area of Russia, Samara Region. Calculations were determined by the average daily wind speed, wind speed recurrence, and other parameters.

Recorded data was processed at Samara State University of Architecture and Civil Engineering (SSUACE). An algorithm and a computer calculation programme were developed for this purpose. The programme allowed for flexibility in the choice of time range for calculation. The programme consisted of two parts: the first allowed the calculation of the wind speed recurrence, and the second, the power of any particular wind turbine under examination in relation to its specified performance and making allowance for the height of the turbine axis.

Large wind turbines were considered. Calculations and graphic analysis of the wind speed recurrence on an annual and seasonal basis were undertaken. An example of the graphic representing summer and winter periods is given in Figure 1. The average wind speed over several years in the area of study was 4.43 m/s. The average wind speeds over several years for each season were naturally various: in winter - 4.50 m/s, in spring - 4.47 m/s, in summer - 4.32 m/s and in autumn - 4.43 m/s.

It should be noted, that in Russia it is conventional to apply the criteria of mean annual wind speed for the district in which a turbine is proposed, when feasibility studies are carried out into the efficiency of large wind turbines. In cases where this parameter is 6 m/s or greater, then it may be asserted with a high degree of certainty that such turbines are an economically efficient installation [1–8].

The results obtained in our calculations of generalized parameters of wind speeds suggest that the Middle Volga region has an average potential of wind energy. In connection with this it is necessary to undertake more detailed analysis of the feasibility of installing wind turbines in the region.

On the basis of on the guaranteed wind speed and the technical specifications of particular wind turbines, calculations were undertaken and timetables were constructed for the realisation of power of these large wind turbines by season of the year. Graphics

illustrating the results of calculations for wind turbine ABQ-250 power 250 kW are shown in Figure 2. The data obtained indicates that the greatest energy values may be obtained in the winter period. The lowest electricity generation corresponds with the summer period. The anticipated average annual electricity generation by this particular turbine is 130 thousand kWh. The number of hours of use of installed capacity of the wind turbine is 520 hours per year, and the coefficient of capacity utilisation - merely 0.06 or 6%.

Analogous calculations were carried out for other types of large wind turbine. For example, the projected annual electricity generation of the VTO-1.25 1250 kW power turbine is 340 thousand kWh. The number of hours of use of installed capacity of the wind turbine is 270 hours, and the coefficient of capacity utilisation - 0.03 or 3%. It is noted, that the coefficient of capacity utilisation of similar wind turbines is significantly greater, at around 36%, when deployed in districts with significant wind potential, for example Leningrad Region. By way of corroboration of the potential for obtaining large values for the coefficient of capacity utilisation one may refer to [5].

One reason for the relatively low values for electricity generation achieved by the wind turbines studied is the high minimum wind speed value (5 m/s) under which the turbine will start to work.

If wind turbines require capital investment of 800 Dollars/kW, then under the existing Russian electricity tariffs the payback period for the two types of turbines examined corresponds to more than 20 or 30 years. These parameters clearly demonstrate the inefficiency of the application of traditional large wind turbines in the Middle Volga area of Russia.

The electricity generation values calculated considering wind speed data show that traditional large wind turbine structures, which may be successfully used in districts with significant wind potential, are economically inefficient for districts with medium wind potential, and in part for Samara Region. The analysis undertaken demonstrates that in order to exploit the wind potential of the Middle Volga, measures are required to increase the efficiency of the wind installations. The most feasible measures, in our view, are:

- - application of medium and small power wind turbines, but those which have substantially lower typical minimum wind speed values under which they start to generate power;
- - development of improved construction wind turbines, which allow the increase of wind velocity directly in the zone of the rotor blades, and in consequence allow the turbine to work under the low wind flow speeds in this area [10, 11].

Examples of advanced design solutions are wind turbine designs, developed with the participation of their original designers [12-14]. Technical solutions include the installation of wind flow concentrators in direct proximity to the rotor zone of the wind turbine. As a result of these concentrators, the wind speed in the rotor blade zone is increased, and consequently the coefficient of wind energy used and the quantity of electricity generated.

#### **Conclusion.**

The analysis of potential exploitation of wind energy in the central areas of Russia including in the Middle Volga, which possess medium wind potential, indicates that the

use of large wind turbines to supply electricity consumers is not economically feasible. The research has resulted in following findings:

1. Analysis of wind speed data for the Middle Volga area was undertaken, with Samara Region as the test area, and a result the average annual wind speed by season of the year was defined. It is found that the Middle Volga has medium wind energy potential.
2. Based on the technical characteristics of wind turbines, power and electricity generation by heavy-duty wind turbines in the Middle Volga context were calculated. The results of the calculations showed that the application of large wind turbines in the research area would be economically inefficient.
3. In order to increase the efficiency of wind installations it is recommended that medium and small power wind turbines are installed, which have substantially lower typical minimum wind speed values under which they start to generate power. Also, the use of improved construction wind turbines, which increase wind velocity directly in the zone of the rotor blades, is recommended.

**Acknowledgements** This article was written as part of the State Research Project: “Study of the efficiency of energy complexes within hydro-electric and wind-powered electricity power stations, and the choice of their fundamental parameters”.

Table 1

Typical wind speed data for heavy-duty wind turbines

Wind turbine type	Speeds, m/s:		
	minimum	nominal	maximum
ABQ-250	5.0	13.0	25
P-1	5.0	13.6	25
VTO-1.25	6.0	20.0	40

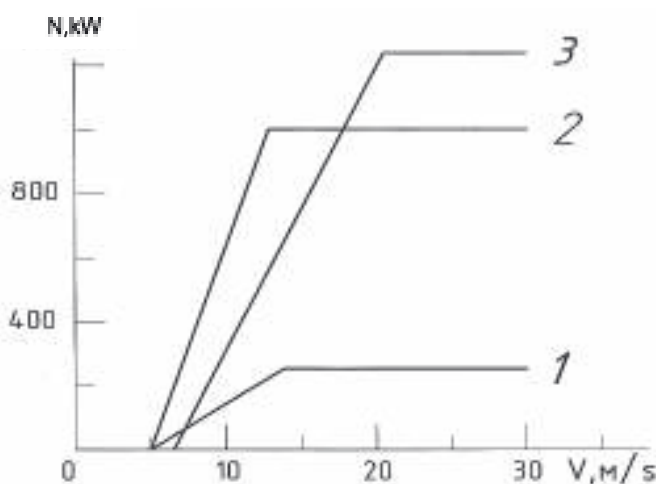


Fig. 1. Power curves of wind turbines

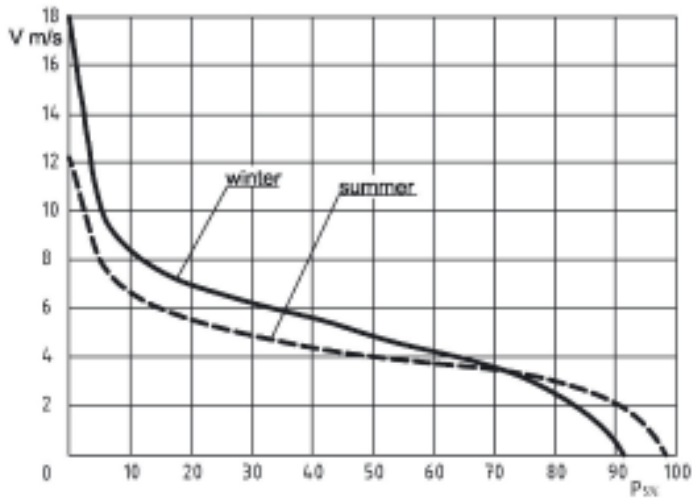


Fig. 2. Wind speed reliability graphs

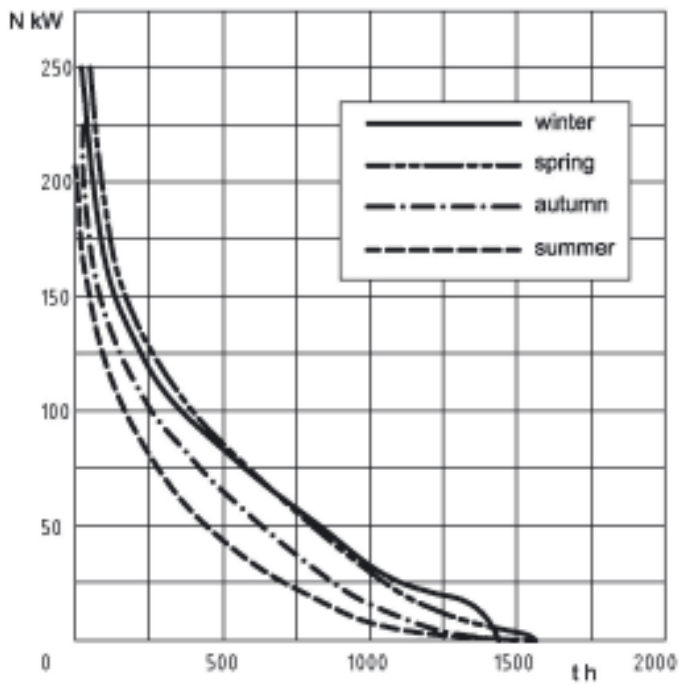


Fig. 3. Graphs showing reliability of power generation of the wind turbine ABQ-250

## REFERENCES

1. Balzannikov M.I., Elistratov V.V. Vozobnovlyaemye istochniki energii. Aspekty kompleksnogo ispolzovaniya [Renewable energy sources. Aspects of their integrated use]. Samara: SGASU. 2008. P. 331.
2. Romanov A.A. Zhigulevskaya GES. Eksploatatsiya gidrotekhnicheskikh sooruzhenii [The Zhigulevskaya hydroelectric power plant. The operation of hydro-technical installations.]. Samara: Izdatelskii dom Agni. 2010. P. 360.
3. Balzannikov M.I. Energeticheskie ustanovki na osnove vozobnovlyaemykh istochnikov energii i osobennosti ikh vozdeistviya na okruzhayushuyu sredu [Renewable energy-source power plants, and the particularities of their affect on their surrounding environments]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura. 2013. Vyp. 31(50). Ch. 1. Pp. 336-342.
4. Balzannikov M.I. Aktualnye napravleniya razvitiya vozobnovlyaemoi energetiki v Srednem Povolzhe [Current trends in the development of renewable power generation in the Middle Volga region]. Vestnik Volzhskogo regionalnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitelnykh nauk. [Proceedings of Voizhskiy Regional Section of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. N.Novgorod: Izd-vo Nizhegorodskogo gos. arkh.-stroit. un-ta. 2005. Pp. 173-185.
5. Balzannikov M.I. Reshenie problem razvitiya energetiki na osnove vozobnovlyaemykh istochnikov energii v Srednem Povolzhe [Solutions to the Problem of the development of Renewable Energy source power generation in the Middle Volga region]. Nauchnaya shkola akademika Yu.S. Vasilyeva v oblasti energetiki i okhrany okruzhayushei sredy: Sbornik nauchnykh trudov. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi politekhnicheskii universitet. 2004. Pp. 25-39.
6. Balzannikov M.I., Evdokimov S.V. Effektivnost ispolzovaniya vetroenergeticheskikh ustanovok v Srednem Povolzhe [The efficiency of the use of wind-powered generation in the Middle Volga]. Regionalnaya ekologiya. 1999. Pp. 113-116.
7. Elistratov V.V. Vozobnovlyaemaya energetika [Renewable Energy]. SPb: Nauka. 2013. P. 308.
8. Shefter Ya.I. Ispolzovanie energii vetra [The exploitation of wind energy]. M.: Energoatomizdat. 1983. P. 204.
9. Balzannikov M.I. Napravleniya sovershenstvovaniya konstruktssii vetroenergeticheskikh agregatov [Ways of improving the design of wind turbines]. Energeticheskoe stroitelstvo. 1994. №10. Pp. 14-24.
10. Balzannikov M.I., Evdokimov S.V. Effektivnye konstruktssii energeticheskikh ustanovok na osnove vozobnovlyaemykh istochnikov energii [The efficient design of renewable energy-source power plants]. Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami-2013: Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. Volume 38. Techniczne nauki. Przemysł: Nauka i studia. 2013. Pp. 25-34.



11. Balzannikov M.I., Evdokimov S.V. Usovershenstvovannyye konstruktivnyye resheniya gidro- i vetroenergeticheskikh ustanovok i vybor ikh osnovnykh parametrov [The improvement of the structural design of hydro- and wind-powered electric power plants, and the choice of the fundamental parameters]. *Energiya va resurs tezhash muammolari [Problemy energo- i resursoberezheniya]*. Tashkent. 2013. №3-4. Pp. 88-94.
12. Balzannikov M.I. Vetroagregat [Wind turbine]. Patent RF 2062352. Bul. №17. 1996.
13. Balzannikov M.I., Suchilina T.V. Vetroelektricheskii agregat [Electricity generating wind turbine]. Patent RF 2088797. Bul. №24. 1997.
14. Balzannikov M.I., Evdokimov S.V., Galitskova Yu.M. Vetroagregat [Wind turbine]. Patent RF 2167336. Bul. №14. 2001.
15. Vyshkin E.G. Trends in education for sustainable development in some former Soviet countries (use of education for sustainable development for provincial and regional studies). Vide. *Tehnologiya. Resursi. IX starptautiskas zinatniski praktikas conferences materiali 2013 gada 20-22 junijs. Sejums.* [Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference. June 20-22, 2013. Volume 1]. Rezekne. Pp. 246-250.

## ECONOMICS, MANAGEMENT, MARKETING

### MAJOR RECOMMENDATIONS OF INCREASING MANAGEMENT EFFICIENCY OF BUSINESS COMPETITIVENESS BASED ON INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND TECHNICAL SOLUTIONS DEVELOPED IN CIS COUNTRIES

*ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ  
ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СНГ*

**Maria Laura I. ANFIMOVA**

**М.Л. И. АНФИМОВА**

*Peoples' friendship university of Russia  
Moscow, Russian Federation*

*The paper considers prospects of innovative technologies in the sphere of international cooperation and their development as well as possibilities of attracting foreign investments. The research indicates global leaders in high technology development and production and world-beaters in introducing innovations for management efficiency and business competitiveness. The author also stresses the importance of developing and maintaining innovative manufacturing complexes, which later can increase competitiveness of produced goods and materials. The paper also points out that further redistribution of dual-use technologies into other sectors of national economics will lead to economic growth of the whole sphere and will give rise to inter-branch connections and international cooperation and collaboration in innovative and investment projects. It all will stimulate the wider economy.*

*В статье подробно рассматривается вопрос возможности для расширения сферы инновационных технологий, обеспечивающих международное сотрудничество и активное привлечение иностранных инвестиций. Выделены мировые лидеры, обеспечивающие разработку многих наукоемких исследований и производств и внедрение инноваций для повышения эффективности управления конкурентоспособностью предприятий. Отмечается важность создания и управления инновационными производственными комплексами, которые позволят в будущем достичь высокого уровня конкурентоспособности производимой продукции, как, например, ракетно-космической продукции, и дальнейшее перераспределение технологий «двойного назначения» в другие сектора национальной экономики.*

**Keywords:** *technologies, competitiveness, CIS countries, investments, technical solutions, recommendations*

**Ключевые слова:** *технологии, инновационное развитие, конкурентоспособность, страны СНГ, инвестиции, технические решения, рекомендации*

На сегодняшний день всего несколько стран в мире могут обеспечить и принимают активные меры по повышению конкурентоспособности, которые связаны с наращиванием конкурентных и ценовых преимуществ за счет инновационных решений, внедрением инновационных технологий в промышленное производство путем привлечения инвестиций и иностранного капитала, на основе чего становится возможным обновление и модернизация основных фондов, техническое перевооружение. Однако многие страны не обеспечены высоким инвестиционным потенциалом или накопленным научным заделом для его дальнейшего развития. Такие страны как, например, страны СНГ относятся к странам с высоким, но не использованным потенциалом по привлечению иностранных инвестиций, что свидетельствует о необходимости скорейшего вовлечения национальной экономики в процесс интернационализации производства. Для реализации инвестиционного потенциала таких стран, как, например, Россия и Республика Беларусь, необходимо обеспечить привлекательность экономики прежде всего нацеленной на привлечение прямых иностранных инвестиций (ПИИ) путем работы по следующим основным направлениям: обеспечение привлекательного инвестиционного климата, повышение показателей качества факторов производства, проведение качественной и активной внешнеинвестиционной политики.

Должна формироваться активная политика по привлечению иностранных инвестиций, которая, в частности, должна привлекать прямые иностранные инвестиции в Транснациональные компании (ТНК), активизировать прямые иностранные инвестиции, связанные в сфере высоких технологий с проведением НИОКР.

Не случайно в некоторых странах, например, в США, Канаде, Южной Корее, функционируют и создаются новые национальные центры по обеспечению высокого уровня конкурентоспособности, ее управлению и повышению с помощью различных инструментов и механизмов, в том числе на основе формирования такой промышленной политики, которая обеспечивает точечную поддержку различных перспективных производств в кризисных условиях или на определенный период времени. Также эти центры обеспечивают поддержание и внедрение инновационных достижений в науке и технике.

К примеру, ракетно-космические предприятия Китая в течение последнего десятилетия использовали более двух тысяч ракетно-космических и оборонных разработок для их дальнейшего использования в гражданском секторе промышленности. В 1990-х гг. ряд предприятий РКП в ходе реализации стратегического управления конкурентоспособностью выпускаемой продукции были профинансированы Министерством обороны США с целью активного внедрения 32-х критических технологий, 75 % из которых были «двойного назначения». Экономика США при этом получила резкий подъем на фоне активной работы по разработке, внедрению и использованию инноваций. Общая мировая тенденция показывает,

что в перспективе развитые страны (страны «золотого миллиарда») образуют монополию на функции стратегического управления и планирования большинства наукоемких производств, что обеспечит возможность являться главными инвесторами и в то же время потребителями продукции инновационных и высокотехнологичных производств.

Значительные возможности для расширения сферы инновационных технологий обеспечивает международное сотрудничество и активное привлечение иностранных инвестиций. Осуществление и разработка многих наукоемких исследований и производств практически не представляется возможным для экономик даже некоторых крупных стран. Вследствие этого, естественно происходит тщательный отбор необходимых технологий, процессов, стратегий, интеграция ресурсов (для более эффективного проникновения на внутренние рынки), интеграция финансовых ресурсов, а также разработка стратегий и механизмов сбыта готовой продукции. В связи со сложностью организации и осуществления наукоемких исследований и производств основная доля таких производств сосредоточена всего в нескольких странах мира, как, например, половина всех финансовых ресурсов, выделяемых на НИОКР, приходится на США. Среди других лидеров в производстве наукоемкой продукции можно выделить Западную Европу, Японию и Россию.

Слаборазвитые страны в области инновационных разработок и научно-исследовательского потенциала, такие как Швеция, Швейцария, Нидерланды и др., в основном являются лидерами лишь сравнительно на узких направлениях научно-технического прогресса и зачастую во взаимодействии с предприятиями других стран.

С учетом выбранной стратегии и целевых задач повышения показателей конкурентоспособности продукции и развития предприятия его миссия может быть определена так: удовлетворение потребностей внутреннего и внешнего рынков в качестве ведущего производителя оборудования за счет эффективного использования интеллектуальных и технических возможностей. Радикальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения существенных улучшений является неотъемлемой частью в процессе повышения конкурентоспособности и инновационности отечественных предприятий. В связи с этим рассмотрим ключевое слово «процессы». Основная часть представителей руководства предприятий не «ориентирована на процесс», а в большинстве случаев сосредоточена на задачах, реализации отдельных операционных действий, на кадровом резерве, на подразделениях и т.д.

До сих пор преобладал функциональный подход по отношению к процессу функционирования предприятия, т.е. считалось, что предприятие является неким механизмом, состоящим из нескольких функций. Данные функции, в свою очередь, разделяются между работниками предприятия, относящимися к тому или иному подразделению в зависимости от своей специальности и квалификации. Основываясь на теории Адама Смита о разделении труда, определенный набор функций, выполняемый сотрудниками, делился на все большее количество операций по мере усложнения производства. Таким образом, сотрудники предприятия становятся все менее нацелены на решение глобальных задач и достижение

общих целей предприятия ввиду своей узкой специализации и ориентирования на выполнение узкого круга задач в рамках только своего подразделения. Такой подход зачастую тормозит динамичное развитие всего предприятия и достижение общих результатов, ввиду того, что часто возникает несогласованность между различными подразделениями, нескоординированность действий, результатом чего является снижение темпов производства и увеличение сроков по целям и задачам в целом. Анализируя все минусы функционального подхода, можно сделать вывод, что необходимо обратить внимание на процессы, протекающие на предприятии, ввиду того, что они затрагивают в процессе деятельности производства практически все подразделения и службы и ориентированы на конечный результат. Если рассматривать вопрос с точки зрения процессного подхода, то можно сказать, что предприятие представляет собой набор операций, а не функций, как это является при функциональном подходе, что вызывает необходимость управлять процессами в ходе жизненного цикла предприятия. Каждый процесс имеет свою цель, которая, в свою очередь, является показателем его эффективности, т.е. насколько эффективно и оптимально данный процесс ведет к достижению поставленных целей и задач всего предприятия. Путем эффективного управления целями различных процессов, на различных уровнях, в совокупности предприятие достигает высокого уровня эффективности своей деятельности, получая конкурентные преимущества, что в результате выражается в обеспечении выпуска высококонкурентной продукции.

Одним из способов поддержания на высоком уровне показателей конкурентоспособности конечной продукции и в итоге предприятия в целом является приведение нормативно-технической базы в соответствие с международными стандартами качества. В ходе осуществления системы стратегического управления конкурентоспособностью продукции должны быть решены ряд задач, в первую очередь связанных с проведением качественной инвестиционной политики, ориентированной на использование финансовых ресурсов для выполнения НИОКР, оснащение производства прорывными инновационными решениями и технологиями.

Если привести пример в авиационной промышленности, во взаимодействии с гражданской авиацией, то в настоящее время в РФ нет опыта организации послепродажного обеспечения эксплуатации авиационной техники, основываясь на международных стандартах и логистических информационных системах. Однако предприятия российской авиационной промышленности имеют значительный потенциал и огромный опыт организации взаимодействия. В процессе создания одного самолета может участвовать до тысячи предприятий машиностроения, радиоэлектроники, приборостроения и других предприятий из смежных отраслей. По статистическим данным и прогнозам в среднем прослеживается рост на 5 % в год пассажирооборота на воздушном транспорте. В связи с этим становятся все более востребованы принципиально новые подходы к поставке авиационно-технического оборудования, что является одним из основных элементов в ходе стратегического управления конкурентоспособностью, которые, в свою очередь позволяют эффективно использовать ресурсы авиакомпаний.

Поэтому лидирующие предприятия, в том числе функционирующие в ракетно-космической и смежных отраслях, активно внедряют и используют инновации в своей производственно-хозяйственной деятельности как неотъемлемую составляющую стратегического управления конкурентоспособностью изготавливаемой продукции, тем самым получая дополнительные конкурентные преимущества и обеспечивая повышение своей товарной конкурентоспособности. В свою очередь, опыт других государств показывает, что такое использование разработок высокотехнологичных продуктов невозможно без развития научно-технического потенциала и за счет непрерывной инновационной деятельности.

Основная часть мировых достижений в области ракето- и авиастроения за последние десять лет стала возможной благодаря реализации проектов, которые осуществлялись предприятиями ОПК во взаимодействии с различными научными институтами. При этом «двойные технологии», которые стали результатом таких проектов, впоследствии нашли широкое применение в различных секторах экономики, не связанных с ракетно-космической деятельностью. Такая стратегия инновационного развития имеет ряд безусловных преимуществ, т.к. позволяет экономить средства в исследовательской области и максимально возможно обеспечивает отсутствие «дублирования» новейших разработок, создавая благоприятные условия для обмена опытом и новейшими технологиями между различными секторами промышленности.

