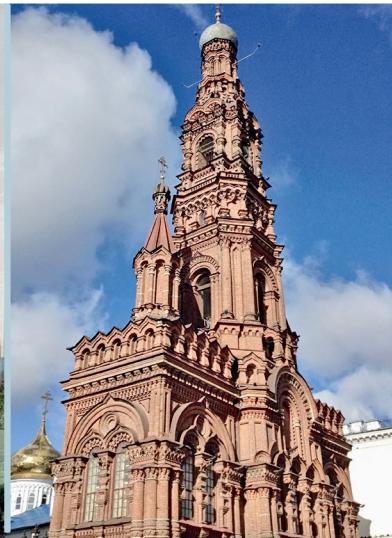




# СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
№ 4 (25) декабрь 2023



НАШИ ПАРТНЕРЫ:



Министерство строительства  
и жилищно-коммунального хозяйства ДНР



Министерство образования  
и науки ДНР

# ДонНАСА расширяет горизонты межвузовского взаимодействия



С целью расширения межрегионального сотрудничества Донбасской национальной академии строительства и архитектуры с вузами Российской Федерации, представители Академии встретились с ректором Финансового университета при Правительстве Российской Федерации Станиславом Евгеньевичем Прокофьевым и проректором по дополнительному профессиональному образованию Еленой Александровной Диденко.

В рамках встречи декан факультета ДПО Наталья Александровна Пушкирева, начальник отдела развития карьеры и содействия трудоустройству Анастасия Валериевна Прокопенко и ученый секретарь Ученого совета ДонНАСА Марина Юрьевна Гутарова обсудили перспективные направления взаимодействия вузов по реализации совместных сетевых программ дополнительного профессионального образования.

Следует отметить, что сотрудничество вузов началось в октябре 2023 года в рамках проведения



обучения государственных служащих Донецкой Народной Республики на базе ДонНАСА. По результатам встречи достигнуты предварительные договоренности и определены перспективные направления и формы реализации совместных программ ДПО на территории Российской Федерации.

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

**Н.М. ЗАЙЧЕНКО,**  
д. т. н., профессор

Зам. главного редактора  
(научный редактор)

**В.Ф. МУШАНОВ,**  
д. т. н., профессор

Выпускающий редактор

**Н.Х. ДМИТРИЕВА**

Ответственный редактор

**Б.В. КЛЯУС**

## УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»  
Министерства образования и науки  
Донецкой Народной Республики  
при поддержке Министерства строительства  
и жилищно-коммунального хозяйства  
Донецкой Народной Республики

## АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российской Федерации, Донецкая Народная Республика, 286123, г. Макеевка,  
ул. Державина, д. 2 ФГБОУ ВО «ДОННАСА»  
Web: strdon.donnasa.ru. Электронная почта: strdon@dennasa.ru  
Контактный телефон: (071) 363-74-63

Печатается по решению Ученого Совета  
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»  
Протокол № 4 от 27.11.2023

Перепечатка, копирование и воспроизведение всех материалов журнала возможны только с письменного разрешения редакционной коллегии

«Свободная цена»

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 86363 от 17.11.2023 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Приказом МОН ДНР № 99 от 17.01.2020 г. журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Подписано в печать 25.12.2023. Формат 60 x 90<sup>1/8</sup>.  
Бум. мелов. Усл. печ. л. 8,75. Тираж 300 экз. Заказ № 16.

Отпечатано ИП Дмитриев С.Г. Регистрация в РФ 17.02.2023 г.  
286156, г. Макеевка, м-н Зеленый, 76/66.

№ 4(25),  
Декабрь 2023 г.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агеев В.Г. – НИИГД «Респиратор», РФ

Башевая Т.С. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Бенаи Х.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Беспалов В.Л. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Большаков А.Г. – ИрНИТУ, РФ

Братчун В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Брюханов А.М. – ГУ МакНИИ, РФ

Гайворонский Е.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Горожанкин С.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Горохов Е.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Дмитренко Е.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Долженков А.Ф. – ГУ МакНИИ, РФ

Дрозд Г.Я. – ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. Даля», РФ

Зайченко Н.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Иванов М.Ф. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Левченко В.Н. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Лобов И.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

**Лобов М.И.** – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Лукьянов А.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Мамаев В.В. – НИИГД «Респиратор», РФ

Муксинов Р.М. – КРСУ, Кыргыстан

Мушанов В.Ф. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Нагаева З.С. – ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ

Назим Я.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Найманов А.Я. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Насонкина Н.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Нездойминов В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Нечепаев В.Г. – ФГБОУ ВО «ДонНТУ», РФ

Олеклюк А.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Пенчук В.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Петраков А.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Понаморенко Е.В. – СамГТУ, РФ

Пушкирова Н.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Радионов Т.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Рожков В.С. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Савенков Н.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Севка В.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Семченков Л.В. – МИНСТРОЙ ДНР, РФ

Сердюк А.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Тищенко В.П. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Шаленный В.Т. – ФГБОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ

Шолух Н.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

Югов А.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

## СОДЕРЖАНИЕ

**ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ**

<i>T. V. Радионов, К. А. Маренков, В. А. Бугайчук</i>	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ: ДИНАМИКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКИ С УЧЕТОМ ЭЛЕМЕНТОВ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ .....	6
<i>T. V. Радионов, Э. Р. Пестрякова, И. Ю. Харебина</i>	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ КВАРТАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДОНЕЦКА.....	12

**РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ  
И ПРИОРИТЕТНЫХ ПОДХОДОВ  
К СОХРАНЕНИЮ И РАЗВИТИЮ  
АРХИТЕКТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ  
В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО  
РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

<i>P. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, Х. А. Бенаи, Т. В. Радионов</i>	
КОЛОКОЛЬНЯ БОГОЯВЛЕНСКОЙ ЦЕРКВИ В КАЗАНИ: ЗАКОНЫ И СРЕДСТВА КОМПОЗИЦИИ .....	17

<i>P. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, Х. А. Бенаи, Т. В. Радионов</i>	
СОЮЗ ИНЖЕНЕРНОЙ КОНСТРУКЦИИ И АРХИТЕКТУРНОЙ ЭСТЕТИКИ: В. Г. ШУХОВ И К. С. МЕЛЬНИКОВ .....	22

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

<i>А. В. Михайлов</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА .....	28

## SUMMARY

*T. V. Radionov, K. A. Marenkov, V. A. Bugaichuk*

**FORMATION'S FEATURES IN THE ARCHITECTURE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES: DYNAMICS OF DOMESTIC AND FOREIGN PRACTICE, CONSIDERING SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT ASPECTS**

The scientific work reveals the formation's features in the architecture of scientific and technological complexes based on a study of domestic and foreign practice in the design and construction of objects of similar functional and typological purposes. The basic principles of the typological and functional organization of scientific and technological objects are generalized, and the main problems that determine the process of developing design solutions for objects of the type under consideration are characterized in our article. Comprehensive research has made possible to identify practice-oriented experience in the design and construction of scientific and technological complexes and similar institutions in the context of domestic and foreign practice, which reveals the very methodological meaning of the architectural formation of certain object studies.

*T. V. Radionov, E. R. Pestryakova, I. Yu. Kharebina*

**MODERN TRENDS IN FUNCTIONAL-TYPOLOGICAL IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF BLOCK RESIDENTIAL BUILDINGS IN CONDITIONS OF RECONSTRUCTION USING DONETSK CITY EXAMPLE**

The article is devoted to research of modern trends in the functional-typological improvement and development of quarterly residential buildings in conditions of reconstruction using the example of the city of Donetsk. Architectural and urban planning changes during the reconstruction of block residential buildings are analyzed and generalized. The research examined architectural priorities, including taking into account the concept of sustainable development of urban areas, methods of architectural improvement of intra-block residential spaces, urban reconstruction blocks of districts with a variety of functions and infrastructure for sustainable mobility. Some historical features of the formation of residential development in the city of Donetsk are summarized, taking into account events related to reconstruction. The presented study calls for a discussion that specifies that reconstruction plays an important role in the architectural renovation of existing residential developments and increasing their level of functionality.

*R. F. Mirkhasanov, L. S. Sabitov, I. N. Garkin, Kh. A. Benai,  
T. V. Radionov*

**THE CHURCH'S OF THE EPIPHANY IN KAZAN BELL TOWER: LAWS AND MEANS OF COMPOSITION**

The authors of the article present a compositional analysis of the vertical structure project of the late 19th century as a part of "historicism – eclecticism" line. The authors consider study of volumetric-spatial composition as an analysis of the formal sphere of heritage with the study of universal compositional laws and means. The researchers think, that studying the analysis and recording in schematic graphics of high-quality examples of heritage makes possible developing compositional thinking. Scrutinizing the formal (compositional) sphere of the heritage of the classics of our time and past eras allows us to build a path for the author's work on the project, avoiding mistakes and

**S U M M A R Y**

disappointments when working on an architectural project. The article's authors consider a well-known architectural monument as a balance – a relationship between the definitions “form” and “content”. Defining the formal part of an artificially created compositional organism as compositional logic, functionality, logic of movement within the premises of a building, and delegating historical reminiscences to the content component, the authors examine and evaluate the architectural object.

*R. F. Mirkhasanov, L. S. Sabitov, I. N. Garkin, Kh. A. Benai, T. V. Radionov*

**UNION OF ENGINEERING DESIGN AND ARCHITECTURAL AESTHETICS: V.G. SHUKHOV AND K.S. MELNIKOV**

The authors of the article present a compositional analysis of projects of inventor, engineer V.G. Shukhov and architect K.S. Melnikov (both lived in early XX century), noting the influence of engineering design on architectural aesthetics in the era of modernism. The authors consider study of well-known volumetric-spatial compositions, as an analysis of the objective development of compositional form over time. The authors are thinking that the study of the formal sphere of heritage with universal compositional laws and means, analysis and recording of world-class examples in schematic graphics, makes it possible to develop taste, compositional vision and thinking. The researchers suggest that the study of the formal (compositional) sphere of the heritage of the classics of modern times and past eras allows us to see the movement of architecture, as a form of fine art, into the bosom of design. The authors of the article believe that the study of compositional structures in architectural products allows you to build a path to work on your own project, avoiding mistakes and disappointments. A well-known architectural monument is considered as a compositional organism in which a certain balance manifests itself - the relationship between the definitions of “form” and “content”. Defining the formal part of an artificially created compositional organism as a pattern, functionality, logic, and delegating historical reminiscences (decor - decoration) to the content component, the author creates an objective assessment of the architectural object, different from subjective preferences and preferences.

*A. V. Mikhailov*

**INCREASING THE EFFICIENCY AND SAFETY OF THE FUNCTIONING OF STOPPING POINTS OF URBAN PASSENGER TRANSPORT**

This article is analyzing the NSM 2000 methodology for calculating the capacity of a stopping point. The calculation and processing the results of the stopping point's capacity was analyzed and it turned out that the capacity of the stopping point “st. Maria Ulyanova”, located on Ilyicha Avenue in Donetsk city, is lower than the traffic intensity of route vehicles. Analysis of field surveys and capacity calculations identified the need to improve the efficiency and safety of stopping points in Donetsk through the development and improvement of infrastructure. An analysis of stopping points showed that a traffic light located on average up to 10 m from a stop forms a cluster of route vehicles. Bus drivers drop off their passengers not in a specially designated place, but in front of a traffic light, which reduces road safety. It has been proven by the research, that in order to operate stopping points without additional queues and downtime

**C O N T E N T S****FORMATION'S OF A MODERN URBAN ENVIRONMENT PROCESSES IN URBAN DEVELOPMENT OBJECTS**

*T. V. Radionov, K. A. Marenkov, V. A. Bugaichuk*

FORMATION'S FEATURES IN THE ARCHITECTURE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES: DYNAMICS OF DOMESTIC AND FOREIGN PRACTICE, CONSIDERING SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT ASPECTS ..... 6

*T. V. Radionov, E. R. Pestryakova, I. Yu. Kharebina*

MODERN TRENDS IN FUNCTIONAL-TYPOLOGICAL IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF BLOCK RESIDENTIAL BUILDINGS IN CONDITIONS OF RECONSTRUCTION USING DONETSK CITY EXAMPLE ..... 12

**DEVELOPMENT OF BASIC PROVISIONS AND PRIORITY APPROACHES TO THE SAVING AND IMPROVING OF THE ARCHITECTURAL AND HISTORICAL ENVIRONMENT IN THE CONCEPT URBAN TERRITORIES' SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

*R. F. Mirkhasanov, L. S. Sabitov, I. N. Garkin, Kh. A. Benai, T. V. Radionov*

THE CHURCH'S OF THE EPIPHANY IN KAZAN BELL TOWER: LAWS AND MEANS OF COMPOSITION ..... 17

*R. F. Mirkhasanov, L. S. Sabitov, I. N. Garkin, Kh. A. Benai, T. V. Radionov*

UNION OF ENGINEERING DESIGN AND ARCHITECTURAL AESTHETICS: V.G. SHUKHOV AND K.S. MELNIKOV ..... 22

**INCREASING THE RELIABILITY OF CITY ECONOMY SYSTEMS**

*A. V. Mikhailov*

INCREASING THE EFFICIENCY AND SAFETY OF THE FUNCTIONING OF STOPPING POINTS OF URBAN PASSENGER TRANSPORT ..... 28

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И  
КОМПЛЕКСОВ**
*H. V. Савенков, Н. В. Сергеев*

- ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС ..... 35

*A. Г. Яценко, Н. Д. Бачурин*

- АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРИЦЕПОВ-  
ТЯЖЕЛОВОЗОВ СОВРЕМЕННЫХ АТС  
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ИХ  
ПАРАМЕТРОВ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ..... 40

*A. Г. Яценко, Н. Д. Бачурин, В. В. Криволап*

- АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ  
САМОСВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК  
СОВРЕМЕННЫХ АТС И ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
НАПРАВЛЕНИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО  
ВЫБОРА ИХ ПАРАМЕТРОВ С УЧЕТОМ  
УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ..... 45

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ  
ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД**
*C. И. Мовчан*

- ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕЙ  
ПОВЕРХНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНО  
РАСПОЛОЖЕННОГО ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО  
ОТВЕРСТИЯ ..... 50

**SUMMARY**

of route vehicles, it is necessary to reduce the intensity of their traffic by an average of 30-40%, depending on capacity.

*N. V. Savenkov, N. V. Sergeev*
**FEATURES OF THE USE AND MANUFACTURE  
OF TURBOCHARGERS FOR AUTOMOBILE INTERNAL  
COMBUSTION ENGINES**

The article provides an overview of the design, application and regulation features of automotive internal combustion engine turbochargers. Installing a turbocharger on an automobile internal combustion engine allows not only to increase specific power, but also to significantly improve the efficiency and environmental friendliness of the engine by increasing the efficiency of fuel combustion. Existing types of turbochargers are considered. As an example the article provides a review of promising designs of turbochargers produced by BorgWarner, intended for installation on gasoline and diesel internal combustion engines. Unit parts operate at high relative rotation speeds under conditions of high temperatures and gas velocities. In particular, when the engine is running and after it stopped, the turbine is exposed to high temperatures, therefore, high demands are placed on the materials of the impeller and casing in terms of physical and mechanical options.

*A. G. Yatsenko, V. V. Krivolap, N. D. Bachurin*
**ANALYSIS OF HEAVY-DUTY TRAILERS' DESIGNS  
OF MODERN VEHICLES AND DETERMINATION OF  
DIRECTIONS FOR THE RATIONAL CHOICE OF THEIR  
PARAMETERS, CONSIDERS THE OPERATING CON-  
DITIONS**

The article is researching the use of pneumatic tires with pressure control. The principle diagram of pneumatic tires with pressure regulation is considered.

An analysis of the designs of heavy-duty trailers of modern vehicles and directions for the rational choice of their parameters are determined, considering certain operating conditions. The purpose of heavy truck trailers of modern vehicles is given. The operation's features of heavy-duty trailers of modern vehicles in Donbass' conditions are considered. A models' of heavy-duty trailers of modern vehicles review has completed. The tire pressure regulation system and its prospects for use in the design of heavy-duty trailers of modern vehicles are presented. Methods for regulating tire pressure are given. The technical data of heavy-duty semi-trailers produced in Russia and the Republic of Belarus are considered. The trailer modules of the Chelyabinsk Machine-Building Plant of Automotive Trailers are given: ChMZAP 702010, ChMZAP 703010, ChMZAP 704010, ChMZAP 706010.

*A. G. Yatsenko, V. V. Krivolap, N. D. Bachurin*
**ANALYSIS OF DUMP TRUCKS OF MODERN VE-  
HICLES' DESIGNS AND DETERMINATION OF DI-  
RECTIONS FOR THE RATIONAL CHOICE OF THEIR  
PARAMETERS, CONSIDERS THE OPERATING CON-  
DITIONS**

The article is researching the use of flexible shells for lifting devices of automobile dump trucks. The schematic diagram of the hydraulic tipping device of the GAZ-SA2-2507 category N2 dump truck is considered.

## S U M M A R Y

An analysis of dump trucks of modern vehicles' designs are given. The directions for the rational choice of their parameters were determined, taking into account certain operating conditions.

In addition, using the example of a GAZ-SAZ-2507 category N2 car, the issue of using flexible shells for lifting devices in transport are studied. A functional diagram of a pneumatic tipping device for a GAZ-SAZ-2507 category N2 dump truck is proposed. The mechanized unloading of modern vehicles of category N2 with dump trucks is considered as a result of lifting (tilting) the platform back or to the sides - GAZ-SAZ-2507. The principle of flexible shells of lifting devices of automobile dump trucks' operation is considered.

*S. I. Movchan*

### DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS FOR THE INNER SURFACE OF A VERTICALLY LOCATED FILTER HOLE

The previously proposed model for consideration for the shape of the inner surface of the filter hole, obtained from the results of determination for four planes (four living sections), allows us to obtain an inner surface close to a conoidal shape, i.e. the most optimal for downward filtering of wastewater contaminated with various impurities.

Solving problems of an applied nature, we consider a vertically located hole in a horizontally installed partition, the inner surface of it formed in four planes and is optimally close to a conoidal shape.

The latter circumstance helps to increase the throughput of the hole itself and improve the filtration process as a whole. At the same time, the shape of the inner surface of the filter hole is optimized, which allows you to choose a further direction of research.

The subject of the research is the treatment of wastewater, in which filtration is the determining factor for the operation of water treatment equipment industrial water supply systems.

The materials and research methods reflect the practical direction of research, which consists in determining reference points when constructing a conoidal surface of a vertically located hole for filtering wastewater in pressure flotation-coagulation apparatus.

In addition, considering the theoretical aspects of the filtration process, which are based on the well-known equations of flow continuity and momentum transfer, while the hydrodynamics of the process is based on assessing the change in flow parameters during its transition from a diffuser to a confuser and back, assuming that the flow is one-dimensional and the transition is adiabatic.

Based on the research results, the ratios of the inlet/outlet diameters, the narrowing/expanding part of the filter hole, when wastewater moves in a downward flow are obtained, which makes possible to obtain the optimal ratio of diameters in four planes (sections) of the internal filtration surface.

## OPERATION OF TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL MACHINES AND COMPLEXES

*N. V. Savenkov, N. V. Sergeev*

FEATURES OF THE USE AND MANUFACTURE OF TURBOCHARGERS FOR AUTOMOBILE INTERNAL COMBUSTION ENGINES ..... 35

*A. G. Yatsenko, V. V. Krivolap, N. D. Bachurin*

ANALYSIS OF HEAVY-DUTY TRAILERS' DESIGNS OF MODERN VEHICLES AND DETERMINATION OF DIRECTIONS FOR THE RATIONAL CHOICE OF THEIR PARAMETERS, CONSIDERS THE OPERATING CONDITIONS ..... 40

*A. G. Yatsenko, V. V. Krivolap, N. D. Bachurin*

ANALYSIS OF DUMP TRUCKS OF MODERN VEHICLES' DESIGNS AND DETERMINATION OF DIRECTIONS FOR THE RATIONAL CHOICE OF THEIR PARAMETERS, CONSIDERS THE OPERATING CONDITIONS ..... 45

## INTENSIFICATION OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PROCESSES

*S. I. Movchan*

DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS FOR THE INNER SURFACE OF A VERTICALLY LOCATED FILTER HOLE ..... 50

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ: ДИНАМИКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКИ С УЧЕТОМ ЭЛЕМЕНТОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

**Т. В. Радионов, канд. арх., доцент; К. А. Маренков, ассистент; В. А. Бугайчук, магистрант**  
ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В научной работе выявлены особенности формирования архитектуры научно-технологических комплексов на основе исследования отечественной и зарубежной практики проектирования и строительства объектов подобного функционально-типологического назначения. Обобщены основные принципы типологической и функциональной организации объектов научно-технологического назначения, а также охарактеризованы основные проблемы, определяющие процесс разработки проектных решений для объектов рассматриваемого типа. Комплексные исследования позволили выявить практико-ориентированный опыт проектирования и строительства научно-технологических комплексов и подобных им учреждений в контексте отечественной и зарубежной практики, раскрывающей сам методологический смысл архитектурного формирования определенных в исследовании объектов.

**Ключевые слова:** архитектура, динамика, городская среда, культурологические особенности, историческое наследие, культурно-просветительская деятельность, научно-технологические комплексы.



**Радионов  
Тимур Валерьевич**



**Маренков  
Константин Александрович**



**Бугайчук  
Виктория Андреевна**

## ВВЕДЕНИЕ

Неоспоримым фактом является то, что научно-технологические комплексы являются ключевым звеном в экономическом развитии государства и региона. Они способствуют инновационному развитию и созданию новых продуктов, технологий и услуг, которые могут стимулировать экономический рост и улучшение жизни населения. Научно-технологические комплексы важны для развития системы современного образования, так как они способствуют современному образованию и предоставлению специалистов, способных справиться с вызовами современного мира. Поэтому развитие научно-технологических комплексов имеет ключевое значение для достижения устойчивого социально-экономического роста и процветания всех отраслей науки и техники.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Научно технологические комплексы являются эффективным средством для поддержки научных и экономических инициатив, способствуя развитию инноваций, коммерциализации и созданию новых рабочих мест. Они позволяют объединить ресурсы и экспертизу, которые часто недоступны на индивидуальном уровне, что способствует более быстрому прогрессу в научной и экономической сферах.

Основные социальные и технологические принципы формирования научно-технологических комплексов включают в свою структуру:

– интегрированный подход к процессам их создания: научно-технологические комплексы объединяют усилия различных секторов экономики, науки и образования для достижения общей цели развития и инноваций;

– развитие человеческого ресурса: инновационные комплексы уделяют особое внимание образованию и квалификации работников, обеспечивая им навыки и знания, необходимые для реализации инноваций;

– открытость и сотрудничество: использование инновационных комплексов предполагает обмен знаниями, опытом и технологиями между организациями и участниками, а также сотрудничество между государственным и частным секторами;

– стимулирование социально-экономического роста: инновационные комплексы способствуют созданию и развитию новых промышленных секторов, продуктов и услуг, что способствует росту экономики и увеличению занятости;

– увеличение конкурентоспособности: использование инновационных комплексов позволяет предприятиям создавать и внедрять новые продукты и технологии, что повышает их конкурентоспособность;

– улучшение качества жизни: научно-технологические комплексы внедряют новые технологии и сервисы, которые могут улучшить качество жизни населения, например, в сфере здравоохранения, образования и транспорта.

Исследования указывают на то, что формирование научно-технологических комплексов играет важную роль в социально-экономическом развитии, способствуя росту экономики, улучшению качества при формировании архитектуры научных и технологических комплексов с элементами образовательной деятельности [3, 4].

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Доказано, что современные научно-технологические комплексы в Российской Федерации являются важным элементом развития национальной экономики и инновационного потенциала страны. В этих комплексах сосредоточены и разработка новых технологий, и производство инновационных продуктов, и проведение исследовательских работ, а также другие виды научной, в том числе образовательной, деятельности.

Одним из ярких примеров отечественных научных комплексов является Сколково. Этот комплекс был создан с целью стимулирования разработки и внедрения последних научных и технологических разработок в таких областях, как информационные технологии, биотехнологии, энергетика и другие. В инновационном центре мирового уровня Сколково работают исследовательские центры, технопарки, инкубаторы и венчурные фонды, которые помогают многим проектам развиваться и привлекать инвестиции, а также с точки зрения архитектуры в нем сосредоточены элементы архитектуры нового поколения и инновационной архитектурной практики [5], которая положительно влияет на его имиджевый характер.

Особого внимания заслуживает город-спутник Казани – Иннополис, расположенный в Верхнеструженском районе Республики Татарстан. Этот инновационный комплекс специализируется на разработке и внедрении технологий в области информационных технологий.

В Иннополисе созданы специализированные образовательные учреждения, научные и исследовательские лаборатории, а также действуют технопарки и инкубаторы для поддержки инновационных проектов. В его современной архитектуре выделяется оригинальность и нестандартность, а приоритетом является функциональная разнообразность и близость к природе. Архитектура Иннополиса уникальна и неповторима, ее функционально-технологическое разнообразие и архитектурно-художественная привлекательность позволяют утверждать, что приведенный на (рис. 1 и рис. 2) – действительно современный архитектурный объект нового поколения.

Оценка эффективности Иннополиса может быть произведена по различным параметрам, включая экономические, социальные, научные и технологические показатели. Одним из основных показателей может быть экономический рост и развитие региона, связанные с Иннополисом. Это может включать привлечение инвестиций, рост занятости, развитие предпринимательства и создание новых рабочих мест.

Еще одним показателем может быть развитие научной и технологической сферы. Иннополис может успешно развивать инновационные исследования и технологические разработки, способствуя созданию и коммерциализации новых продуктов и услуг. Оценка проводится на базе результата исследований и разработок, патентной активности, а также сотрудничества с ведущими научными и технологическими организациями.

Критерии оценки эффективности Иннополиса также могут включать экологическую устойчивость и внедрение инноваций в сфере экологии и устойчивого развития.



Рис. 1. Здание учебного корпуса Иннополиса.  
Общий вид здания

Источник: [https://ya.ru/images/search?from=tabbar&img\\_url=https%3A%2F%2Fpbs.twimg.com%2Fmedia%2FCFC7B3fFWYAAk9eQ.jpg&lr=142&pos=6&rpt=simage&text=университет%20иннополис](https://ya.ru/images/search?from=tabbar&img_url=https%3A%2F%2Fpbs.twimg.com%2Fmedia%2FCFC7B3fFWYAAk9eQ.jpg&lr=142&pos=6&rpt=simage&text=университет%20иннополис)



*Рис. 2. Фрагмент главного входа в здание учебного корпуса Иннополиса*

Среди наиболее значимых научно-технологических комплексов будущего в Российской Федерации необходимо особое внимание уделить Московскому Государственному Университету имени М. В. Ломоносова в г. Москва, в структуру которого будет интегрирован инновационный научно-исследовательский и образовательный комплекс (Технологическая долина МГУ), в котором будут реализованы исследования в различных областях науки и техники. Архитектурно-градостроительное своеобразие и уникальность этого комплекса нового поколения заключается в его внушительных масштабах как на градостроительном уровне, так и на функционально-технологическом, и, безусловно, объемно-пространственном, что в свою очередь позволит придать этой (ранее депрессивной территории) новый вектор ее устойчивого развития.

Также ведущие технические вузы, такие как МГТУ имени Н. Э. Баумана или Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого, располагают собственными инновационными центрами и лабораториями.

Отечественные инновационные комплексы имеют большой потенциал для развития и продвижения новых технологий и продуктов на рынке. Они создают благоприятные условия для взаимодействия научных и промышленных организаций, способствуют обмену опытом и знаниями, а также обеспечивают поддержку и финансирование инновационных проектов. Однако необходимо продолжать работать над улучшением инфраструктуры и созданием более эффективных механизмов поддержки инноваций, чтобы отечественные инновационные комплексы могли конкурировать на мировом уровне.

Социальный аспект также является неотъемлемой частью оценки качества архитектуры зданий научно-технологической направленности и их уникальной типологической структуры [1, 2]. Он может

включать создание благоприятной среды для жизни и работы, доступность образования и здравоохранения, развитие социальной инфраструктуры, поддержку разнообразных сообществ и привлечение талантливых специалистов.

# **ЗАРУБЕЖНАЯ ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Кембриджский университет и его окрестности (расположенный в Кембридже, Великобритания) — университетский комплекс, который включает в себя множество научно-исследовательских лабораторий, институтов и колледжей. Архитектура комплекса варьируется от средневековых зданий до современных научных центров. Архитектура Кембриджского университета уникальна и разнообразна, охватывая несколько веков и стилей. Один из наиболее известных и значимых архитектурных элементов университета главное здание Кембриджского университета, известное также как «Сениатская школа» (рис. 3 и рис. 4). Это крупный корпус зданий в стиле позднего готического периода, возведившийся в XIV-XV веках. Напоминающая замок, постройка включает в себя несколько величественных залов, камер, библиотек и столовых. Главное здание находится на площади и является одним из символов университета.

На территории университета можно увидеть множество зданий в стиле неоготики и классицизма, возведенных в XVIII-XIX веках. Они включают в себя знаменитые колледжи, такие как Король, Тринити и Святого Джона, каждый из которых имеет свои уникальные архитектурные особенности.

Одной из важных архитектурных характеристик Кембридженского университета является так называемый «The Backs» – набережные, граничащие с рекой Кэм. Они предлагают прекрасные виды на колледжи, расположенные вдоль реки, и представляют собой популярное место для прогулок и отдыха студентов и посетителей. В целом, архитектура Кембридженского университета сочетает в себе богатую историю и культурное наследие, привнося в университетский город уникальность и привлекательность.

Особого внимания заслуживает Шэньчжэньский технологический парк в Китае. Он разработан для стимулирования и поддержки инноваций и технологического развития. Он включает в себя современные офисные здания, лаборатории и инфраструктуру для научно-исследовательских проектов. Архитектура Шэньчжэньского технологического парка (рис. 5) отражает современный подход к развитию и инновациям. Парк был создан для привлечения высокотехнологичных компаний и стартапов, а также для способствования научным исследованиям и разработкам.

Архитектурный стиль парка сочетает в себе инновационные и функциональные решения. В основном здания выполнены в современном стиле с использованием простых геометрических форм, стекла и металла. Они обычно имеют минималистичный дизайн и открытые пространства.



Рис. 3. Главное здание Кембриджского университета. Общий вид здания

Источник: <https://external-content.duckduckgo.com/iu/?u=https%3A%2F%2Fbritschools.ru%2Fuploads%2F5%2F0358fb7976-university-angliai.jpg&f=1&nofb=1&ipt=e0f9406fd3b420c0fef9c9e0830263eda26ecc1ac269238776837b0b1e8b9303&ipo=images>



Рис. 4. Фрагмент главного входа в здание учебного корпуса Кембриджа

Источник: <https://t1.unipage.net/src/k0k44c-lg.png>

Здания в парке имеют нестандартные формы, такие как: изгибы, выступы или крутые углы, что создает эффект эстетической привлекательности и необычности. Они оснащены передовыми технологиями, такими как солнечные панели, системы энергосбережения и умный дом.

Помимо офисных зданий, в парке также есть и другие архитектурные сооружения, такие как научные и исследовательские центры, лаборатории, выставочные павильоны и многое другое. Они также следуют современным технологическим трендам и предоставляют удобные условия для работы и творчества.

Важной особенностью архитектуры Шэньчжэньского технологического парка является ее гибкость. Многие здания могут быть легко адаптированы под различные нужды компаний, что позволяет им эффективно использовать пространство и быть на переднем крае инноваций. Необходимо за- свидетельствовать, что архитектура Шэньчжэньского технологического парка отображает стремление

к современности, инновациям и устойчивости. Она создает благоприятную среду для развития технологического сектора и способствует притоку талантов и инвестиций в регион.

Следует отметить, что одна из фундаментальных идей многих государств основывается на обеспечении высокого качества жизни населения, что в то же время привлекает профессионалов со всего мира. Научные и технологические комплексы занимают особое место в этом процессе. Они являются (зачастую) научными центрами, объединяющими знания и инновации, которые в качестве готовой продукции формируют определенное научно-обогащенное, культурно-значимое мировоззрение, учитывающее лучшие и важные проявления в науке.



Рис. 5. Общий вид зданий Шэньчжэньского технологического парка в Китае

Источник: <https://news.cgtn.com/news/2022-06-07/Shenzhen-to-build-20-advanced-manufacturing-industrial-parks-1aFrhc7DLjO/img/657a670dd5cb483880589553e1b1105/657a670dd5cb483880589553e1b1105.jpeg>

Одним из значимых по отношению к архитектуре научных учреждений является Стокгольмская научно-техническая зона в Швеции (рис. 6). Этот комплекс включает множество научно-исследовательских институтов, университетов и технологических компаний. В его функционально-технологической структуре присутствуют специальные здания и лаборатории для проведения научных исследований и разработок.

С точки зрения архитектурного восприятия Стокгольмская научно-техническая зона отличается современным и инновационным дизайном. Здания, расположенные в этой зоне, обычно обладают современными фасадами и интеллектуальными решениями в области энергосбережения и устойчивого развития. Многие из них также имеют открытые пространства и участки для общественного использования, создавая комфортную и дружественную среду для научных и технических инноваций.

Примеры архитектурных объектов в Стокгольмской научно-технической зоне включают в себя впечатляющие объекты, такие как: Каролинская институтская библиотека и Гимназиум Флеминга (рис. 7), которые сочетают в себе современные формы и функциональность.

Стокгольмская научно-техническая зона также активно развивается и растет с каждым годом. Новые проекты и здания постоянно строятся и планируются, чтобы привлечь еще больше инноваций и научных исследований в данном регионе. Архитектура рассматриваемого комплекса акцентирует внимание на развитии устойчивых, прогрессивных и интеллектуальных решений для научно-технического прогресса.



Рис. 6. Общий вид на здания Стокгольмской научно-технической зоны в Швеции

Источник: <https://www.hisour.com/ru/high-tech-and-innovative-industry-of-stockholm-sweden-61630>



Рис. 7. Каролинская институтская библиотека имени Флеминга. Общий вид

Источник: [https://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/75/KI\\_Berz\\_lab\\_och\\_kib\\_20060723.jpg](https://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/75/KI_Berz_lab_och_kib_20060723.jpg)

Исследования показывают, что научно-технологические комплексы могут иметь разные исторические корни и этапы развития. Некоторые научно-технологические учреждения могут иметь долгую и богатую историю, в то время как отечественные комплексы могут быть более новыми и современными.

Также они могут отличаться в архитектурной стилистике и применении подходов к проектированию и строительству. Некоторые комплексы могут придерживаться классических или современных

стилей, в то время как отечественные комплексы могут быть более экспериментальными и инновационными. Практический опыт показывает, что научно-технологические комплексы (с функцией научно-образовательных учреждений) [6, 7] могут использовать передовые технологии как в проектировании, так и в строительстве.

Дополнительно следует обратить внимание на то, что процесс формирования архитектурно-градостроительных решений научно-технологических комплексов должен основываться на выработанной последовательности принятия проектно-исследовательских и экспериментальных решений в отношении формирования объектов подобного назначения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что в ближайшем будущем ожидаются прогрессивные тенденции совершенствования и развития архитектуры научно-технологических комплексов. Использование устойчивых материалов и энергоэффективных технологий позволит создавать уникальную архитектуру для объектов подобного функционального назначения. Новые научные и технологические комплексы будут строиться с учетом принципов энергоэффективности. При разработке проектных решений будут применяться строительные материалы нового поколения, которые позволят уменьшить нагрузку на окружающую среду.

Установлено, что современные научно-технологические комплексы в будущем будут созданы с учетом изменяющихся потребностей и требований жителей и предприятий. Пространства будут гибкими и мультифункциональными, позволяя изменять и адаптировать их под различные цели и виды деятельности (в том числе образовательные) [8], которые будут входить в функциональную структуру учреждения.

В отношении архитектурно-технологического обеспечения рассматриваемый тип учреждений научной и технологической направленности уже активно применяет современные технологии, такие как интернет вещей, искусственный интеллект, автоматизация систем управления. Это позволяет повысить качество работы и создать комфортные и инновационные условия для всех сотрудников.

Подтверждено, что в самом ближайшем будущем следует ожидать разработки уникальных и концептуальных проектов, которые станут примерами инновационной и современной архитектуры, направленной на создание индивидуального технологического стиля, которому будут присущи такие черты как: узнаваемость, уникальность, оригинальность и приспособляемость.

Подобного рода проекты и их функциональные приоритеты будут привлекать внимание всех участников научного процесса как с точки зрения создания современной архитектуры, так и с учетом особенностей функционирования и эксплуатации объектов научно-технологического назначения.

Новейшие тенденции в развитии архитектуры научно-технологических комплексов помогут создать современное и устойчивое пространство для жизни и работы людей, способствуя экономическому и социальному развитию научного сообщества.

## Список литературы

1. Головин, А. Г. Типология научно-образовательных центров / А. Г. Головин, А. М. Авдеев // Сборник статей 77-ой всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией М. В. Шувалова и др. – Самара, 2020. – С. 85-92.
2. Зобова, М. Г. Обновление архитектурно-градостроительной типологии университетских кампусов в России / М. Г. Зобова // Вестник Оренбургского государственного университета, 2015. – № 5. – С.137-157.
3. Исакова, С. А. Архитектурно-планировочная модернизация университетских комплексов (на примере Южного федерального университета) : автореф. дис. ... канд. арх-ры : 05.23.21 / С. А. Исакова; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет – Нижний Новгород, 2012.
4. Латуха, О. А. Инновационная деятельность современного вуза: тенденции развития / О. А. Латуха, Ю. В. Пушкарев / Вестник НГПУ. 2012, № 4. – С. 44-51.
5. Левых, А. Ю. Роль научно-образовательного центра в инновационном развитии вуза / А. Ю. Левых, Л. В. Ведерникова / Высшее образование в России, 2013. (11). – С. 118-121.
6. Печаткин, В. В. Формирование научно-образовательных центров мирового уровня в регионах России как инструмент повышения конкурентоустойчивости территорий // Экономические отношения. – 2019. – Том 9. – № 4. – С. 3075-3086.
7. Пучков, М. В. Теоретические основы архитектурно-пространственного формирования научно-образовательных комплексов : автореф. дис. ... докт. арх-ры : 2.1.11 / М. В. Пучков; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет – Нижний Новгород, 2022.
8. Рябова, Е. К. Современные тенденции формирования зданий и комплексов архитектурных вузов: зарубежный опыт / Е. К. Рябова, Ю. С. Янковская // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 4. – С. 100 – 102.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ КВАРТАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДОНЕЦКА

**Т. В. Радионов, канд. арх., доцент; Э. Р. Пестрякова, старший преподаватель;  
И. Ю. Харебина, магистрант**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** Научная работа посвящена исследованию современных тенденций функционально-типологического совершенствования и развития объектов квартальной жилой застройки в условиях реконструкции на примере города Донецка. Проанализированы и обобщены архитектурно-градостроительные изменения при реконструкции объектов квартальной жилой застройки. В рамках исследования рассмотрены архитектурные приоритеты, включающие учет концепции устойчивого развития городских территорий, способы архитектурного совершенствования внутриквартальных жилых пространств, градостроительная реконструкция микрорайонов с разнообразием функций и инфраструктурой для устойчивой мобильности. Обобщены некоторые исторические особенности формирования жилой застройки в городе Донецке с учетом мероприятий, связанных с реконструкцией. Представленное исследование призывает к дискуссии, в которой конкретизируется, что реконструкция играет важную роль в архитектурном обновлении существующих объектов квартальной жилой застройки и повышении уровня их функциональности.

**Ключевые слова:** архитектура, благоустройство, объекты квартальной жилой застройки, проектирование, реконструкция, функционально-типологические решения.



*Радионов  
Тимур Валерьевич*



*Пестрякова  
Эльвира Раишитовна*



*Харебина  
Ирина Юрьевна*

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Проблема реконструкции объектов квартальной жилой застройки в городе Донецке определена необходимостью их восстановления и преобразования с учетом степени морального и физического износа, технического состояния и социальных потребностей, устойчивостью и жизнеспособностью пространства, способного удовлетворить потребности местных жителей.

Также возникает необходимость объединения и гармоничного взаимодействия современных тенденций в архитектуре, устойчивом развитии территорий, которые в современных условиях развития стремительно темпами подвергаются градостроительным изменениям. Это требует поиска новаторских решений, которые позволят сочетать современные технологии и требования комфорта с сохранением исторической ценности жилых кварталов, а также учесть социальные и экономические факторы для создания благоприятной жизни, работы и досуга всех жителей города.

**Цель.** Цель статьи заключается в исследовании современных тенденций развития объектов квартальной жилой застройки в условиях реконструкции на примере города Донецка, с учетом влияния обозначенного процесса на улучшение жизни горожан и возможности применения современных технологий и материалов при проведении работ, связанных с реконструкцией.

## ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция объектов квартальной жилой застройки является неотъемлемой частью процесса восстановления и развития городской инфраструктуры. В рамках исследования рассмотрены современные тенденции развития жилых кварталов на примере города Донецка. Сложившийся жилищный фонд, построенный в 50-е – 70-е годы прошлого столетия, на сегодняшний день не всегда соответствует комфорtnому проживанию и нуждается в преобразовании, поскольку многие объекты жилого назначения морально устарели, многие нуждаются в применении первоочередных мероприятий по реконструкции.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Прежде чем рассмотреть современные тенденции в жилищной архитектуре, необходимо ознакомиться с ролью жилых кварталов в историческом контексте. Городские кварталы всегда служили основной частью городской среды, предлагая места для проживания и социальной активности. Однако, многие из них были подвержены проблемам, связанным с моральным и физическим износом.

Современные тенденции развития жилых кварталов в условиях реконструкции берут свое начало с 1920-х годов прошлого столетия. В начале XX столетия развивались концепции садовых городов, где уделялось внимание созданию благоприятной среды для жизни с большим количеством зеленых насаждений и коммунальной инфраструктурой.

В период с 1950-х годов XX столетия особое внимание было уделено идеям функционального зонирования, где жилые кварталы имели строгое функциональное зонирование на градостроительном уровне. В течение второй половины XX столетия развивался принцип «нового города», который включал в себя создание сбалансированного сочетания жилой, коммерческой и общественной инфраструктуры, стремление к созданию энергоэффективных и экологически чистых жилых кварталов.

Возможности обеспечения комплексного аналитического подхода в условиях проведения мероприятий, связанных с реконструкцией объектов квартальной жилой застройки, основываются на применении современных подходов реконструкции, основывающихся на эффективности проведения проектно-исследовательских мероприятий по заданной тематике.

Среди основных подходов реконструкции объектов квартальной жилой застройки следует отметить нижеприведенные.

*Интегрированный подход к проектированию.* Указывает на то, что для эффективной реконструкции важно включать различные виды жилья и создавать смешанное использование пространства, объединяющее жилые, коммерческие и общественные зоны. Важно проводить комплексную оценку состояния жилого квартала и определять, какие изменения и улучшения требуются. Это может включать в себя

анализ состояния зданий, инфраструктуры, уличной среды, а также учет социокультурных аспектов. Только имея полное представление о состоянии квартала, можно разработать эффективные и устойчивые планы по его реконструкции.

*Подход, определяющий способы внедрения современных технологий.*

В современных подходах к реконструкции жилых кварталов уделяется особое внимание использованию инновационных технологий и материалов. Это может быть улучшение теплоизоляции зданий, установка современных систем водоснабжения и отопления, использование возобновляемых источников энергии и т.д.

Внедрение современных технологий, таких как интеллектуальные системы управления, помогает повысить комфорт, безопасность и энергоэффективность в жилых кварталах. Такие технологии позволяют не только повысить комфорт проживания в обновленных квартирах, но и значительно снизить нагрузку на окружающую среду. Интеллектуальные системы управления становятся неотъемлемой частью жилых кварталов, обеспечивая уровень комфорта и безопасности, а также энергосбережение.

Применение современных материалов и технологий в строительстве является важным аспектом создания комфортных и энергоэффективных систем объектов квартальной жилой застройки. Использование утепленных фасадных систем и современных оконных конструкций позволяет улучшить теплоизоляцию и снизить потери тепла, что приводит к экономии энергоресурсов и снижению затрат на оплату коммунальных услуг [10].

*Социальный подход учета насущных потребностей жителей.* Третий ключевой аспект, связанный с реконструкцией объектов квартальной жилой застройки, – это вовлечение жителей в процесс принятия решений. Учитывая их потребности и предпочтения, можно создать максимально удобную и приятную для жизни городскую среду. Также стоит учитывать историческое и культурное наследие квартала, чтобы сохранить его неповторимый сложившийся архитектурно-художественный и композиционно-стилистический характер.

Создание разнообразных общественных пространств и объектов для социальной активности является неотъемлемым элементом современных жилых кварталов. Парки, спортивные площадки, торговые комплексы, кафе и рестораны – все это обеспечивает возможность активного отдыха и социализации для жителей. Эти элементы создают благоприятную атмосферу и привлекательность жилых кварталов.

Удовлетворение потребностей разных возрастных и социальных групп является важным аспектом при разработке концепции развития городских жилых кварталов. Необходимо предусмотреть наличие объектов социальной инфраструктуры, таких как детские сады, школы, медицинские учреждения, специализированные центры для пожилых людей и инвалидов. Специфические потребности разных

групп населения должны быть учтены при планировании и реализации таких проектов.

При реконструкции объектов квартальной жилой застройки особого внимания заслуживают энергоэффективные системы и технологии, необходимые для внедрения в современные жилые здания и комплексы, которые включают в свою структуру следующие содержательные позиции:

- наружное утепление фасадов – необходимая современная мера, регламентируемая нормами. Это позволяет улучшить энергетическую эффективность зданий, снизить теплопотери и улучшить общий микроклимат внутри помещений;

- применение систем для накопления и преобразования солнечной энергии для использования её в целях внутреннего благоустройства квартала;

- использование систем сбора дождевой воды для применения в поливе и технических нуждах квартала;

- капитальный ремонт с заменой на современные системы коммуникаций для эффективного функционирования всего механизма здания;

- замена оконных систем (на современные энергоэффективные стеклопакеты), что позволяет улучшить теплоизоляцию зданий и снизить энергопотребление для отопления. Новые оконные системы также обеспечивают более эффективную шумоизоляцию и создают комфортные условия для жильцов;

- замена дверных систем на современные, более безопасные и энергоэффективные модели. Это позволяет повысить уровень безопасности жильцов и улучшить теплоизоляцию зданий, что приводит к снижению затрат на отопление;

- изменение формы кровли с целью улучшения эстетического вида и современного облика здания. Новая форма кровли также способствует улучшению водоотвода и предотвращению скоплений влаги, что повысит долговечность, уровень эксплуатационной пригодности здания.

С целью решения поставленных задач по реконструкции объектов квартальной жилой застройки необходимо на теоретико-экспериментальном уровне формировать

программу развития архитектуры жилых кварталов и городской среды с учетом экспресс-мониторинга улично-дорожной сети [8], которая должна учитывать следующие позиции:

- приоритет пешеходам и велосипедистам (расширение тротуаров и прокладка велодорожек);

- создание уличной активности (развитие уличных кафе, проведение городских фестивалей);

- новое современное и экономичное городское освещение;

- комплексное озеленение;

- организованная парковка для автомобилей с учетом нормативно-правовых требований;

- формирование архитектурной ансамблевости объектов квартальной жилой застройки;

- ремонт фасадов и архитектурная подсветка деревьев.

- обновление городской инфраструктуры.

Исследования показали, что существуют заслуживающие особого внимание примеры успешной

реконструкции городских кварталов, включающие инновационные подходы и современные технологии, которые встречаются в городе Донецке. Одним из таких проектов является реконструкция квартала в ЖК «Центральный», где были применены интеллектуальные системы управления, современные материалы и созданы разнообразные общественные пространства. Этот проект получил положительные отзывы жителей и стал примером успешной реконструкции.

В том числе примером успешной реконструкции жилых кварталов (на градостроительном уровне) в Донецке является жилой комплекс «Парковый».

Проект реконструкции был реализован на базе жилого массива, который требовал обновления и современного подхода к его преобразованию и дальнейшему развитию.

В строительстве ЖК «Парковый» были применены современные материалы и технологии, которые обеспечивают высокую энергоэффективность и комфортное проживание. Проект сочетает в себе высокое качество жилья, комфортную общественную инфраструктуру и уютные зеленые зоны.

Однако разработка и реализация проектов реконструкции объектов квартальной жилой застройки связана с определенными проблемами. К ним относятся стоимостные ограничения, сложности, связанные с организацией строительных работ в городской среде, и другие факторы, затрудняющие проведение реконструкции, но призывающие к решению подобного рода проблем поэтапно с учетом выработки очередности проведения работ, связанных с реконструкцией.

Однако, несмотря на вышеуказанные сложности, современные тенденции указывают на то, что повышается интерес и появляются предложения по реконструкции объектов квартальной жилой застройки, что свидетельствует о перспективах дальнейшего развития мероприятий, связанных с реконструкцией жилых кварталов, в том числе и комплексной. И основными доказательными позициями, определяющими перспективы проведения реконструктивных работ, связанных с объектами квартальной жилой застройки, могут выступить нижеприведенные тезисы.

*Устойчивое строительство и развитие:* определяет особенности развития кварталов, стремящееся к устойчивому строительству, которое учитывает природные ресурсы, экологические аспекты и социокультурные нужды. Новые кварталы могут быть разработаны с использованием технологий, которые способствуют энергоэффективности и созданию устойчивых систем управления объектами жизнеобеспечения горожан в структуре квартальной жилой застройки с учетом градоэкологических регламентов [9].

*Улучшение общественного пространства:* указывает на то, что развитие кварталов должно быть направлено на создание привлекательных и безопасных жилых пространств, включая парки, скверы, площади, аллеи и пешеходные зоны. Регулярное благоустройство и обслуживание общественного пространства помогут создать комфортные условия для отдыха, встреч с друзьями и проведения различных мероприятий.

*Создание микрорайонов с разнообразием функций:* определяют, что кварталы будущего должны стремиться к разнообразию функций, чтобы жители могли удовлетворить большинство своих потребностей по месту проживания. Развитие микрорайонов смешанного использования, включающих жилые, коммерческие, офисные и развлекательные зоны, способствует удобству и поддерживает более устойчивый транспорт, так как люди будут иметь возможность получить доступ ко всему необходимому.

*Развитие инфраструктуры для устойчивой мобильности:* свидетельствует о том, что развитие кварталов должно быть нацелено на устойчивую мобильность, включая пешеходные дорожки, велосипедные дорожки и развитие общественного транспорта. Это поможет уменьшить использование автомобилей, снизить транспортные загрузки и улучшить качество воздушного бассейна.

Основываясь на вышеизложенных положениях исследования, авторами статьи предложена экспериментальная концепция архитектурного совершенствования объектов квартальной жилой застройки, которые подлежат реконструкции.

Исследования показали, что разработанная авторами статьи концепция архитектурного совершенствования объектов квартальной жилой застройки позволит максимально приблизиться к высокому уровню решения проблем, обозначенных в научной работе. В рамках концепции учтены потребности местных жителей, обеспечивающие им комфортное проживание в жилой среде, в том числе в структуре внутrikвартальной жилой застройки.



*Рис. 1. Объемно-пространственное решение внутrikвартального жилого пространства после реконструкции с устройством наземной парковки в Калининском районе города Донецка (автор: И. Ю. Харебина, руководитель разработки: Т. В. Радионов)*

В предлагаемой концепции жилые дома будут иметь высоту, не превышающую 5-7 этажей. Это позволит создать уютные внутrikвартальные пространства, сохраняя при этом визуальный контакт с городской территорией за его пределами. Важно отметить, что в центре жилого квартала будут расположены все необходимые объекты социальной инфраструктуры, включая детские сады, спортивные и детские игровые площадки, озелененные территории и зоны отдыха.

Высотность домов выбрана с учетом психологических особенностей жителей. Этажность в 5-7 этажей является наиболее комфортной. Вся необходимая торговая инфраструктура и сфера услуг находится в коммерческих помещениях жилых домов, что позволяет жителям квартала легко ей воспользоваться. Внутри жилого квартала будут созданы уютные зоны отдыха, спортивные и детские площадки, парки и зеленые насаждения. Архитектурно-художественное решение жилых зданий после реконструкции позволит придать новый эстетический вид, что положительно будет отражено на психо-эмоциональном восприятии жителей.



*Рис. 2. Объемно-пространственное решение внутrikвартального жилого пространства после реконструкции с учетом градостроительного размещения в Калининском районе города Донецка, (автор: И. Ю. Харебина, руководитель разработки: Т. В. Радионов)*

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что архитектурное совершенствование и развитие объектов квартальной жилой застройки, подлежащих реконструкции, имеет важное значение для социального благополучия жителей. Внедрение современных технологий, учет потребностей и предпочтений жителей, создание комфортной и безопасной среды – все это способствует повышению качества жизни горожан. Исследования показали, что реконструкция играет важную роль в обогащении архитектуры существующих жилых кварталов, в том числе их многофункциональности. В условиях использования реконструктивных мероприятий здания и их планировочные элементы могут быть приведены в соответствие с современными требованиями и стандартами, а инфраструктура может быть улучшена для обеспечения удобства и комфорта жителей. Доказано, что концепция устойчивого развития городских территорий, является неотъемлемым элементом развития современных жилых кварталов. Это указывает на необходимость

использования экологически чистых материалов и технологий, вовлечение в проектную деятельность системы энергоэффективного планирования и учет потребностей, а также комфорта жителей. Исследования показали, что совершенствование архитектуры внутридворового пространства является важным аспектом развития городских систем жизнеобеспечения. Создание привлекательных и безопасных общественных пространств, таких как парки, скверы и пешеходные зоны (в структуре квартальной жилой застройки) способствует формированию активного и здорового образа жизни, а также укреплению социальных связей среди жителей. Доказано, что функционально-типологическое развитие объектов квартальной жилой застройки с разнообразием функций способствует удобству жителей и снижению необходимости во внутригородских поездках. Создание смешанных зон, которые включают жилые, коммерческие и общественные пространства, позволяет создать единное пространство, наполненное необходимым перечнем функциональных приоритетов, которые продиктованы обществом.

#### Список литературы

1. Федченко, И. Г. Принципы формирования жилых планировочных единиц в контексте современных тенденций градостроительства [Электронный ресурс] / И. Г. Федченко // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies» «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT). – 2015. – 1(30).
2. Радионов, Т. В. Особенности реконструкции и развития территории жилой застройки : [текст] / Т. В. Радионов // Проблемы архитектуры и градостроительства: Вестник ДонНАСА. – 2012. – Макеевка: ДонНАСА. Вып 4 (96). – С. 112-116.
3. Голотина, Ю. И., Ковтуненко, М. Г. Доступная недвижимость для студентов // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленические аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры». ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». 2017. С. 54-57.
4. Радионов, Т. В. Разработка методологии архитектурно-градостроительной динамики, обеспечивающей реконструкцию жилых и общественных зданий и сооружений [текст] / Т. В. Радионов // Научно-технический и производственный журнал «Архитектура. Строительство. Образование» Магнитогорск. – Вып. № 1 (11), 2018. – С. 12-17.
5. Савенко, А. А., Столярова, Ю. В., Шадрина, О. М. Тенденции застройки крупных городов // Сборник статей Международной научно-практической конференции 27-28 ноября 2017 г., Уфа МЦИИ ОМЕГА САЙНС 2017, с. 238-242.
6. Бенаи, Х. А. Методологические основы архитектурно-типологической оптимизации типовых зданий и сооружений Донбасса в условиях реконструкции [текст] / Х. А. Бенаи, И. Г. Балюба, Т. В. Радионов // Журнал ДонНАСА «Современное промышленное и гражданское строительство» Макеевка. – 2015. – Том 11, Номер 2. – С. 57-63.
7. Ковтуненко, М. Г., Василевский, С. С. Локальные городские территории, их формирование и развитие в крупном городе // Сборник научных трудов по материалам XXVII международной научной конференции 08 февраля 2020 г., Научный диалог: экономика и менеджмент, СПб – С. 47-50.
8. Навроцкий, Д. М. Принципы проведения экспресс-анализа улично-дорожной сети при решении задач обоснования реконструкции городских территорий (на примере г. Donetsk) / Д. М. Навроцкий // Проблемы градостроительства и архитектуры: Вестник ДонНАСА. – 2006. – № 3 (59). – С. 61-65.
9. Ахмедова, Е. А. Градоэкологические регламенты и методология их назначения в функционально-правовом зонировании крупного промышленного города (на примере г. Тольятти) / Е. А. Ахмедова, Т. В. Баранова, Т. В. Каракова, Н. А. Лекарева // Исследования в области архитектуры, строительства, охраны окружающей среды: Обл. 57-я научно-тех. конф. / СамГАСА. – Самара, 2000. – С. 211 – 212.
10. Вольфсон, В. Л. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий: Справочник производителя работ/ В. Л. Вольфсон, В. А. Ильяшенко, Р. Г. Комисарчик. – 2-е изд., репринтное. – М.: Стройиздат, 2003. – 252 с.

# КОЛОКОЛЬНЯ БОГОЯВЛЕНСКОЙ ЦЕРКВИ В КАЗАНИ: ЗАКОНЫ И СРЕДСТВА КОМПОЗИЦИИ

**Р. Ф. Мирхасанов, старший преподаватель; Л. С. Сабитов, д.т.н., профессор**  
ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

**И. Н. Гарькин, канд. ист. н., к.т.н.**  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления  
им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

**Х. А. Бенаи, д.арх., профессор; Т. В. Радионов, канд.арх., доцент**  
ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка



*Мирхасанов  
Рустем Фаритович*



*Сабитов  
Линар Салихзанович*



*Гарькин  
Игорь Николаевич*



*Бенаи  
Хафизулла Аминуллович*



*Радионов  
Тимур Валерьевич*

**Аннотация.** Авторы статьи транслируют композиционный анализ проекта вертикальной структуры конца XIX в. в русле течения «историзм – эклектика». Изучение объемно-пространственной композиции рассматривается авторами как анализ формальной сферы наследия в русле изучения универсальных композиционных законов и средств. Авторы считают, что изучение, анализ и фиксация в схематической графике высококлассных образцов наследия позволяет развивать композиционное мышление. Изучение формальной (композиционной) сферы наследия классиков современности и прошлых эпох позволяет выстраивать путь авторской работы над проектом, избегая ошибок и разочарований при работе над архитектурным проектом. Авторы рассматривают известный архитектурный памятник как баланс – соотношение дефиниций «форма» и «содержание». Определяя формальную часть искусственно созданного композиционного организма как композиционную логику, функциональность, логику перемещений внутри помещений здания, а исторические реминисценции, делегируя к содержательному компоненту, авторы рассматривают и оценивают архитектурный объект.

**Ключевые слова:** архитектура, объект культурного наследия, направление «историзм», ритм, модульные и метрические членения, культовая архитектура, объемно-пространственная композиция.

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования данной работы является развитие композиционного мышления на основе изучения знаковых архитектурных объектов регионов России. Развитие композиционного мышления основано на понимании законов и свойств композиции. Авторы считают, что видение формальной (композиционной) сферы можно развивать посредством анализа архитектурных объектов наследия.

Предмет изысканий – положительное влияние анализа композиции в хрестоматийно известных объектах архитектуры на подготовку студентов – будущих архитекторов, дизайнеров, реставраторов.

Целью исследования является экспериментальная проверка возможности использования специальных дополнительных заданий в рамках курса «Пропедевтика» как оптимизирующего средства в специальной подготовке студента ВУЗа архитектурного, инженерного, художественного цикла.

Актуальность настоящего исследования обусловлена универсальностью методики, которая легко интегрируется в большинство курсов и предметов архитектурного цикла. Интересующая нас проблема рассматривалась разными учеными и исследователями. О единстве законов и средств композиции, равенстве и единстве как содержательной, так и формальной (композиционной части) составляющей искусственно создаваемой художественной формы высказывались в своих трудах многие практики изобразительного искусства и дизайна, ученые, философы [1, 2].

При обсуждении проекта высотной структуры культового назначения XIX в. возникают споры «нравится – не нравится». Для разрешения данного спора необходимо выполнить оценку объемно-пространственной композиции на основе проведения композиционного анализа. Выявление аналоговых, «духовных» связей (в духе произведения) между первоклассными, всемирно известными продуктами инженерной, архитектурной, художественно-дизайнерской мысли. Вычленение законов и средств композиции, которые применялись в работе над проектом [3, 4].

Исследователь объемно-пространственной композиции вычленит в хрестоматийно известном источнике не только эпохальные характеристики новизны и признаки современности, но и контраст, модульные, метрические членения вертикальных и горизонтальных ритмов, пластику и пропорции. В результате проведения схематического графического композиционного анализа происходит выявление аналоговых связей с всемирно известными продуктами инженерной, архитектурной, художественно-дизайнерской мысли.

## МЕТОД

Баланс – соотношение формального (композиционного) и содержательного (декоративного) в творческом продукте проекта высотной структуры культового назначения является, с нашей точки зрения, объективной оценкой плоскостной и объемно-пространственной композиции, но только в том случае, если производится и рассмотрение исследуемого объекта объемно-пространственной композиции в контексте самых значительных построек в истории архитектуры этой эпохи. В таком случае зафиксированные законы и средства композиции, соотношение – баланс указанных выше дефиниций нивелируют субъективные и не научные суждения «нравится» или «не нравится» [5, 6].

Парадоксально различие восприятия одного и того же объекта в различные исторические эпохи и главенство различных архитектурных стилей.



Рис. 1. Колокольня Богоявленской церкви.  
Казань ул. Большая Проломная

Колокольня Богоявленской церкви – продукт эпохи историзма. Консервативными по формам и эстетике являются культовые сооружения в большинстве случаев и в настоящее время. В эпоху «совмода» и распространения антирелигиозных взглядов 60-70 гг. колокольня вызывала дуалистические чувства, транслируя признанные чужды советской эпохе эстетические и духовные возврзения. Но все историки, художники, архитекторы и обыватели понимали значимость этого вертикального акцента для оси одной из самых популярных для казанцев улиц. И сегодня, в эпоху постмодернизма, остается ярким примером архитектурной эстетики. Это мощный по высоте и активной сигнальности цвета композиционный центр современной пешеходной улицы Баумана в г. Казани.



Рис. 2. Колокольня Богоявленской церкви

Конструктивно анализировать в русле указанного выше баланса – соотношения архитектурной эстетики и инженерной формы постройки, которые были созданы в мире примерно одновременно со зданием колокольни Богоявления [6, 7].



*Рис. 3. Богоявленская церковь*

Конструкция – композиция – форма:

1. Контраст форм Колокольня, как одно из самых высоких (74 м) зданий в Казани кон. XIX – 10 годах XX в. гармонично в своем контрасте с горизонтальной протяженностью объемов храма;

2. Контраст цвета. Мощнейший цветовой контраст между колокольней и храмом создается на основе пары дополнительных тонов синего – золотого (желтый) и ахроматического (белого тона) в экстерьере храма и светотональных градациях однотонного терракотового цвета колокольни [8, 9].

3. Композиционная вертикаль города – акцент – центр композиции.

Мы знаем, что композиционный центр выделяется визуально цветовым пятном, местом своего расположения, масштабом, формой, ритмом и т.д. Мы отмечаем и фиксируем в данном объекте архитектурного творческого продукта все указанные нами элементы композиционного центра. Колокольня, выставленная своим фасадом на красную линию главной улицы города, транслирует образ многоярусной композиционной вертикали, являющейся даже сегодня высотной доминантой окружающей ее исторической застройки [10, 11].

*Рис. 4. Колокольня  
Богоявленской церкви*



4. Свойство композиции «активность движения – динамика»: проявляющееся благодаря гармоничному движению уменьшающихся вверх ступенчатых форм.

5. Цветовое пятно – акцент. В номере газеты «Волжский вестник» сообщалось о рассмотрении проекта колокольни в 32 сажени (74 м) высотой, которая становилась наряду с Петро-Павловским собором цветовой (красный – кирпичный тон) и высотной доминантой исторического и композиционного центра города.

6. Объемно-пространственное решение: предполагался сквозной арочный проход с улицы к Богоявленской церкви через первый ярус, над которым размещался храмовый объем, куда вела широкая парадная лестница в северном крыле. Над четвериком вознесен восьмигранный богато пластически обработанный столб колокольни с двумя ярусами звонов, прорезанных крупными арочными проемами. Завершение выполнено в виде главки из луженой стали на граненом барабане.

7. Закон «масштаб и метрические, модульные членения»:

Колокольня является собой яркий пример гармонии с окружающими постройками кон. XIX – нач. XX в. Два нижних горизонтальных яруса объема колокольни соотносятся по высоте и габаритам с двухэтажными кирпичными постройками. В дореволюционный период приход Богоявленской церкви был одним из самых больших в Казани, прихожанами которого были и представители аристократии, и предприниматели [12, 13].

8. Закон «переклички» модульных, метрических членений. Многочисленные «переклички – поддержки – повторы» дугообразных по форме «кокошников» создают композиционную игру фасада колокольни, оживляя ее однотонную окраску. На четверике постройки базируется восьмигранный пластически богато сформированный столб колокольни. Два яруса звонов прорезаны крупными арочными проемами, которые имеют «перекличку» в многочисленных «дугообразных» формах, указанных выше.

9. Каркас: классическая многовековая архитектура с несущими кирпичными стенами из красного обожженного кирпича.

10. Симметрия: величественность и строгость постройке придает композиционное свойство симметрии.

11. Свойство композиции иллюзорная «легкость» и «динамика» возникает у зрителя благодаря пропорциям частей ко всей конструкции башни.

12. Смысловый и сюжетный центр композиции.

Колокольня и храм были изначально не только композиционным (формальная часть искусственно создаваемого организма), но и смысловым центром (содержательная часть искусственного композиционного продукта), например, известно, что еще деревянный храм Богоявления Господня был построен на месте

прежних Проломных ворот посада уже в XVII в. и вся городская слобода стала именоваться Богоявленской. Таким образом, уже в XVIII в. сложился архитектурный комплекс, который включал кроме главного храма отапливаемую зимнюю церковь во имя Андрея Первозванного и гармонирующую с горизонтальными по протяженности объемами храма двухъярусную колокольню с шатровым завершением, а также дом притча [14, 15].

13. Закон современности и новизны – требования эпохи: Колокольня и современные ей, и более «молодые» по времени создания постройки декорированы в духе требований эклектичного направления «историзм» и в соответствии со вкусами провинциальных богатых заказчиков ионическими колоннами, рельефами декора модерна. Указанный выше массивный нижний двухэтажный четверик получил свое Композиционное развитие в виде двухэтажных крыльев, украшенных главами сквозных граненых башен, вырастающими из шатровых покрытий, которые в свою очередь имеют лепестковые главки. Многочисленные детали и «украшения», характерные для сооружений очень короткой по времени эпохи поиска новых форм, называемой негативно в советскую эпоху «эклектика», а сегодня чаще «историзм», изготовлены из лекального кирпича и белого камня. Стилистика декора строится на изобразительном сочетании осовременных древнерусских, переосмыслении византийских мотивов вкупе с геометрическими декоративными формами, характерными для эпохи модерна XIX-XX вв. Содержание («рассказ», образ, «украшение» – декор, детали ордерной системы):

1. «Декор». К декору колокольни верхнего яруса относятся выложенные из кирпича шестиконечные звезды Давида. Раstraжки крестов несут пятиконечные звезды – библейские символы мудрости Соломона.

2. Требование заказчика. Архитектор выполнял заказ и был связан с требованиями оного. В июле 1893 г. в газете «Волжский вестник» появилось объявление о конкурсе на лучший проект новой колокольни, который должен был быть выполнен в старорусском стиле. В 1892 году скончался купец первой гильдии Иван Семёнович Кривоносов (1810-1892 гг.), который завещал 35 тысяч руб. на нужды Богоявленской церкви, а 25 тысяч рублей из этих денег должны пойти на постройку новой колокольни.

## РЕЗУЛЬТАТ И ДИСКУССИЯ

Архитектурная композиция, выполненная из кирпича, с форсированием в ее решении иллюзии динамики, акцентированием ритмической организации, с выявлением «внутренней жизни» здания – колокольни в ступенчато устремленном вверх каркасе, с форсированием и акцентированием роли орнамента – декора служила для создания традиционных в социальном отношении типов зданий.

Можно вспомнить в данном контексте, что даже передовые для того времени здания – небоскребы

США, строились, базируясь в образном решении на неоготику, постройки Древней Месопотамии и т.д.

Архитектура колокольни построена с преобладанием содержательной части (декора) искусственно создаваемой композиционной формы над композиционным началом. Но при этом надо учитывать канонические и устойчивые в культовых постройках императорской и современной России тенденции. Достоинства композиции колокольни даже в современный период столь велики, что перекрывают ретроградные тенденции, характерные для архитектуры историзма в целом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание плоскостной и объемно-пространственной композиции сопровождается композиционными поисками автора творческого продукта. Огромный интерес для учащегося, студента, исследователя, ученого, профессионала представляет понимание хода композиционной мысли автора всемирно известного творческого продукта. Выполняя мысленно, письменно и в виде схематических рисунков композиционный анализ, мы приходим постепенно к истокам, к идее, первоначальному замыслу автора.

Особенно интересно это, когда не сохранились эскизы и зарисовки, которые были в самом начале пути работы мастера по созданию образца наследия. Студентами изучаются принципы построения конструкции и объемной формы на основе хрестоматийно известного объекта научной, художественной, архитектурной и инженерной мысли. В процессе работы над объектом студенты учатся абстрагированию мышления, у них формируется образно-пространственное, композиционное мышление, совершенствуются и углубляются знания формальной сферы. Роль изучения формальной сферы Наследия в вертикальном зонировании городской среды в русле объемно-пространственной композиции является важной в свете современных требований профессиональной подготовки архитекторов и дизайнеров.

Выводы. Изучение композиционной сферы мирового Наследия в объектах культового назначения, ставших хрестоматийной классикой архитектуры России, Татарстана, является огромным интересом и вдохновением для исследовательской, научной и творческой работы и служит для создания собственного авторского учебного и профессионального продукта, нивелируя ошибочные решения благодаря приобретенному опыту. Изучение архитектурного объекта с позиций мысленного расчленения на формальные элементы (композиция, логика, конструкция и т.д.) и содержательные компоненты (рассказ, сюжет, декор, орнамент – украшение, исторические стилевые системы и т. д.) позволяет оценивать их с позиций объективного развития формы в истории искусства. Проведение подобной аналитической работы позволяет создавать собственный авторский продукт, минуя китчевые тенденции, выстраивая положительно прогнозируемый результат.

**Список литературы**

1. Скачков, Ю. П. Модификация метода паттерн к решению архитектурно-строительных задач / Ю. П. Скачков, А. М. Данилов, И. А. Гарькина // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 4-9.
2. Саденко, Д. С. Основы научно-технического сопровождения объектов капитального строительства / Д. С. Саденко, И. Н. Гарькин, М. В. Аристкин // Региональная архитектура и строительство. 2022. № 2 (51). С. 89-95.
3. Лапшина, Е. Г. Концепция архитектурного пространства городов: динамическая составляющая / Е. Г. Лапшина // Региональная архитектура и строительство. 2022. № 4 (53). С. 170-175.
4. Каракова, Т. В. Художественная перфорация как инструмент формообразования архитектуры общественного здания в контексте эмерджентности системы / Т. В. Каракова, А. В. Данилова // Региональная архитектура и строительство. 2021. № 1 (46). С. 211-219.
5. Раздрогина, С. А. Влияние архитектуры на эмоциональное состояние человека / С. А. Раздрогина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 2 (40). С. 48-52. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-48-52.
6. Гойкалов, А. Н. Разработка метода оценки качества архитектурно-исторической среды / А. Н. Гойкалов, Т. В. Макарова, А. Ю. Семенихина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 1(39). С. 73-79. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-73-79.
7. Макаревич, Е. А. Объект истории архитектуры и культурного наследия: часовня Николая Чудотворца в Мелойгубе (Республика Карелия) / Е. А. Макаревич, Л. Ф. Селютина // Региональная архитектура и строительство. 2022. № 2(51). С. 175-183. – DOI 10.54734/20722958\_2022\_2\_175.
8. Ли, Н. Г. Проблемы педагогических кадров в художественном образовании. / Н. Г. Ли // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 185-189.
9. Селютина, Л. Ф. Анализ состояния и возможностей сохранения объекта культурного наследия в Повенце / Л. Ф. Селютина, Е. И. Ратькова, А. А. Корнеев // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 1(54). С. 186-195.
10. Мирхасанов, Р. Ф. От «чугунной архитектуры» к металлическому каркасу / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 1 (54). С. 178-185.
11. Мирхасанов, Р. Ф. Композиционная форма в архитектуре конца XIX века: эволюция инженерной мысли / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 2 (55). С. 157-16.
12. Ещин, Д. В. Архитектура деревянных жилых домов г. Пензы конца XIX - начала XX вв. / Д. В. Ещин // Приволжский научный журнал. 2021. № 2 (58). С. 169-175.
13. Кузин, Н. Я. Оценка внешних факторов на несущую способность конструкций гражданских зданий / Н. Я. Кузин, С. Г. Багдоев // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 2. С. 79-82.
14. Мирхасанов, Р. Ф. Использование металлического каркаса как преобладание формы над содержанием в объемно-пространственной композиции / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ». 2023. № 1 (43). С. 61–65.
15. Лызина, А. Г. Эволюция планировки бесстолпного и крестово-купольного типов православного храма XVIII - начала XX века на территории.

# СОЮЗ ИНЖЕНЕРНОЙ КОНСТРУКЦИИ И АРХИТЕКТУРНОЙ ЭСТЕТИКИ: В. Г. ШУХОВ И К. С. МЕЛЬНИКОВ

**Р. Ф. Мирхасанов, старший преподаватель; Л. С. Сабитов, д.т.н., профессор**

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

**И. Н. Гарькин, канд. ист. н., к.т.н.**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

**Х. А. Бенаи, д. арх., профессор; Т. В. Радионов, канд. арх., доцент**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка



*Мирхасанов  
Рустем Фаритович*



*Сабитов  
Линар Салихзанович*



*Гарькин  
Игорь Николаевич*



*Бенаи  
Хафизулла Аминуллович*



*Радионов  
Тимур Валерьевич*

**Аннотация.** Авторы статьи транслируют композиционный анализ проектов нач. XX в. изобретателя, инженера В. Г. Шухова и зодчего К. С. Мельникова, отмечая влияние инженерной конструкции на архитектурную эстетику в эпоху модернизма. Изучение хрестоматийно известных объемно-пространственных композиций рассматривается авторами как анализ объективного развития композиционной формы во времени. Авторы считают, что изучение формальной сферы наследия в русле универсальных композиционных законов и средств, анализ и фиксация в схематической графике образцов мирового уровня позволяет развивать вкус, композиционное видение и мышление. Авторы предполагают, что изучение формальной (композиционной) сферы наследия классиков современности и прошлых эпох позволяет увидеть движение архитектуры как вида изобразительного искусства в лоно дизайна.

Авторы статьи считают, что изучение композиционных построений в продуктах архитектуры позволяет выстраивать путь работы над авторским проектом, избегая ошибок и разочарований. Рассматривается известный архитектурный памятник как композиционный организм, в котором проявляется определенный баланс – соотношение дефиниций «форма» и «содержание». Определяя формальную часть искусственно созданного композиционного организма как закономерность, функциональность, логику, а исторические реминисценции (декор – украшение) делегируя к содержательному компоненту, автор создает объективную оценку архитектурного объекта, отличную от субъективных предпочтений и пристрастий.

**Ключевые слова:** архитектура, объект культурного наследия, направление «историзм», ритм, модульные и метрические членения, культовая архитектура, объемно-пространственная композиция.

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования данной статьи является развитие композиционного видения на основе анализа знаковых архитектурных и инженерных объектов России в русле универсальных законов и средств композиции. Авторы считают, что видение и понимание формальной (композиционной) сферы можно развивать посредством композиционного анализа хрестоматийно известных архитектурных объектов наследия и фиксации данного процесса в графике.

Предмет изысканий – положительное влияние анализа композиции в хрестоматийно известных объектах архитектуры на подготовку студентов – будущих архитекторов, инженеров, дизайнеров, художников.

Целью исследования является экспериментальная проверка возможности использования специальных дополнительных заданий в рамках курса «Пропедевтика», как оптимизирующего средства в специальной подготовке студента ВУЗа архитектурного, инженерного, художественного цикла.

1. Актуальность настоящего исследования обусловлена универсальностью методики, которая легко интегрируется в большинство курсов и предметов архитектурного цикла. Интересующая нас проблема рассматривалась разными учеными и исследователями. В статье «О работе современного архитектора», опубликованной в 1954 г., Вальтер Гropius пишет о разделении архитектуры и инженерии, а также об опасности потери архитектором руководящей роли в строительном «тандеме»: «В давние времена архитектор был «мастером строительного дела», игравшим важную роль во всем техническом процессе того времени. С тех пор как промышленность заняла свое место, значение архитектора в экономике становилось всё меньше. Сегодня архитектор уже не «мастер строительного дела». Гropius пишет, что после ухода из архитекторского ремесла «лучших мастеров», архитектор оказался «совершенно один наедине со своей анахроничной грудой кирпичей, в жалком неведении перед колossalным столкновением с индустриализацией» [8].

О единстве законов и средств композиции, равенстве и единстве как содержательной, так и формальной (композиционной части) составляющей искусственно создаваемой художественной формы высказывались в своих трудах многие практики изобразительного искусства и дизайна, ученые, философы [1].

При обсуждении архитектурно-инженерных проектов XX в. часто возникают споры «нравится – не нравится» и различные по полярности трактовки. Для разрешения данного спора необходимо выполнить оценку объемно-пространственной композиции на основе проведения формального (композиционного) анализа. Выявление аналоговых, «духовых» связей между первоклассными, всемирно известными продуктами инженерной, архитектурной, художественно-дизайнерской мысли, вычленение законов и средств композиции, которые применялись в работе над проектом, позволяет увидеть ход мысли автора над своим творческим продуктом.

Исследователь объемно-пространственной композиции вычленит в хрестоматийно известном источнике не только эпохальные характеристики новизны и признаки современности или, например, исторические реминисценции, но и контраст, модульные, метрические членения вертикальных и горизонтальных ритмов, пластику и пропорции. В результате проведения схематического графического композиционного анализа происходит выявление аналоговых связей всемирно известными продуктами инженерной, архитектурной, художественно-дизайнерской мысли.

Метод. Баланс – соотношение формального (инженерная конструкция) и содержательного (архитектурная эстетика) в творческом продукте является, с нашей точки зрения, объективной оценкой и для продукта плоскостной, и для объекта объемно-пространственной композиции.

Считаем, что анализировать исследуемый объект объемно-пространственной композиции необходимо не отдельно, а в контексте самых значительных архитектурных и инженерных построек изучаемой эпохи. Таким образом, даже первоклассный архитектурный объект в контексте развития композиционной формы, в русле исторического развития зодчества и инженерной мысли, может оказаться ретроградным по своей формальной части.

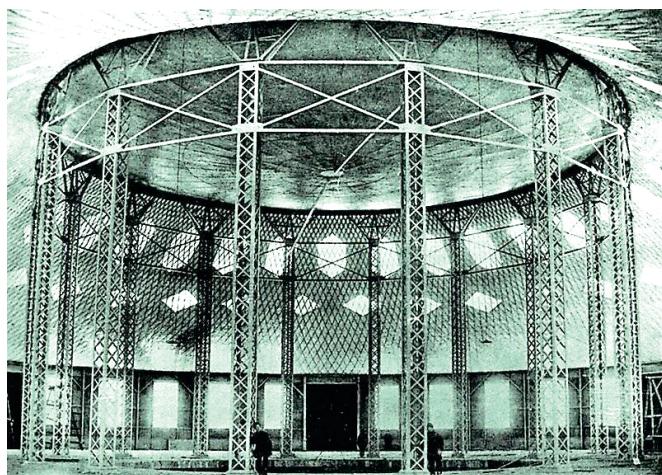
Считаем, что место архитектурно-инженерного объекта в системе мирового развития композиционной формы, в русле зафиксированных законов и средств композиции, соотношения – баланса указанных выше дефиниций нивелируют субъективные и антинаучные суждения «нравится» или «не нравится» [5].

Именно начало XX в. интересует нас как эпоха усиления инженерной конструкции и машинной эстетики в искусственно создаваемом организме союза «инженерия – зодчество». «Господин Ле Корбюзье, вы отвратительный инженер, у вас нет сердца, вы бесчувственны и эстетически слепы», – такова была оценка этого проекта некоторыми лицами». Таким образом, adeptы ремесленной по своим материалам, конструкции и формам архитектуры видели в работах Корбюзье инженерное, конструктивное, формальное начало и воспринимали их негативно [3].

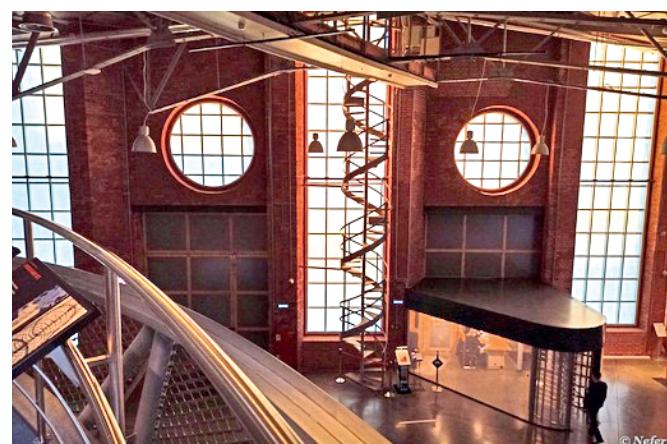
Уже в 1923 г., отмечая успехи конструкторов, машинного искусства, Ле Корбюзье призывал зодчих обратить внимание на продукты инженерии, как источник для формального языка современной архитектуры. Всем известно, что новаторская, авангардная форма в архитектуре Советской России и СССР 20-х гг. XX в. создавалась, питаясь яркими идеями и образами инженерных конструкций и машин. Что стало, позднее, предметом критики продуктов конструктивизма, начиная с 30-х гг. XX в. в СССР.

У нас не вызывает сомнений, что композиционная идея знаменитого на весь мир «дома Мельникова» была навеяна архитектору инженерным шедевром – стальным павильоном – ротондой, созданной Шуховым для Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 года в Нижнем Новгороде. Инженер В. Г. Шухов очень близок своими поисками гению архитектуры В. Г. Мельникову в русле создания

новой современной художественной формы и, зная о их встречах и сотрудничестве, мы убеждаемся в неслучайной близости образного решения, формы и деталей стального павильона – ротонды В. Г. Шухова 1896 г. и дома Мельникова 1927-1928 г. в Кривоарбатском переулке Москвы. Идея насыщенности цилиндрической в плане архитектурной композиции солнечным светом, созвучна движению Земли по орбите вокруг Солнца. Природные мотивы полета собирающих мед насекомых и строительства сот в пчелином улье осознанно или подсознательно сработали в композиционных поисках В. Г. Шухова и К. С. Мельникова.



*Рис. 1. В. Г. Шухов. Павильон-ротонда, построенная в рамках проведения Всероссийской промышленной и художественной выставки 1896 г. Нижний Новгород*



*Рис. 3. Металлические колонны и каркас перекрытий. Бахметьевский гараж. Москва. 1927 г.*



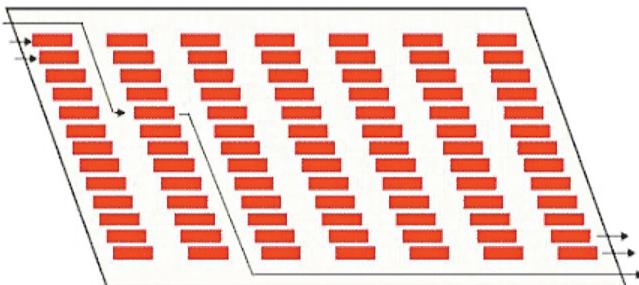
*Рис. 2. К. С. Мельников. «Дом Мельникова». 1927-1929 г. Памятник архитектуры советского авангарда. Кривоарбатский переулок. Москва*

Чугунные мосты XIX в., мощные краны, наземные конструкции угольных шахт, рельсы железных дорог, а затем и стальные балки двутаврового проката на основе их конструкции, войдут в каркасы зданий, локомотивы, морские лайнеры, аэропланы – самолеты, легковые машины, бетонные пластичные формы – станут не только конструкцией, но и новой архитектурной эстетикой эры раннего модернизма.

Считаем, что таким образом классическая архитектура, как вид изобразительного искусства, становилась истинно конструктивным, созидающим искусством, постепенно превращаясь на протяжении XX-XXI вв. во все «поглощающее» и впитывающее в себя, синтетическое искусство дизайна. Радио-башню на Шаболовке, ставшую смысловым, высотным центром архитектурной композиции Москвы, символом дизайна XX в. инженер В. Г. Шухов строил в ужасных условиях голода и нехватки материалов малым числом рабочих, которые были членами одной артели, или как бы сегодня сказали – кооператива. Этот высотный объект был поворотным моментом в истории инженерии и архитектуры, «декор – украшение» которого на 100 % образовывалось конструкцией (функциональностью).

Неудивительно, что создавая проект гаража для стоянки и ремонта автобусов «Leyland», реализованного на практике в 1927 г., архитектор К. С. Мельников обратился к инженеру В. Г. Шухову с просьбой о создании перекрытий, которые понимались инженером как трансформация, современное преломление конструкции сводов древнерусского культового зодчества: «Стальные фермы по моей просьбе были спроектированы лично В. Г. Шуховым. Я, как новатор, был им принят и обласкан большим трогательным вниманием. Владимир Григорьевич усадил меня на диван, а сам

стоит, восьмидесятилетний. Не о гараже, который я ему привез, шла речь о красоте: и с каким жаром объяснялась им игра сомкнутых и разомкнутых сводов русских церквей» [2].



## Melnikov's concept of free-flow garage layout

*Рис. 4. Концепция К. С. Мельникова по логистике заезда-выезда машин в Бахметьевском гараже*

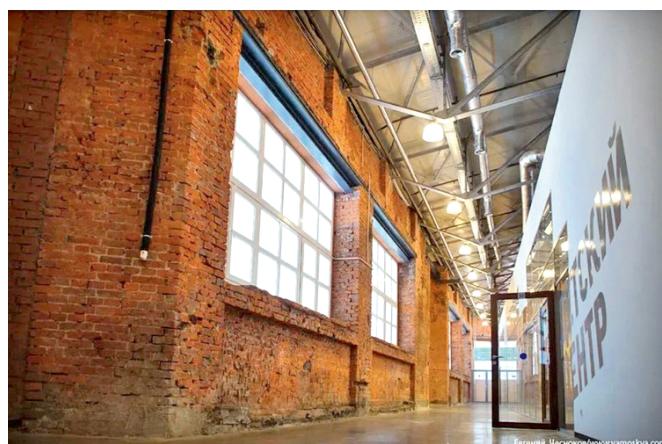
Мельников писал: «Моя система, как психологический натиск, нарушила все существовавшие нормы, сузив отверстие расходования средств и времени на пользование автотранспортом. В плане гараж представляет собой диагональ, эдакий гараж-параллелограмм. Своей формой здание уже задавало правила движения автотранспорта» [3].

Сам Мельников называл это формулой. Мельников подтверждает композиционный закон логистики и перемещений, создавая пространственную композицию объема гаража, в который машина может не только заехать, но и выехать передним ходом, не создавая помех другим машинам. Выезд из гаража происходил через ворота, расположенные на заднем торцевом фасаде. «Бахметьевский гараж» подтвердил композиционный закон современности и новизны, например, внутреннее пространство гаража не имеет перегородок или стен и решается по типу крытого московского Манежа, который в 20-е годы XX в. использовался под гараж правительственные автомобилей. Съемкой своей стройки на фотокамеру, сохранив также свою рентабельность много десятков лет спустя после постройки, игнорируя изменение технических характеристик авто-парка [4, 5].

Фермы, спроектированные В. Г. Шуховым для гаража, базировались на колоннах, которые структурировали пространство здания в виде трех нефов, предназначенных Средневековьем для культовых построек.

На стальных колоннах лежат продольные лёгкие фермы, несущие средние и боковые стропильные фермы, удерживающие кровлю площадью более 8 500 кв. м [6, 7].

Две винтовые лестницы, ведущие на площадки западной и восточной стены, обыгрывают в функциональном и эстетическом плане корабельные мостики.



*Рис. 5. Архитектор: К. С. Мельников;  
Инженер: В. Г. Шухов. Конструкции каркаса  
Бахметьевского гаража*

## Конструкция – композиция – форма:

Примечательно, что все четыре фасада здания имеют разное архитектурное решение. Главный торцевой фасад гаража, обращенный на ул. Образцова, имеет семь ворот для въезда автомашин. Простенки между въездными воротами образно напоминают открытые книги, а также часть плоскости стены над воротами создают вертикальные ритмы, имеют остекление. Главный фасад акцентирован шрифтовой композицией, которая в эпоху модернизма заменяет декор или архитектурные элементы исторических эпох, например, крупные римские цифры над воротами обозначают номера рядов. К надписи «Сторона въездов» при строительстве добавилась шрифтовая композиция «Бахметьевский автобусный парк». Картина на фасаде стены декорирована надписью «Московское коммунальное хозяйство. Гараж построен в 1926-27». Над четырьмя центральными воротами заднего фасада размещаются большие круглые окна, напоминающие иллюминаторы.

1. Свойство композиции «активность движения – динамика»: проявляющееся отражении функциональности объекта:

2. Закон «масштаб и метрические, модульные членения» проявляется в гармонии пропорциональных членений металлических колонн, кирпичных стен, соразмерности площадей остекления и кирпичных стен.

3. Каркас металлический органично соединяется на контрасте с классической многовековой архитектурой с несущими кирзовыми стенами из красного обожженного кирпича.

4. Динамичность композиции создается благодаря композиционному свойству «симметрия – асимметрия», линейно-ритмической организации.

5. Свойство композиции иллюзорная «легкость» и «динамика» возникает у зрителя благодаря пропорциям частей остекления ко всей площади фасадов здания.

6. Смысловой и сюжетный центр композиции, проявляющийся в остеклении фасадов и шрифтовых композициях.

7. «Декор» в виде шрифтовых композиций, круглых окон и модульного членения стеклянных поверхностей.

Результат и дискуссия. Архитектурная композиция, выполненная из кирпича, металлических колонн и перекрытий с форсированием в ее решении иллюзии динамики, благодаря форме плана, акцентированием ритмической организации, с выявлением «внутренней жизни» здания с форсированием и акцентированием роли шрифтовых композиций в качестве орнамента – декора служила для создания новых типов зданий промышленного назначения.

Можно вспомнить в данном контексте, что даже передовые для того времени здания – небоскребы США, строились, базируясь в образном решении на неоготику, постройки Древней Месопотамии и т.д.

Архитектура здания создана с равнозначным балансом содержательной части (декора) искусственно создаваемой композиционной формы и композиционным началом. Достоинства композиции здания

гаража даже в современный период столь велики, что показывает важность взаимодействия инженерной и архитектурной мысли [8, 9].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание плоскостной и объемно-пространственной композиции сопровождается композиционными поисками автора творческого продукта. Огромный интерес для учащегося, студента, исследователя, ученого, профессионала представляет понимание хода композиционной мысли автора всемирно известного творческого продукта. Выполняя мысленно, письменно и в виде схематических рисунков композиционный анализ, мы приходим постепенно к истокам, к идеи, первоначальному замыслу автора.

Особенно интересно это, когда не сохранились эскизы и зарисовки, которые были в самом начале пути работы мастера по созданию образца наследия. Студентами изучаются принципы построения конструкции и объемной формы на основе хрестоматийно известного объекта научной, художественной, архитектурной и инженерной мысли. В процессе работы над объектом студенты учатся абстрагированию мышления, у них формируется образно-пространственное, композиционное мышление, совершенствуются и углубляются знания формальной сферы. Роль изучения формальной сферы Наследия в вертикальном зонировании городской среды в русле объемно-пространственной композиции является важной в свете современных требований профессиональной подготовки архитекторов и дизайнеров.

## ВЫВОД

Установлено, что классическая архитектура, как вид изобразительного искусства, на протяжении XX-XXI вв. превращалась во все «поглощающее» и впитывающее в себя, синтетическое искусство дизайна. Ярко проявился этот процесс в постройках типовых домов, собранных во всем мире из заводских бетонных панелей. И сегодня этот процесс превращения ремесленной архитектуры в машинное искусство дизайна продолжается. Например, это ярко видно в постройках, создаваемых с помощью 3d принтеров [6].

Изучение композиционной сферы мирового Наследия в объектах культового назначения, ставших хрестоматийной классикой архитектуры России, является огромным интересом и вдохновением для исследовательской, научной и творческой работы, и служит для создания собственного авторского учебного и профессионального продукта, нивелируя ошибочные решения благодаря приобретенному опыту. Изучение архитектурного объекта с позиций мысленного расчленения на формальные элементы (композиция, логика, конструкция и т.д.) и содержательные компоненты (рассказ, сюжет, декор, орнамент – украшение, исторические стилевые системы и т. д.) позволяет оценивать их с позиций объективного развития формы в истории искусства. Проведение подобной аналитической работы позволяет создавать собственный авторский продукт, минуя китчевые тенденции, выстраивая положительно прогнозируемый результат.

**Список литературы**

1. Селютина, Л. Ф. Анализ состояния и возможностей сохранения объекта культурного наследия в Повенце / Л. Ф. Селютина, Е. И. Ратькова, А. А. Корнеев // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 1(54). С. 186–195.
2. Васькин, А. А. Шухов. Покоритель пространства. Жизнь замечательных людей. / А. А. Васькин. – М.: Молодая гвардия. – 2018. – 100 с.
3. Мирхасанов, Р. Ф. От «чугунной архитектуры» к металлическому каркасу / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 1(54). С. 178–185.
4. Мирхасанов, Р. Ф. Использование металлического каркаса как преобладание формы над содержанием в объемно – пространственной композиции / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. Астраханский государственный архитектурно-строите-  
тельный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ». 2023. № 1(43). С. 61–65.
5. Пропорциональные соотношения в изобразительном искусстве и дизайне: «Золотое сечение»: учебное пособие. / Р. Ф. Мирхасанов. - М.: Директ – Медиа, 2022. – 212 с.
6. Знать, видеть и понимать современное искусство : учебное пособие. / Р. Ф. Мирхасанов. – Москва: Директ-Медиа, 2023. – 280 с.
7. Лапшина, Е. Г. Динамическая архитектура в пространстве современного города / Е. Г. Лапшина, Я. И. Сухов // Региональная архитектура и строительство. 2020. № 2(43). С. 171-177.
8. Гойкалов, А. Н. Разработка метода оценки качества архитектурно-исторической среды / А. Н. Гойкалов, Т. В. Макарова, А. Ю. Семенихина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 1(39). С. 73-79.
9. Кузин, Н. Я. Оценка внешних факторов на несущую способность конструкций гражданских зданий / Н. Я. Кузин, С. Г. Багдоев // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 2 С. 79-82.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

**А. В. Михайлов, к.т.н., доцент**

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В данной статье была проанализирована методика НСМ 2000 по расчету пропускной способности остановочного пункта. Произведен расчет и обработка результатов пропускной способности остановочного пункта, в котором выяснилось, что пропускная способность остановочного пункта «ул. Марии Ульяновой», расположенного по проспекту Ильича в городе Донецке ниже, чем интенсивность движения маршрутных транспортных средств. Анализ натурных обследований и расчетов пропускной способности определил необходимость совершенствования эффективности и безопасности остановочных пунктов города Донецка путем развития и улучшения инфраструктуры. Анализ остановочных пунктов показал, что расположенный в среднем до 10 м от остановки светофор образует скопление маршрутных транспортных средств. Водители автобусов высаживают своих пассажиров не в специально отведенном для этого месте, а перед светофором, что снижает безопасность дорожного движения. Доказано, что для работы остановочных пунктов без дополнительных очередей и простоев маршрутных транспортных средств необходимо снижать интенсивность их движения в среднем на 30-40 % в зависимости от пропускной способности.

**Ключевые слова:** пропускная способность остановочных пунктов, маршрутные транспортные средства, городской пассажирский транспорт.



**Михайлов  
Александр Владимирович**

В жизни любого города России городской пассажирский транспорт (ГПТ) играет, несомненно, большую роль. Современный динамично меняющийся мир предъявляет все больше требований к системе ГПТ, нуждающейся в постоянном совершенствовании для качественной работы, которая является одним из определяющих показателей комфортной жизни населения.

Современные тенденции развития городов, их архитектурных и планировочных решений требуют современных методик расчета, обосновывающих расположение и геометрические параметры основных узлов и участков улично-дорожной сети (УДС) [6]. Особое внимание привлекают участки, ограничивающие пропускную способность транспортных и пешеходных потоков. Среди таких участков наиболее значимыми остаются различного рода пересечения и остановочные пункты ГПТ.

В Транспортной Стратегии РФ до 2030 г. [8] одной из задач развития транспортной системы России является увеличение пропускной способности (ПС) и скоростных параметров транспортной инфраструктуры. Важным её элементом являются остановочные пункты (ОП) автобусного ГПТ, которые влияют на ПС дорог и безопасность дорожного движения. Их месторасположение, состояние и качество функционирования в большой степени определяют удовлетворенность жителей города работой общественного транспорта.

Поэтому повышение эффективности работы городского пассажирского транспорта является актуальной задачей. Одним из направлений совершенствования работы ГПТ является повышение эффективности функционирования остановочных пунктов [10, 11, 12].

Основным показателем работы остановочных пунктов является пропускная способность, которая в значительной степени зависит от времени обслуживания маршрутных транспортных средств (МТС), складывающегося из времени подъезда МТС к ОП, времени, затрачиваемого на высадку и посадку пассажиров, и времени отъезда от ОП.

В этой связи к ОП, их параметрам и обустройству предъявляются серьезные требования, так как недостаточная ПС последних является одним из факторов, способных ограничить провозную способность ГПТ.

В то время как расположение остановок в значительной степени определяет, как автобусы подходят к остановкам и взаимодействуют с транспортным потоком,

# ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

физическая конфигурация остановок влияет на то, как пассажиры взаимодействуют с транспортной системой. Остановки общественного транспорта играют важную роль в головоломке городских улиц и могут использоваться не только для обеспечения удобного и доступного общественного транспорта, но и для организации транспортных взаимодействий и управления движением на обочинах.

Улучшение уличных транспортных остановок решает двойную задачу: сделать общественный транспорт более привлекательным и выделить бренд города, одновременно обеспечивая огромные преимущества доступности и производительности. Остановки часто находятся там, где существующие и потенциальные пассажиры впервые взаимодействуют с транспортной службой; остановки предоставляют важную информацию и определяют уровень комфорта и удовлетворенности пассажиров услугами общественного транспорта.

Остановки можно модернизировать с помощью временных проектных мер, но включение высококачественного дизайна и благоустройства остановок в капитальные проекты может увеличить пропускную способность пешеходов и сделать транзитные улицы привлекательным местом в городской среде. Создание простого, разборчивого и приятного интерфейса на транзитной остановке повышает пропускную способность всей системы и может помочь превратить транзит из базовой услуги покрытия в желаемый вариант мобильности.

Автором был проведен эксперимент по оценке пропускной способности остановки в пиковый период весной 2023 года в течение одного часа (с 16:30 – 17:30) на остановочном пункте «ул. Марии Ульяновой» по проспекту Ильича г. Донецка. Эксперимент носит пассивный характер (т.е. провели регистрацию прибытия и убытия ПС).

На рисунке 1 показано месторасположение остановки в структуре города.

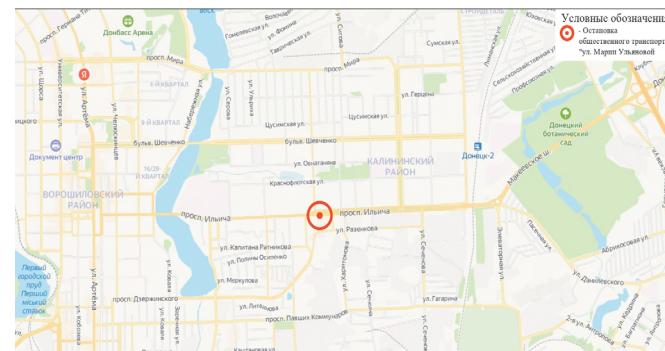


Рис. 1. Схема расположения остановочного пункта в структуре Калининского района г. Донецка

Через рассматриваемую остановку проходит множество маршрутов автобусов средней вместимости и троллейбусов. Номера маршрутов и их интервал движения приведены в таблице 1.

На рисунке 2 представлены направления движения ГПТ к исследуемой остановке по ул. Карпинского (маршруты 111, 24 б), ул. Марии Ульяновой (маршруты 70, 107, 107 д) и проспекту Ильича (включает все остальные маршруты из таблицы 1, в т.ч. троллейбусы).

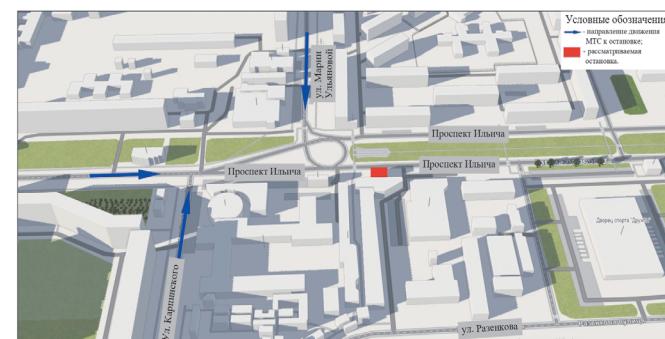


Рис. 2. Направления движения автобусов к исследуемой остановке

Таблица 1.

Перечень маршрутов, которые проходят через остановку «ул. Марии Ульяновой»

№ маршрута	Номер маршрута	Интервал движения, мин.
<b>Автобусы</b>		
4	ДС «Центр» – пр-т. Ильича – пр-т. Мира	9-18
11	ДС «Центр» – пр-т. Ильича – ДС «мкр-н Восточный»	5-10
24	ДС «Крытый рынок» – пр-т. Ильича – АС «Червоногвардейская»	15-30
24-б	ДС «Центр» – пр-т. Дзержинского – пр-т. Ильича – АС «Червоногвардейская»	5-10
28	ДС «Буденновская» – ДС «Крытый рынок»	7-14
46	ДС «ул. Б. Магистральная» – ДС «Крытый рынок»	6-12
46-б	ДС «ул. Б. Магистральная» – ДС «Ж/д Вокзал»	15-30
70	ДС «ул. Щетинина» – ул. М. Ульяновой – маг. Изумруд – ДС «Ж/д Вокзал»	8-16
121	АВ «Макеевка» – ДС «Крытый рынок»	10
111	ДС «Плехановская» – АВ «Южный»	15
107д	ДС «Даки» – ДС «Крытый рынок»	30
107	«АС № 2 (ул. Бабарина)» – ДС «Крытый рынок»	30
102	АС Червоногвардейская – ул. Марии Ульяновой	30
<b>Троллейбусы</b>		
7	Ул. Горького – к-тр Космос	7-20
11	Ул. Горького – мкр-н Восточный	6-22
Интенсивность маршрутных транспортных средств равна $N_{MTS} = 62$ ед/ч		

Остановочный пункт представляет собой здание с помещениями для частных предпринимателей. В здании имеется ларек для сигарет, продуктовый магазин и пекарня «Грузинский лаваш». Остановка расположена рядом с городским рынком ДП «Рынок Республиканский» № 2/2, что является местом притяжения различных групп населения.

Автором был проведен опрос жителей города вблизи остановочного пункта. Было опрошено 150 респондентов. По результатам опроса было определено среднее время, затраченное на ожидание общественного транспорта по видам (рисунок 3).

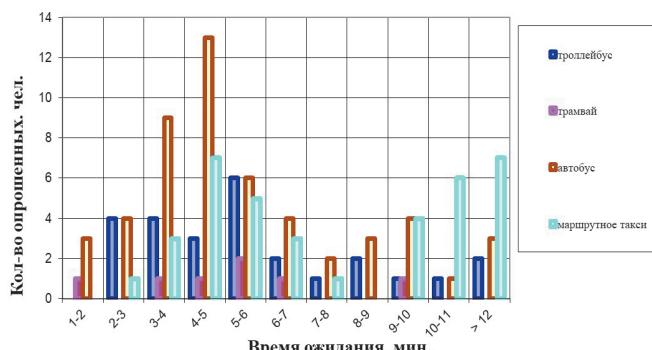


Рис. 3. Время ожидания общественного транспорта, мин

Из рисунка 3 видно, что среднее время ожидания общественного транспорта, затрачиваемое для большинства опрошенных, составляет в пределах от 4 до 6 мин.

Несмотря на хорошие показатели времени ожидания транспорта по результатам опроса, на остановочном пункте имеются значительные нарушения с посадкой и высадкой пассажиров. На рисунке 4 показана фотофиксация остановочного пункта во время осуществления посадки и высадки пассажиров.

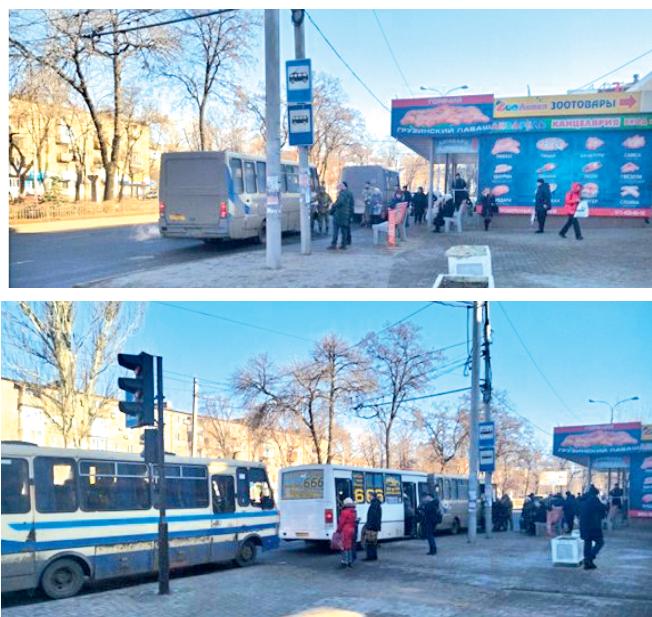


Рис. 4. Осуществление посадки и высадки пассажиров на остановке «ул. Марии Ульяновой»

Представим и проанализируем фотографии из рисунка 4 в виде схемы, представленной на рисунке 5.

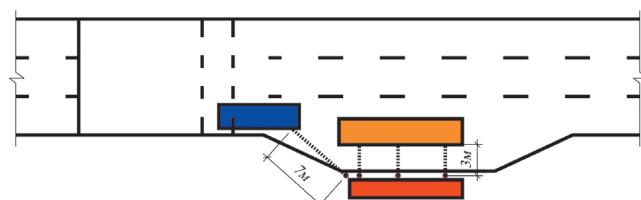


Рис. 5. Схема остановки маршрутных транспортных средств в «час пик»

Из схемы рисунка 5 видно, что организация движения маршрутных транспортных средств не скординирована, поэтому на данной остановке частое явление – скопление автобусов, а высадка и посадка пассажиров (3-4 в ряду автобус), происходит не в самом кармане. Из-за такой ситуации посадка для некоторых пассажиров смещается до 15 м, что образовывает хаотичное движение ожидающих пассажиров на остановке. Им приходится выходить из укрытия остановки и стоять в ожидании транспорта вблизи наземного перехода. Довольно часто водители идут на нарушение ПДД и останавливаются в неподложенном месте, перекрывая пешеходный переход (см. рисунок 5).

Данная остановка также является конечной для маршрута 102 (см. таблицу 1). Интервал между рейсами до 30 мин., но из-за того что время простоя автобуса на остановке составляет до 10 мин., при этом занимается часть кармана, происходит дополнительный затор на данной полосе в данный период. Вследствие этого водители других ТС заезжают не полностью в карман, чтобы уменьшить время на маневр при выезде.

Через данную остановку кроме автобусов проезжают и троллейбусы. По наблюдениям автора водители троллейбусов не нарушают правил ПДД и стараются заехать в карман, но иногда также стараются остановиться частично на полосе (рисунок 6) из-за возможного впереди стоящего маршрута.



#### Условные обозначения

- - остановка общественного транспорта;
- - троллейбус;
- - автобус (Богдан);
- - пассажир на остановке;
- - движение пассажира к ГПТ.

Рис. 6. Схема остановки троллейбуса и движущегося за ним автобуса

На рисунке 6 показаны расстояния, которое преодолевает пассажир от места ожидания на остановки до ГПТ. Так как рассматриваемая остановка расположена возле рынка и посещают его также пожилые люди, то можно говорить о том, что посадка пассажиров в ГПТ для такой группы населения совершенно не приспособлена. Маломобильной группе населения приходится опускаться с уровня остановки на уровень дороги (15 см) и пройти до места посадки несколько метров. Высота первой ступеньки от уровня дороги может достигать до 30 см. Все перечисленные факторы увеличивают время посадки пассажиров и время простоя ГПТ на остановке.

При составлении рекомендаций по улучшению транспортной ситуации в данном районе автором также предлагается проанализировать близлежащие остановки (рисунок 7).

Из рисунка 7 видно, что остановки, непосредственно расположаемые на ул. Марии Ульяновой (1) и остановка на ул. Карпинского (2), не имеют карманов для заезда автобусов, при одной полосе движения, что затрудняет процесс маневрирования и создает зону конфликтных точек. Остановка по ул. Карпинского (см. рисунок 7-2) вообще ничем не оборудована, кроме установленного знака автобусной остановки. При реконструкции остановки на проспекте Ильича необходимо также провести качественные изменения на близлежащих остановках.

На основании исследований в Нижнем Новгороде, проведенных А. В. Липенковым, были выявлены однотипные факторы, предположительно влияющие на время простоя в ожидании МТС на остановочных пунктах [5].

Автором предлагается провести анализ пропускной способности остановочного пункта с помощью методики Highway Capacity Manual 2000 [9], которая позволит дать полную картину уровня обслуживания рассматриваемого объекта.



*Рис. 7. Схема расположения остановок вблизи рассматриваемой остановки*

Пропускную способность при прочих равных условиях определяет сумма времени освобождения ОП и времени обслуживания пассажиров, т.е. время нахождения ТС на ОП. Время освобождения зависит от класса ТС и интенсивности движения на крайней правой полосе. На время обслуживания влияют пассажирообмен и интенсивность движения ГПТ, которые характеризуют удельный пассажирообмен ОП.

Согласно исследованиям, проведенным по проспекту Ильича в г. Донецке на остановке «ул. Марии Ульяновой», удалось собрать статистические данные, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2.

**Данные натурных обследований**

N п/п	Обозначение показателя	Расшифровка показателя	Значение
1	N	Интенсивность общего потока на крайней правой полосе, ед./ч	375
2	Q	Номинальная вместимость транспортного средства, пасс.	50
3	g	Длительность горения зеленого сигнала для движения, с;	60
4	c	Длительность цикла регулирования, с;	123
5	P	Общий пассажирооборот остановочного пункта, пасс/ч (сумма входящих и выходящих потоков)	780
6	$N_{ГПТ}$	Интенсивность городского пассажирского транспорта, ед./ч	62

При обследовании на рассматриваемой остановке были зафиксированы 2 лавочки под навесом и 2 лавочки вне навеса. Суммарная вместимость 10 чел. Проанализировав данные посадочные места, выявили, что в основном пользуются лавочками под навесом. Среднее число занятых мест 5.

Расчет пропускной способности остановочного пункта предлагается проводить по формуле [9]:

$$B_S = N_{eb} \cdot B_{bb} = N_{eb} \cdot \frac{3600 \cdot (g/c)}{t_c + \left(\frac{g}{c}\right) \cdot t_d + z_a \cdot c_v \cdot t_d}$$

где  $B_S$  – пропускная способность остановочного пункта, ед./ч;

$B_{bb}$  – максимальное количество автобусов на машино-место в час, ед./ч;

$N_{eb}$  – эффективное число мест на остановочном пункте;

$g$  – длительность горения зеленого сигнала для движения, с;

$c$  – длительность цикла регулирования, с;

$t_c$  – время освобождения (выезда из) остановочного пункта, с;

$z_a$  – коэффициент, учитывающий возможность отказа автобусу в обслуживании;

$t_d$  – время обслуживания пассажиров на остановочном пункте, с;

$c_v$  – коэффициент вариации времени обслуживания пассажиров на остановочном пункте.

В соответствии с данными исследований [1, 2] принимаем значение  $N_{eb}$  для остановки с карманом, которое составит  $N_{eb} = 0,50$ .

Рассчитаем время, затрачиваемое на убытие с ОП по формуле:

$$\begin{aligned} t_c &= 0,003 \cdot N + 0,056 \cdot Q + 6,53 \cdot i = \\ &= 0,003 \cdot 375 + 0,056 \cdot 50 + 6,53 \cdot 0,452 = 6,88 \text{ с} \end{aligned}$$

где  $N$  – интенсивность общего потока на крайней правой полосе, ед./ч;

$Q$  – номинальная вместимость транспортного средства, пасс.;

$i$  – фактор, учитывающий факт совершения или не совершения маневра по обгону впереди стоящего транспортного средства. По данным исследований [3] принимаем  $-i = 0,452$ .

Для определения времени обслуживания пассажиров на ОП необходимо рассчитать удельный пассажирооборот проходящего через него по формуле:

$$p = \frac{P}{N_{ПГТ}} = \frac{780}{62} = 13 \text{ пасс/ед.,}$$

где  $p$  – среднее число выходящих и входящих пассажиров на одно транспортное средство – удельный пассажирооборот, пасс/ед.;

$N_{ПГТ}$  – интенсивность городского пассажирского транспорта, ед./ч;

$P$  – общий пассажирооборот остановочного пункта, пасс/ч.

Применим уравнение регрессии для средних по размеру транспортных средств с двумя дверьми, тогда время обслуживания пассажиров на остановочном пункте составит:

$$t_d = B_0 + B_1 \cdot X_1 = 8,84 + 2,2 \cdot p = 8,84 + 2,2 \cdot 13 = 37,44 \text{ с.}$$

Рассматриваемая остановка расположена в центральной зоне города возле места тяготения, тогда по источнику [9] принимаем вероятность отказа в пределах 10 %, тогда коэффициент, учитывающий возможность отказа автобусу в обслуживании, по таблице 3.4 принимаем равным  $z_a = 1,28$ .

Коэффициент вариации времени обслуживания пассажиров принимаем равным  $c_v = 0,54$ .

Получив все необходимые значения можно перейти к расчету пропускной способности остановочного пункта по формуле 1:

$$B_S = 0,5 \cdot \frac{3600 \cdot \left(\frac{60}{123}\right)}{6,88 + \left(\frac{60}{123}\right) \cdot 37,44 + 1,28 \cdot 0,54 \cdot 37,44} = 17,2 \approx 18 \text{ ед./ч}$$

Все результаты расчета пропускной способности остановочного пункта «ул. Марии Ульяновой» методом HCM 2000 представлены в таблице 3.

Таблица 3.

**Расчет пропускной способности остановочного пункта «ул. Марии Ульяновой» (г. Донецк, проспект Ильича) методом HCM 2000 [9].**

Параметр	Значение	Ед. изм.
$B_S$	18	ед./ч
$N_{eb}$	50	%
$t_c$	6,88	сек.
$t_d$	37,44	сек.
$z_a$	1,28	-

Проведем анализ условия по сравнению результатов ПС по выбранной методике с интенсивностью движения МТС по формуле:

$$\begin{aligned} B_S &> N_{MTS}, \\ 18 &< 62 \end{aligned}$$

В данном случае ПС остановочного пункта «ул. Марии Ульяновой» ниже, чем интенсивность движения МТС, что не соответствует требованиям.

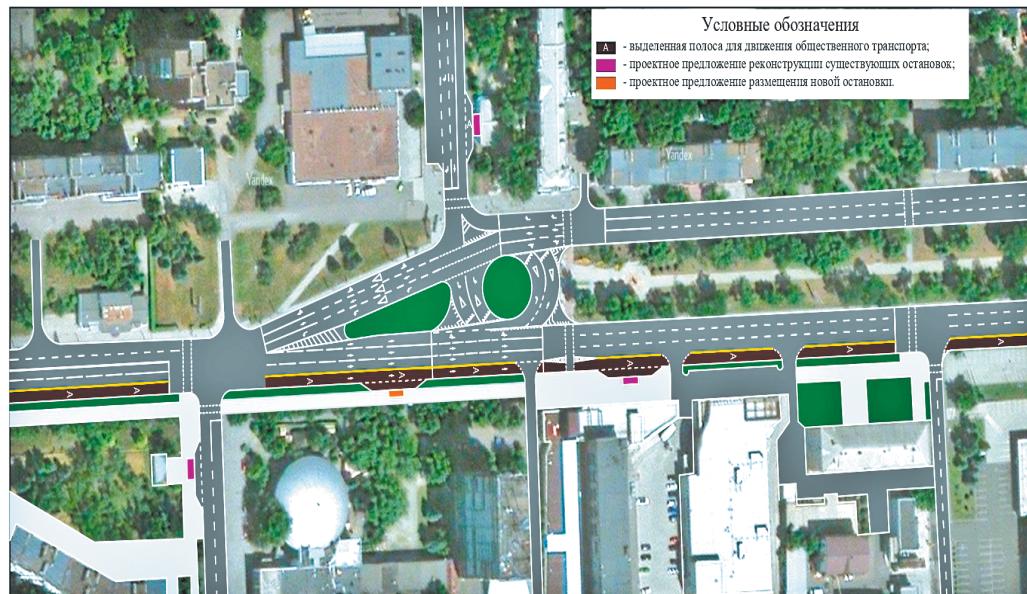
Исходя из результатов можно сделать вывод о том, что пропускная способность данного ОП не соответствует настоящему уровню загрузки улично-дорожной сети.

На основании анализа результатов исследования и полученных параметров автором предлагаются рекомендации по улучшению и повышению эффективности ОП на данном транспортном узле (рисунок 8).

Для решения проблем на данном участке дороги предлагаются такие меры по улучшению дорожной ситуации:

1. Создание отдельной полосы движения для городского общественного транспорта по проспекту Ильича.

2. Замена существующей остановки на компактную остановку, обеспечив визуальное расширение пространства. Обеспечить частных предпринимателей помещениями в соседнем здании рынка. В соответствии с требованиями стандарта комплексного развития территорий [4] предлагается создание из светопрозрачных конструкций остановки для общественного транспорта (см. рисунок 9).



*Рис. 8. Проектное предложение повышения пропускной способности остановочных пунктов*



*Рис. 9. Остановочный павильон*

(5)

3. Разнесение остановочных пунктов. Предлагается организовать вторую остановку на территории нефункционирующей парковки ресторана «Дом Синоптиков».

4. Применение операции skip-stop (организация движения, при которой два маршрута следуют по одному пути, но один из них проходит без остановки на одних ОП, а другой на других – время в пути, по сравнению с обычным маршрутом со всеми остановками, меньше).

5. Внедрение остановочных карманов, чтобы посадка-высадка осуществлялась вне линии (так же предотвращение осуществления посадки-высадки во втором ряду).

6. Для улучшения общей ситуации рекомендуется организация карманов на остановках улиц Карпинского и Марии Ульяновой.

7. При оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций рекомендуется рассмотрение вопроса о внедрении интероперабельной системы оплаты проезда на пассажирском транспорте.

При оптимизации систем транспортного обслуживания г. Донецка в качестве ключевого мероприятия рекомендуется рассматривать создание и функционирование Единого центра [7].

Таким образом, пропускная способность линий городского пассажирского транспорта г. Донецка во многом ограничивается пропускной способностью остановочных пунктов, на которую существенное влияние оказывают параметры случайных процессов поступления транспортных средств и времени посадки (высадки) пассажиров.

Органы городского транспортного планирования могли бы извлечь большую пользу из стратегий и политики, реализуемых в других странах мира, поскольку на основе результатов они могли бы определить наилучшую практику и адаптировать ее к потребностям своего города. Однако в настоящее время каждый город стремится быть автономным и действовать в ответ на собственное политическое давление, что очень затрудняет построение картины того, как транспортная политика используется для представления решений, масштабов развертывания и сравнительной эффективности этого развертывания. В нескольких случаях города просто следуют практике, сложившейся в стране, в которой они находятся, не задумываясь о том, подходит ли эта практика для их собственных конкретных потребностей, и поэтому часто сталкиваются с неубедительными результатами. Разработка общей системы оценки может помочь в преодолении этой проблемы.

## Список литературы

1. Гудков, В. А. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, А. С. Ширяев // Под ред. Гудкова В. А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.: ил.
2. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов. / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин – М.: Высш. Школа, 1980. – 535 с. ил.
3. Зедгенизов, А. В. Повышение эффективности дорожного движения на остановочных пунктах городского пассажирского транспорта: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Зедгенизов Антон Викторович. – Иркутск, 2008–20 с.
4. Каталог элементов и узлов открытых пространств. Стандарт комплексного развития территорий. По заказу Фонда единого института развития в жилищной сфере. Strelka KB. Редакция от 18 марта 2019 г – 444 с.
5. Липенков, А. В. Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта на основе управления пропускной способностью остановочных пунктов: дис.. канд. техн. наук: 05.22.10 / Липенков Александр Владимирович – Нижний Новгород, ФГБОУ ВПО НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2015. -154 с.
6. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
7. Приказ от 30 декабря 2021 г. N 482 Об утверждении методических рекомендаций по оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций, а также внедрению цифровых технологий оплаты проезда и мониторинга транспортного обслуживания населения. Министерство транспорта Российской Федерации – 15с.
8. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р. Минтранс РФ, 2008. – Режим доступа: <http://rosavtodor.ru/information.php?id=198> (дата обращения 20.08.2023)
9. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000, – 1134 р.
10. National Association of City Transportation Officials – Режим доступа: <https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/streets/street-design-principles/phases-of-transformation/> (дата обращения 16.08.2023).
11. Part 38—Accessibility Specifications for Transportation Vehicles. ADA Accessibility Specifications. Federal Transit Adminstration, Washington, DC: 2007 – Режим доступа: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2011-title49-vol1/pdf/CFR-2011-title49-vol1-part38.pdf> (дата обращения 01.08.2023).
12. SEPTA Bus Stop Design Guidelines. Delaware Valley Regional Planning Commission, Philadelphia (2012) – Режим доступа: [https://nacto.org/wp-content/uploads/2016/05/1-7\\_SEPTA-DVRPC-Bus-Stop-Design-Guidelines\\_2012.pdf](https://nacto.org/wp-content/uploads/2016/05/1-7_SEPTA-DVRPC-Bus-Stop-Design-Guidelines_2012.pdf) (дата обращения 15.08.2023).

# ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС

Н. В. Савенков; Н. В. Сергеев

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В статье выполнен обзор особенностей конструкции, применения и регулирования турбокомпрессоров автомобильных ДВС. Установка турбокомпрессора на автомобильном ДВС позволяет не только увеличить удельную мощность, но и существенно улучшить экономичность и экологичность двигателя за счет повышения эффективности сгорания топлива. Были рассмотрены существующие типы турбокомпрессоров. Также, в качестве примера, в статье выполнен обзор перспективных конструкций турбокомпрессоров производства фирмы BorgWarner, предназначенных для установки на бензиновые и дизельные ДВС. Детали агрегатов работают при высоких относительных скоростях вращения в условиях высоких температур и скоростей газов. В частности, при работе двигателя и после его останова турбина подвергается действию высоких температур, поэтому к материалам рабочего колеса и корпуса предъявляются высокие требования по физико-механическим свойствам.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, турбокомпрессор, отработавшие газы, максимальная мощность, крутящий момент.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Конструкция и основные функции турбокомпрессора (ТК) не претерпели принципиальных изменений с момента его изобретения швейцарским инженером Альфредом Бюхи, предложившим принцип турбонаддува в 1905 году [1].

Турбокомпрессор, как и следует из его названия, состоит из турбины и компрессора, соединенных общим валом. Турбина, приводимая в действие отработавшими газами (ОГ), передает энергию вращения на компрессор.

В конструкции автомобильных ДВС наиболее распространены центробежные компрессоры (рис. 1а) с радиально-осевыми (центро斯特ремительными) или осевыми газовыми турбинами (рис. 1б), которые являются основой большинства современных ТК.



Савенков  
Никита Владимирович



Сергеев  
Никита Витальевич

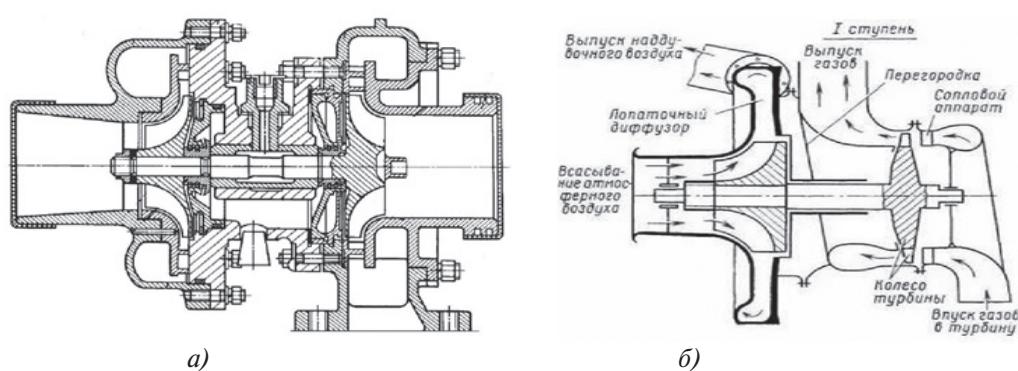


Рис. 1. Схемы турбокомпрессоров с радиальной центро斯特ремительной (а) и осевой (б) газовыми турбинами

В настоящее время турбокомпрессоры для автомобильных двигателей выпускаются многими зарубежными производителями. Один из крупнейших производителей – фирма Garrett (подразделение концерна Honeywell).

Преимущество применения турбонаддува на дизелях обусловлено возможностью увеличения их литровой мощности до уровня бензиновых двигателей. При этом дизели с наддувом развивают больший крутящий момент, что способствует

улучшению разгонной динамики автомобиля и позволяет реже переключать передачи. Существует устаревшее представление об относительно худших предельно реализуемых величинах ускорений автомобиля с дизельным ДВС и его повышенной дымности [2]. Отчасти это связано с применявшимися ранее двигателями без наддува, топливные насосы высокого давления (ТНВД) которых подавали топливо под относительно низким давлением, а его дозирование осуществлялось с помощью механических средств. Современные дизели оснащаются аккумуляторными топливными системами (в частности, системой «Common Rail» фирмы Bosch). Эти системы обеспечивают впрыск топлива под давлением до 2 000 бар, подача топлива производится несколькими порциями, реализуется многостадийный впрыск – сначала впрыскивается небольшая предварительная доза топлива, а после ее сгорания подается основная доза, которая воспламеняется практически без задержки, называемой периодом индукции. В результате давление в цилиндре повышается относительно плавно, а характерный для дизеля шум мало отличается от шума бензинового двигателя.

Применение наддува на бензиновых двигателях ограничено возможностью возникновения детонации, поэтому приходится вводить средства противодействия, из которых наиболее часто применяются снижение степени сжатия, охлаждение наддувочного воздуха и охлаждение смеси при испарении бензина, впрыскиваемого непосредственно в цилиндры двигателя. В таблице 1 приведены основные показатели трех близких по мощности 4-цилиндровых двигателей, устанавливаемых на серийные автомобили VW Passat.

### **ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ**

Турбокомпрессоры можно условно разделить на следующие типы: одиночный нерегулируемый

турбокомпрессор; регулируемый турбокомпрессор (с помощью управляемого байпасного канала или регулируемого соплового аппарата); система с несколькими турбокомпрессорами, параллельный наддув (например, технология «Twin-Turbo»).

### **ОДИНОЧНЫЙ НЕРЕГУЛИРУЕМЫЙ ТУРБОКОМПРЕССОР**

Данный тип турбокомпрессора (рис. 2) обладает определенными преимуществами перед остальными типами турбокомпрессоров, такими как простота конструкции, а вследствие этого – надежность агрегата и более низкая стоимость. Одиночный турбокомпрессор имеет также ряд недостатков: наличие «турбоямы» – это задержка увеличения мощности двигателя (недостаточная приемистость), которая имеет место при увеличении нагрузки на ДВС, который работает с относительно низкой частотой вращения коленчатого вала. К недостаткам относится также меньшая мощность на отдельных режимах работы ДВС по отношению к другим типам агрегатов турбонаддува [3].

### **ТУРБОКОМПРЕССОР С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ СОПЛОВОГО АППАРАТА**

Повышенный запас крутящего момента двигателей с турбонаддувом достигается регулированием давления газов перед турбиной путем их перепуска через байпасный канал или изменением геометрии соплового аппарата. В последнем случае применяется обычно венец с поворотными лопатками. Следует отметить, что регулирование турбокомпрессора перепуском части газов в обход турбины приводит к определенным потерям их энергии и соответствующему снижению эффективности всей системы наддува.

Таблица 1.

**Параметры двигателей автомобиля VW Passat**

Показатели	Модель двигателя		
	2,0 FSI	1,8 TSI	2,0 TDI
Тип двигателя	С непосредственным впрыском бензина, без наддува	С непосредственным впрыском бензина и турбонаддувом	Дизель с системой Common Rail и турбонаддувом
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	1 984	1 798	1 968
Максимальная мощность, л. с., при частоте вращения, об/мин	150/6 000	160/5 000	170/4 200
Максимальный крутящий момент, Нм, при частоте вращения, об/мин	200/3 500	250/1 500-2 400	350/1 750-2 500
Средний расход топлива автомобиля л/100 км, л (в городском цикле)	8,7	7,6	5,8
Время разгона автомобиля до 100 км/ч, с	9,9	8,6	8,6
Максимальная скорость автомобиля, км/ч	209	222	223
Выбросы углекислого газа, г/км (в городском цикле)	208	180	153



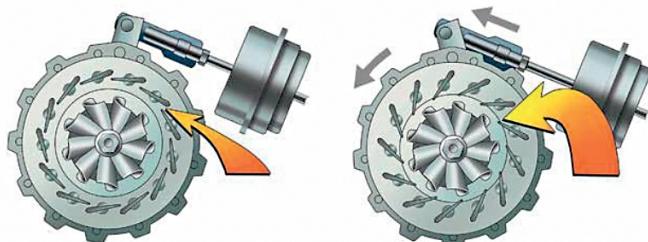
*Рис. 2. Одиночный турбокомпрессор*

### **БАЙПАСНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НА ТУРБИННОЙ СТОРОНЕ**

Установка байпасного клапана в турбинной части ТК – самый простой способ ограничения давления наддува. Геометрические параметры турбины выбирают таким образом, чтобы обеспечить требуемую характеристику крутящего момента при относительно невысокой частоте вращения коленчатого вала, необходимую для достижения заданных динамических показателей автомобиля [1]. При таком подходе к выбору конструктивных параметров ТК, по достижению максимального крутящего момента ДВС, на турбину уже начинает поступать избыточное количество отработавших газов. Таким образом, как только номинальное давление наддува достигнуто, избыток отработавших газов направляется по байпасному каналу в обход турбинного колеса. Управляющий клапан (анг. Wastegate), который открывает и закрывает байпасный канал, обычно приводится в действие пневматической камерой с подпружиненной диафрагмой, приводимой в движение давлением наддува. Так, по мере дальнейшего увеличения частоты вращения коленчатого вала двигателя, давление наддува остается на постоянном уровне. Рассмотренное решение регулируемой системы турбонаддува является достаточно экономичным в производственном отношении.

### **ИЗМЕНЯЕМАЯ ГЕОМЕТРИЯ СОПЛОВОГО АППАРАТА ТУРБИНЫ**

Байпасные системы регулирования управляют мощностью турбины, направляя часть отработавших газов (ОГ) в обход нее. Таким образом, «дармовая» энергия газов используется не полностью. Турбины с изменяемой геометрией (рис. 3) позволяют варьировать сечение проточной части турбины в зависимости от режима работы двигателя. Это дает возможность повысить долю утилизированной энергии ОГ за счет обеспечения более рациональной формы канала, по которому ОГ попадают на турбинное колесо, для заданного нагрузочно-скоростного режима двигателя. Как результат, эффективность ТК и, соответственно, двигателя выше тех показателей, которые достигаются при байпасном регулировании.



*Рис. 3. Турбокомпрессор, оснащенный сопловым аппаратом с изменяемой геометрией*

В настоящее время турбины с регулируемым сопловым аппаратом (PCA) и имеющие подвижные направляющие лопатки (VNT, VTG, VGT) являются наиболее передовым решением для современных легковых автомобилей с дизельным ДВС. В результате непрерывной адаптации проходного сечения турбинного канала к нагрузочно-скоростному режиму двигателя сокращаются потребление топлива, а также выбросы вредных веществ. Относительно высокий крутящий момент создается уже при сравнительно невысокой частоте вращения коленчатого вала. Это в сочетании с рациональным алгоритмом управления сопловым аппаратом турбины обеспечивает существенное улучшение тягово-скоростных свойств автомобиля.

Современные конструкции имеют преимущественно пневмомеханический привод поворота лопаток, представляющий вакуумно-регулируемую камеру и пропорциональный клапан с электронным управлением. Очевидно, что в будущем все чаще будут применяться электромеханические приводы с положительной обратной связью, позволяющие реализовать точное и чрезвычайно гибкое управление давлением наддува.

### **СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО НАДДУВА**

Данная система включает в себя турбокомпрессоры, которые работают одновременно, т.е. параллельно друг с другом (рис. 4). В настоящее время такая система (например, «TwinTurbo») в основном устанавливается на двигателях, к которым предъявляются требования по обеспечению высокой удельной мощности. Система «TwinTurbo» обеспечивает высокую производительность в широком диапазоне режимов. Такая система позволяет получить увеличение мощности при относительно небольших размерах и, соответственно, габаритах двигателя.

### **ТУРБОКОМПРЕССОРЫ ФИРМЫ *BORGWARNER***

Следуя современным тенденциям совершенствования автомобильных двигателей, фирма Honeywell разработала несколько конструкций малоразмерных компрессоров, в том числе для устанавливаемого на индийском автомобиле Tata Nano 2-цилиндрового двигателя рабочим объемом 0,8 л. Фирма BorgWarner производит малоразмерные турбокомпрессоры как для дизелей, так и для бензиновых двигателей. Кор-

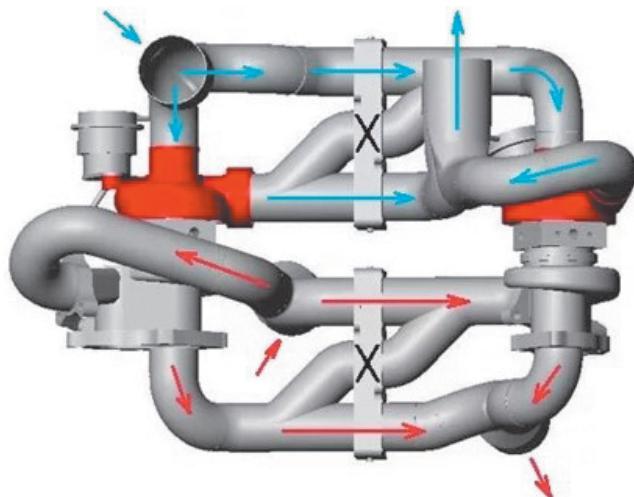


Рис. 4. Система параллельного наддува

пуса турбин этих ТК изготавливаются из специальной жаростойкой стали, а в средних корпусах с установленными в них подшипниками ротора предусмотрены полости, подключаемые к системе охлаждения двигателя. Фирма выпускает также ТК с корпусами, изготовленными штамповкой из листовой стали. Чтобы сократить время прогрева нейтрализатора, корпус турбины выполняют интегрированным с выпускным коллектором – в виде единой детали. В некоторых случаях применяются коллекторы и корпуса турбин с тепловыми экранами. Для дизелей мощностью от 50 до 130 л.с. изготавливаются турбокомпрессоры моделей KP31–K03 (Рис. 5а), для дизелей мощностью от 80 до 250 л.с. предназначены турбокомпрессоры моделей BV35–BV50. Регулирование агрегатов осуществляется с помощью перепускного клапана, оснащенного пневмомеханическим или электромеханическим приводом.

Некоторые из рассматриваемых ТК имеют охлаждаемый корпус подшипников, включаемый в контур системы охлаждения двигателя. Для дизелей мощностью от 130 до 350 л.с. фирма BorgWarner предлагает системы двухступенчатого наддува R2S с регулируемым перепуском газов между турбинами высокого и низкого давления (Рис. 5б).

Одной из инновационных разработок данной фирмы является турбокомпрессор с двойной улиткой и поворотными лопатками соплового аппарата

турбины. Применение двух улиток в сочетании с различными выпускными коллекторами способствует сохранению кинетической энергии выходящих из цилиндров газов, что позволяет повысить энергетическую эффективность турбокомпрессора при низких и средних частотах вращения коленчатого вала двигателя. При этом также улучшается динамика разгона вала турбокомпрессора при резкой подаче нагрузки на ДВС. Для бензиновых двигателей мощностью от 60 до 340 л.с. разработаны турбокомпрессоры моделей BO31–BO53 с перепускным клапаном, а также модели BO45–BO53 со сдвоенной улиткой. ТК с изменяемой геометрией соплового аппарата турбины выпускаются для двигателей мощностью от 160 до 220 л.с. Стоит отметить, что турбокомпрессоры для бензиновых двигателей рассчитаны на работу при температуре отработавших газов до 1 050 °C. Благодаря этому отсутствует необходимость в охлаждении смеси за счет ее переобогащения. В результате при работе двигателя с большой нагрузкой возможна экономия топлива до 20 %.

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

Поскольку при работе двигателя и после его останова турбина подвергается действию высоких температур, колесо и корпус изготавливаются из материалов, обладающих высокой жаропрочностью. В общем случае крыльчатки турбин изготавливают из сплавов на основе никеля, таких как Inconel 713 и GMR 235. Основные компоненты этих сплавов – никель и хром. В то время как GMR 235 работает в условиях температуры отработавших газов (ОГ) на входе в турбину до 850 °C, Inconel 713 (73 % никеля, 13 % хрома) применяется при температурах выше 1 000 °C.

Выбор материала для корпуса турбины также зависит от температуры. В настоящее время серый чугун GGG40 со сферическим графитом (до 680 °C) применяется реже. Для большинства ТК, предназначенных для дизельных ДВС, используется кремниево-молибденовый чугун GGG SiMo 5.1 (до 760 °C) или GGV SiMo 4.5 0.6 (до 850 °C). Реже для температур ОГ до 850 °C используется высоколегированный никель-хромовый чугун GGG NiCrSi 20 2 2 (Niresist D2).



а)



б)

Рис. 5. Турбокомпрессоры фирмы BorgWarner:  
а) модель KP; б) агрегат двухступенчатого наддува R2S

В большинстве турбокомпрессоров для бензиновых двигателей с температурами ОГ до 970 °C применяется сплав GGG NiCrSi 35 5 2 (Niresist D5). Для самых высоких температур, до 1 050 °C (такие условия прогнозируются для бензиновых двигателей ближайшего будущего [1]), применяется жаростойкая литьевая austenитная сталь.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, применение турбокомпрессоров в автомобильных ДВС обуславливает значительное повышение удельной мощности, экономичности и экологичности двигателя по отношению к ДВС без наддува. Также применение турбокомпрессоров в дизельных ДВС имеет преимущество над бензиновыми ДВС. Дизельные двигатели с турбонаддувом могут иметь больший крутящий момент с такой же литровой мощностью, что было приведено в табл. 1.

Из рассмотренных турбокомпрессоров, предлагаемых фирмой BorgWarner, можно сделать вывод, что технологии производства турбокомпрессоров совершенствуются и направлены на улучшение производительности автомобильных ДВС. Следует отметить, что в настоящее время уделяется также большое внимание и материалам для изготовления корпусов и прочих деталей турбокомпрессоров, которые способны выдерживать большие температурные нагрузки.

## Список литературы

1. *turbomaster.ru: [сайт]. Турбоинфо / Справочные материалы / Конструкция турбины – 2015 г. – URL: <https://turbomaster.ru/article/construction> - Текст: электронный.*
2. *abs-magazine.ru: [сайт]. Турбокомпрессоры для бензиновых двигателей - журнал «ABC – авто». – Изд. с 1997 г. – URL: <https://abs-magazine.ru/article/turbokompressori-dlya-benzinovih-dvigateley> - Текст: электронный.*
3. *Петросянц, А. И. Анализ турбокомпрессоров для использования в составе ДВС / А. И. Петросянц, А. В. Сидоренко // Мавлютовские чтения : материалы XVI Всероссийской молодежной научной конференции: в 6 томах, Уфа, 25–27 октября 2022 года. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – С. 515–520.*
4. *Автомобильные двигатели с турбонаддувом / Н. С. Ханин, Э. В. Аболтин, Б. Ф. Лямцев, Е. Н. Зайченко, Л. С. Аршинов. – М.: Машиностроение, 1991. – 336 с. – Текст: непосредственный.*
5. *Горожанкин, С. А., Расчет двигателей внутреннего сгорания: расчет агрегатов турбонаддува: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / С. А. Горожанкин, Н. В. Савенков; ФГБОУ ВО «ДОННАСА». – Макеевка, 2023. – 76 с. – Текст: непосредственный.*
6. *Методические указания к выполнению теплового расчета ДВС в курсовых и дипломных проектах и работах (для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» очной и заочной форм обучения) / Сост.: С. А. Горожанкин, А. В. Чухаркин, Н. В. Савенков. – Макеевка: ДонНАСА, 2019. – 59 с. – Текст: непосредственный.*
7. *Turbocharging the Internal Combustion Engine / Edited by N. Watson, M. S. Janota – THE MACMILLAN PRESS LTD London and Basingstoke, 1982. – 624 p. – ISBN 978-1-349-04026-1, ISBN 978-1-349-04024-7 (eBook). – Текст: непосредственный.*

# АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПРИЦЕПОВ-ТЯЖЕЛОВОЗОВ СОВРЕМЕННЫХ АТС И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ИХ ПАРАМЕТРОВ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. Г. Яценко, к.т.н., доц.; Н. Д. Бачурин, ассистент

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В работе выполнено исследование применения пневматических шин с регулированием давления. Рассмотрена принципиальная схема пневматических шин с регулированием давления.

Проведен анализ конструкций прицепов-тяжеловозов современных АТС и определение направлений рационального выбора их параметров с учетом определенных условий эксплуатации. Рассмотрено назначение прицепов-тяжеловозов современных АТС. Рассмотрены особенности эксплуатации прицепов-тяжеловозов современных АТС в условиях Донбасса. Выполнен обзор моделей прицепов-тяжеловозов современных АТС. Рассмотрена система регулирования давления в шинах и ее перспективы использования в конструкции прицепов-тяжеловозов современных АТС. Рассмотрены способы регулирования давления в шинах. Рассмотрены технические данные полуприцепов-тяжеловозов, производимых в России и Республике Беларусь. Приведены прицепы-модули Челябинского машиностроительного завода автомобильных прицепов: ЧМЗАП 702010, ЧМЗАП 703010, ЧМЗАП 704010, ЧМЗАП 706010 .

**Ключевые слова:** прицеп-тяжеловоз, пневматическая шина, давление, перевозка, дорожное покрытие, прицеп-модуль, полуприцеп-тяжеловоз, груз.



Яценко  
Александр Гаврилович



Бачурин  
Никита Дмитриевич

В соответствии с ГОСТ 3163-2020 под прицепом (полуприцепом)-тяжеловозом понимается такой прицеп (полуприцеп), который предназначен для перевозки неделимых крупногабаритных, в том числе негабаритных и тяжеловесных грузов [1].

Монтаж различных объектов из крупных элементов, изготовление и сборка, которых переносятся из неблагоприятных условий строительного объекта на заводы-изготовители, повышает качество и сроки строительства, снижает затраты.

Всякая перевозка неделимых крупногабаритных и тяжеловесных грузов связана с решением двух основных задач: выбора подвижного состава и организации самой перевозки. Практически в перевозке подобных грузов могут участвовать различные виды транспорта: железнодорожный, водный, автомобильный, воздушный. Однако из-за большой массы и габаритов этих изделий отдают предпочтение водному и автомобильному транспорту.

Автомобильный транспорт перевозит крупногабаритные тяжеловесные грузы как в прямом, так и в смешанном (водно-автомобильном) сообщении.

Так как автопоезда-тяжеловозы призваны, как правило, перевозить грузы большой массы, основным признаком, по которому выбирают необходимый подвижной состав, является грузоподъемность. Однако, если рассмотреть существующую классификацию автопоездов-тяжеловозов, то при выборе специализированных средств для конкретных перевозок неделимых грузов следует принимать в расчет и другие признаки, такие, как: назначение, состав тяжеловозного автопоезда, дорожные условия эксплуатации.

Масса таких грузов составляет от 30...50 до 200 т и более, а их габаритные размеры достигают 40...50 м по длине, 5...7 м по ширине и 4...6 м по высоте.

Неделимые крупногабаритные и тяжеловесные грузы перевозятся с заводов-изготовителей к местам строительства или монтажа промышленного оборудования. При транспортировке таких грузов используются прицепы и полуприцепы-тяжеловозы.

По грузоподъемности прицепы-тяжеловозы подразделяются на три группы: грузоподъемностью до 30 т, от 30 до 100 т и свыше 100 т. Полуприцепы-тяжеловозы обычно имеют грузоподъемность до 60 т.

**Первая группа прицепов-тяжеловозов** по своим габаритам и весовым параметрам незначительно отличается от обычных прицепов и не требует специальных автомобилей-тягачей.

**Вторая группа прицепов-тяжеловозов** характеризуется увеличенными габаритами, повышенными полной массой и осевыми нагрузками, увеличенным числом осей и колес.

**Третья группа прицепов-тяжеловозов** отличается особо большой грузоподъемностью и служит для перевозки сверхтяжелых грузов.

Для второй и третьей групп требуется один или несколько специальных автомобилей-тягачей [4].

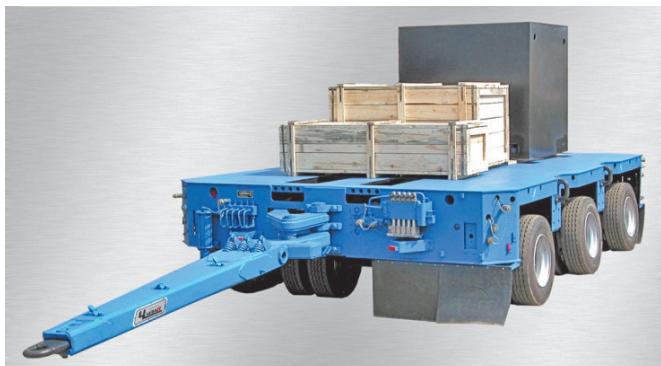
Модели прицепов-тяжеловозов [2; 6; 7; 8; 9]:



*Rис. 1. УЗСТ 9274-001B3*



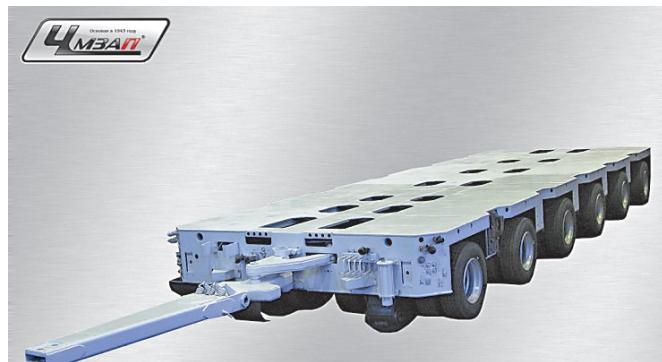
*Rис. 2. ЧМЗАП 702010*



*Rис. 3. ЧМЗАП 703010*



*Rис. 4. ЧМЗАП 704010*



*Rис. 5. ЧМЗАП 706010*

В условиях Донбасса прицепы-тяжеловозы, предназначенные для перевозки неделимых крупногабаритных, негабаритных и тяжеловесных грузов, применяются с целью транспортировки: трансформаторов, различных строительных и дорожных землеройных машин, вагонов, машин и оборудования промышленных объектов, узлов и агрегатов современных прессов, корпусов судов, блоков обжиговых печей, неделимых строительных блоков и конструкций [4].

Пневматические шины с регулированием давления в конструкции ходовой части транспортных средств применяются для:

– Снижения давления на опорную поверхность.

Нормативная нагрузка АК включает в себя одну двухосную тележку с нагрузкой на ось 10К (кН) и равномерно распределенную вдоль дороги нагрузку  $q$  интенсивностью  $K$  (кН/м)[10]. Класс нагрузки  $K$  следует принимать в соответствии с 3.3.

3.3 Класс нагрузки  $K$  для нормативной нагрузки АК следует принимать равным:

а) для автомобильных дорог:

- 1) с капитальными дорожными одеждами – 11,5;
- 2) с облегченными и переходного типа дорожными одеждами – 10;

б) для мостовых сооружений:

- 1) на дорогах всех категорий – 14;
- 2) расположенных в рекреационных зонах городов – 11;
- 3) для реконструируемых мостовых сооружений и объектов капитального ремонта – не менее 11.

3.4 Базу тележки нагрузки АК при расчете автомобильных дорог следует принимать равной 2,5 м, мостовых сооружений – 1,5 м [10].

Нагрузку от тележки нагрузки АК приводят к эквивалентной равномерно распределенной нагрузке  $q_{AK}$  интенсивностью, кПа:

$$q_{AK} = \frac{7,4 \cdot n}{B_{3\pi}} \cdot K, \quad (1)$$

Где:  $n$  – число полос движения;

$B_{3\pi}$  – ширина земляного полотна поверху, м;

$K$  – класс нагрузки АК по 3.3 [10].

– Повышения опорно-цепной проходимости.

На колесных ТС, предназначенных для эксплуатации на дорогах с твердым покрытием, грунтовых дорогах различного состояния, применяют систему регулирования давления воздуха в шинах. При движении по дорогам с ровным твердым покрытием

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

**Технические данные некоторых полуприцепов-тяжеловозов, производимых в России и Республике Беларусь**

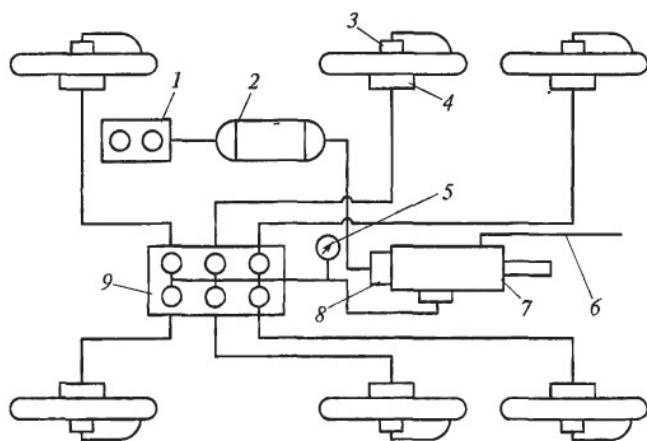
Модель	Грузоподъемность, кг	Снаряженная масса, кг	Полная масса, кг	Нагрузка на седельно-сцепное устройство, кг	Нагрузка на дорогу через шины, кг	Число колес	Длина-площадки, мм	Погрузочная высота, мм
<b>ОАО «Уралавтоприцеп»</b>								
ЧМЗАП-706010-0000011	177 000	27 000	204 000	-	-	48	10 532	1750
ЧМЗАП-83981-0000013	42 600	11 400	54 000	18 000	36 000	12+1	7480	1170
ЧМЗАП-93853-0000029	24 000	8000	32 000	14 000	18 000	8+1	8425	885
ЧМЗАП-93853-0000037НРК	25 000	9000	34 000	14 000	20 000	8+1	8000+4000	630
ЧМЗАП-99064-0000041	35 000	13 000	48 000	17 000	31 000	12+2	11 800	885
ЧМЗАП-99865-01	39 400 (42 400)	8600	48 000 (51 000)	15 000	33 000 (36 000)	8+1	7480	1170
ЧМЗАП-99903-0000015	53 000	17 500	70 500	25 000	45 500	16+2	14645	920
ЧМЗАП-99903-0000033	54 000	15 000	69 000	25 000	44 000	16+2	11 400	920
ЧМЗАП-9990-0000052	52 000	18 000	70 000	17 500	52 500	12+2	9310	1300
ЧМЗАП-9990-0000070	72 000	24 000	96 000	22 000	74 000	12+2	13 000	1300
<b>ООО «Тверьстроймаш»</b>								
993920-S19	19 000	8700	27 700	12 000	15 700	8+1	7700	860
993920-L26	26 000	8400	34 400	14 700	19 700	8+1	11 000	845
993930-L40	40 000	9200	49 200	17 000	32 200	12+2	11 000	860
993940-L52	52 000	12 500	65 000	25 000	40 000	16+2	11 000	920
993950-L63	63 000	13 500	76 500	25 000	51 500	20+2	11 000	920
<b>ООО «Компания «Спецприцеп»</b>								
99425D	58 000	17 000	75 000	25 000	50 000	16+2	6500	650
99425С-U (с принудительно поворотными осями)	58 000	16 000	74 000	До 25 000	До 49 000	16+2	6500	650
994204	42 000	17 000	59 000	19 000	40 000	12+2	6500	650
9942HD	65 000	17 000	82 000	23 000	59 000	12+2	10 000	1250
99421A	62 000	16 000	78 000	19 000	59 000	20+2	11 100	890
<b>ООО «Тавдинский машиностроительный завод»</b>								
93621-010	25 000	7000	32 000	12 000	20 000	8+1	7900	820
93622-010	30 000	8700	38 700	18 700	20 000	8+1	8000	1350
936241-010	38 000	10 000	48 000	13 500	34 500	12+1	8000	1350
936242-011	45 000	12 700	57 700	15 700	42 000	12+1	8000	1350
<b>ООО «Стройтехника»</b>								
993630 (6н)	20 000	6800	26 800	8800	18 000	8	6000	950
993650	24 200	8500	32 700	14 700	18 000	8	13 000	1520
934620 (ЦП ЦН 3010 9)	34 000	9000	43 000	16 000	27 000	12	9000	900
<b>ОАО «Брянский Арсенал»</b>								
9338-0000010-03 (808)	20 000	8600	28 600	14 000	22 500	12+2	10 500	845
93384-0000010 (816)	40 000	11 000	51 000	15 450	35 550	12+2	11 575	900
<b>Минский завод колесных тягачей (МЗКТ)</b>								
93872	48 000	18 000	66 000	23 000	21 500x2	8	7900	1540
9378	49 000	18 000	67 000	23 000	23 000	8	5800	1200
5247	50 000	15 800	65 800	23 000	21 400	8	4700	600
93783	48 000	21 000	69 000	23 000	23 000	8	5800	1240
93782-011	60 000	18 000	78 000	26 000	26 000	8	7900	1540
8372	65 000	23 000	88 000	22 000	26 000	16	5800	1200
83721	60 000	19 100	79 100	2x13 185	2x26365	12	5830	1400
8372-011	81 000	23 000	104 000	4x22 000	26 000	16	5800	1200
<b>Минский автомобильный завод (МАЗ)</b>								
937900	42 000	13 000	55 000	17 000	38 000	12	7450	1450

*Rис. 6. Технические данные полуприцепов-тяжеловозов*

целесообразно высокое давление воздуха (0,35...0,4 МПа и более). В этом случае имеют место меньшее сопротивление качению колес и, как следствие, достигается минимальный путевой расход топлива. При движении по мягкому деформированному грунту для уменьшения давления на грунт необходимо низкое давление воздуха в шинах (0,05...0,08 МПа).

Способы регулирования давления в шинах: ручной и автоматический.

Система регулирования давления позволяет постоянно поддерживать в шинах необходимое давление воздуха и в случае прокола камеры продолжать движение без смены колеса благодаря непрерывной подаче воздуха в поврежденную шину.



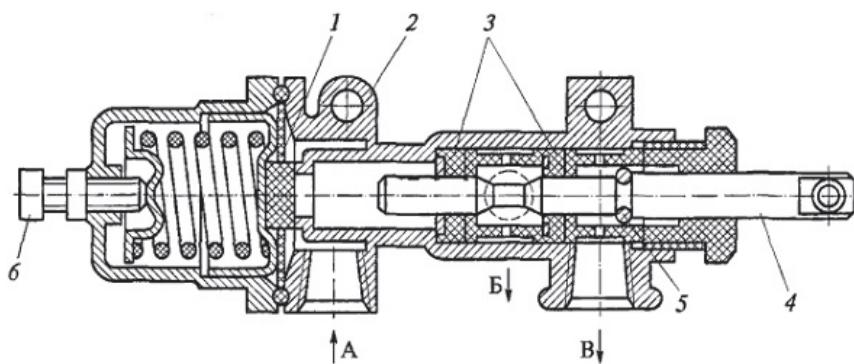
*Рис. 7. Схема системы регулирования давления воздуха в шинах:*

1 – компрессор; 2 – ресивер; 3 – запорный кран; 4 – воздухоподводящее устройство; 5 – шинный манометр; 6 – магистраль выпуска воздуха в атмосферу; 7 – кран управления; 8 – клапан-ограничитель понижения давления; 9 – блок шинных кранов

В системе регулирования давления в шинах, как правило, используется сжатый воздух из системы пневматического привода тормозов ТС [3].

Кран управления размещен в кабине и бывает двух типов: клапанный и золотниковый. На рисунке 8 показана конструкция золотникового крана управления, выполненная в комплекте с клапаном-ограничителем 1. Кран управления соединяется с ресивером, в котором имеется запас сжатого воздуха, сшинами через блок шинных кранов и с атмосферой. Золотник 4, соединенный тягой с рычагом управления, может перемещаться в осевом направлении; он имеет кольцевую проточку и уплотняется двумя сальниками 3.

Золотник 4, может занимать три положения в зависимости от режима работы системы. В крайнем, левом положении проточка находится против левого сальника, и сжатый воздух поступает из ресивера в шины (накачка шин). В правом положении проточка золотника размещается против правого сальника,



*Рис. 8. Конструкция золотникового крана управления с клапаном-ограничителем:*

1 – клапан-ограничитель; 2 – корпус; 3 – сальники; 4 – золотник; 5 – кольцо;

6 – регулировочный винт; А – от ресивера; Б – к блоку шинных кранов; В – в атмосферу

и сжатый воздух из шин выпускается в атмосферу. В среднем положении золотника все магистрали разобщены. Ход золотника из среднего положения в крайние ограничивается кольцом 5.

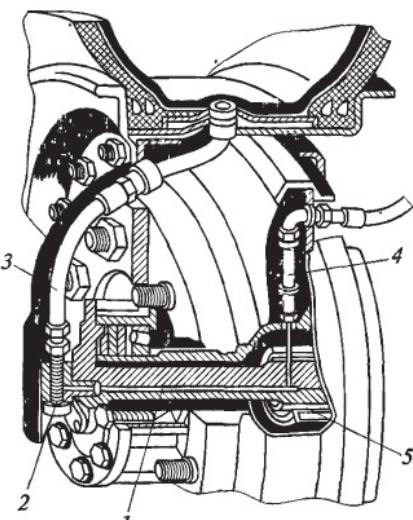
Клапан-ограничитель позволяет поддерживать необходимое давление воздуха в ресивере для обеспечения достаточного запаса сжатого воздуха во время торможения. Шины можно накачивать, если давление в ресиверах более 0,45 ... 0,55 МПа.

По шинному манометру контролируется давление воздуха в шинах. Он снабжен шкалой с рекомендуемыми давлениями в шинах для основных типов дорог [3].

Блок шинных кранов имеет несколько вентилей по числу колес или осей ТС. Поскольку при всех открытых вентилях давление воздуха во всех шинах одинаковое, можно одновременно осуществлять их накачку или выпуск из всех шин воздуха в атмосферу. Кроме того, можно изменять давление воздуха в шинах отдельно для каждого колеса или оси.

Система подвода воздуха к вращающейся шине включает в себя резиновые сальники 5, расположенные между неподвижными деталями балок мостов и вращающимися ступицами колес. За счет повышенного давления воздуха, поступающего в камеру сальника из ресивера, кромки сальника прижимаются к цилиндрической поверхности вращающейся детали, этим обеспечивают необходимую герметизацию соединения.

Запорные краны 2 колес размещаются в дисках или ступицах колес. Они предназначены для отключения шин от системы в случае их повреждения или при длительных стоянках для предотвращения утечки воздуха из них. При эксплуатации ТС запорные краны колес открыты и обеспечивают сообщение шин через блок шинных кранов с краном управления [3].



*Рис. 9. Конструкция системы подвода воздуха к вращающейся шине:*

1 – канал полусоси;  
2 – запорный кран; 3 – шланг;  
4 – штуцер; 5 – сальник

## ВЫВОД

Применение пневматических шин с регулированием давления на прицепах-тяжеловозах позволит снизить удельное давление большегрузных АТС и транспортных средств для перевозки тяжелых неделимых грузов на дорожное покрытие путем обеспечения рациональной площади пятна контакта шин с дорожной поверхностью в зависимости от нагрузки.

## Список литературы

1. ГОСТ 3163-2020. Прицепы и полуприцепы автомобильные общие технические требования [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 8 с.
2. Прицеп-тяжеловоз марки УЗСТ 9274-001В3 [Электронный ресурс] // Уральский Завод Спецтехники ООО Уральский Завод Спецтехники. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа <https://uzst.ru/tech/pricerpnaya-tehnika/pricepy-tyazhelovozy/pricepy-tyazhelovoz-marki-uzst-9274-001v3>.
3. Система регулирования давления воздуха в шинах [Электронный ресурс] // Устройство автомобиля. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/shiny-i-diski/shiny/sistema-regulirovaniya-davleniya-vozduha-v-shinah/>.
4. Автопоезда-тяжеловозы [Электронный ресурс] //
5. Толмачёв, Л. Многоколесные богатыри Автомобильные полуприцепы-тяжеловозы [Электронный ресурс] / Л. Толмачёв // Основные средства. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа <https://os1.ru/article/7783-mnogokolesnye-bogatyri-avtomobilnye-polupritsepy-tyajelovozy>.
6. Прицеп-модуль марки ЧМЗАП 702010 [Электронный ресурс] // ЧМЗАП. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа [https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/pritsep\\_chmzap\\_702010.html](https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/pritsep_chmzap_702010.html)
7. Прицеп-модуль марки ЧМЗАП 703010 [Электронный ресурс] // ЧМЗАП. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа [https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/pritsep\\_chmzap\\_703010.html](https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/pritsep_chmzap_703010.html)
8. Прицеп-модуль марки ЧМЗАП 704010 [Электронный ресурс] // ЧМЗАП. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа [https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/pritsep\\_chmzap\\_704010.html](https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/pritsep_chmzap_704010.html)
9. Прицеп-модуль марки ЧМЗАП 706010 [Электронный ресурс] // ЧМЗАП. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа <https://cmzap.ru/catalog/sverhtyajelovozyne-moduli-pricepy/706010.html>
10. ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения [Текст]. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 8 с.

# АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ САМОСВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК СОВРЕМЕННЫХ АТС И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ИХ ПАРАМЕТРОВ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. Г. Яценко, к.т.н., доцент; Н. Д. Бачурин; В. В. Криволап

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

**Аннотация.** В работе выполнено исследование применения гибких оболочек грузоподъемных устройств автомобильных самосвальных установок. Рассмотрена принципиальная схема гидравлического опрокидывающего устройства автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-2507 категории N<sub>2</sub>.

Проведен анализ конструкций самосвальных установок современных АТС и определение направлений рационального выбора их параметров с учетом определенных условий эксплуатации.

Кроме того, на примере автомобиля ГАЗ-САЗ-2507 категории N<sub>2</sub> исследован вопрос применения гибких оболочек грузоподъемных устройств на транспорте. Предложена функциональная схема пневматического опрокидывающего устройства автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-2507 категории N<sub>2</sub>. Рассмотрена механизированная разгрузка современных АТС категории N<sub>2</sub> с самосвальными установками, осуществляемая в результате подъема (наклона) платформы назад или на боковые стороны на примере ГАЗ-САЗ-2507. Рассмотрен принцип работы гибких оболочек грузоподъемных устройств автомобильных самосвальных установок.

**Ключевые слова:** кузов, автомобиль-самосвал, гидроцилиндр, гибкая оболочка, разгрузка, груз, условия эксплуатации, угол опрокидывания, платформа, опрокидывающее устройство.



Яценко  
Александр Гаврилович



Бачурин  
Никита Дмитриевич

Автомобиль-самосвал – это специализированный грузовой автомобиль, предназначенный для массовых перевозок насыпных (навалочных) грузов. Для автомобилей-самосвалов самым важным критерием является угол подъема кузова, а также время подъема кузова [1].

Время подъема кузова зависит от применяемой для подъема и опускания кузова установки. Также время погрузки и разгрузки учитывается для дальнейшего использования технологического процесса, например на предприятиях или на стройках. Механизированная разгрузка современных автомобилей-самосвалов осуществляется в результате подъема (наклона) платформы назад. Для этого прочная металлическая платформа шарнирно укреплена на раме автомобиля и может наклоняться назад или на боковую сторону на угол 45..55°. При наклоне платформы происходит естественное ссыпание груза.

В период становления автомобильной промышленности было налажено производство бортовых грузовых автомобилей. Автомобили-самосвалы появились позднее. Поэтому экономически целесообразным было создавать автомобили-самосвалы на шасси серийных грузовых автомобилей без существенного изменения сложившегося массового производства. Однако следует отметить, что более высокий технический уровень может быть достигнут при применении для автомобилей-самосвалов специальных шасси.

В настоящее время отечественные заводы, производящие грузовые автомобили, одновременно выпускают автомобили-самосвалы или шасси (с кабинами) для монтажа на них самосвальных установок на других заводах. Таким образом, автомобиль-самосвал укрупнено делится на две части: шасси (с кабиной) и самосвальная установка.

Устройство шасси автомобилей-самосвалов и грузовых автомобилей аналогично и рассматривается в соответствующей технической литературе. Самосвальная установка состоит из двух частей: платформы и подъемного механизма.

Механизированная разгрузка современных АТС категории N2 с самосвальными установками осуществляется в результате подъема (наклона) платформы назад или на боковые стороны, например у ГАЗ-САЗ-2507 [2, 3] (Рис. 1).



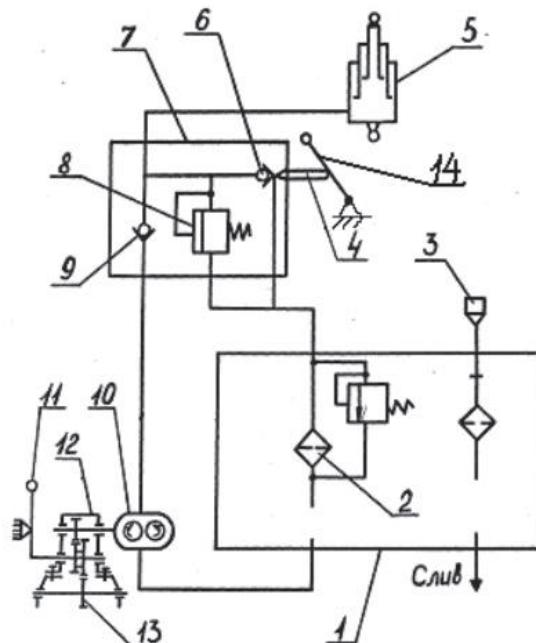
*Рис. 1. Механизированная разгрузка кузова автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-2507*

Энергия, необходимая для подъема платформы, может передаваться гидравлическим, пневматическим, электрическим, механическим и комбинированным приводами. На большинстве современных автомобилей-самосвалов применяются гидравлические подъемные механизмы. Механизм опрокидывания обеспечивает подъем и опускание платформы, остановку ее в любом промежуточном положении; ограничение давления в гидросистеме не выше 115...120 кгс/см<sup>2</sup>.

Привод насоса гидравлических подъемных механизмов осуществляется, как правило, от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности. В некоторых случаях для привода насоса на автомобилях-самосвалах большой грузоподъемности используют отдельный (автономный) двигатель.

Применение гидравлических подъемных механизмов позволяет обеспечить плавность подъема платформы, уменьшить время её подъема и опускания, повысить надежность и безопасность работы.

Принципиальная схема гидравлического опрокидывающего устройства показана на рисунке 2.



*Рис. 2. Принципиальная схема гидравлического опрокидывающего устройства автомобиля-самосвала:*

1 – маслобак; 2 – сливной сетчатый фильтр с предохранительным клапаном; 3 – заливная горловина маслобака; 4 – толкатель клапана опускания платформы; 5 – гидроцилиндр; 6 – клапан опускания платформы; 7 – кран управления; 8 – предохранительный клапан крана управления; 9 – обратный клапан; 10 – насос шестеренный; 11 – рычаг управления КОМ; 12 – коробка отбора мощности; 13 – шестерня заднего хода коробки передач автомобиля; 14 – рычаг управления КУ

На рисунке 3 представлен гидроцилиндр подъема платформы (кузова) автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-2507 4-х штоковый ГЦ 2507-01-86030010.

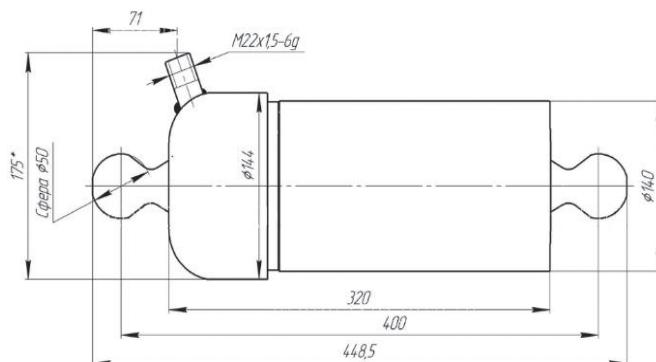


Рис. 3. Гидроцилиндр подъема платформы (кузова) автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-2507

Характеристика гидроцилиндра ГЦ 2507-01-86030010 приведена в таблице 1.

Таблица 1.

**Характеристика гидроцилиндра ГЦ 2507-01-86030010**

Параметры	
Номинальное давление, МПа	10
Максимальное давление, МПа	16
Диаметр первой ступени, мм	115
Диаметр второй ступени, мм	95
Диаметр третьей ступени, мм	75
Диаметр четвертой ступени, мм	56
Общий рабочий ход, мм	762
Номинальное толкающее усилие, кН	23,4...98,6

Однако вследствие наличия трущихся деталей в гидроцилиндре такой механизм имеет следующие недостатки:

- утечки рабочей жидкости через уплотнения и зазоры, особенно при высоких значениях давления в гидросистеме, что требует высокой точности изготовления деталей гидрооборудования;
- нагрев рабочей жидкости при работе, что приводит к уменьшению вязкости рабочей жидкости и увеличению утечек, поэтому в ряде случаев необходимо применение специальных охладительных устройств и средств тепловой защиты;
- необходимость обеспечения в процессе эксплуатации чистоты рабочей жидкости, поскольку наличие большого количества абразивных частиц приводит к быстрому износу деталей гидрооборудования, увеличению зазоров и утечек через них, и, как следствие, к снижению объёмного КПД;
- необходимость защиты гидросистемы от проникновения в неё воздуха, наличие которого приводит к нестабильной работе гидропривода, большим гидравлическим потерям и нагреву рабочей жидкости;
- пожароопасность в случае применения горючих рабочих жидкостей, что налагает ограничения, например, на применение гидропривода в горячих цехах;
- зависимость вязкости рабочей жидкости, а значит и рабочих параметров гидропривода, от температуры окружающей среды, или дороговизна масел на основе ПАО;
- в сравнении с пневмо- и электроприводом – невозможность эффективной передачи гидравлической энергии на большие расстояния вследствие больших потерь напора в гидролиниях на единицу длины.

В современных конструкциях получили распространение телескопические гидроцилиндры одностороннего действия, устанавливаемые под платформой, шестеренные масляные насосы, агрегатированные с коробкой отбора мощности, которую крепят болтами к привалочной поверхности люка коробки передач. Включение в работу гидросистемы обеспечивает кран управления. При подаче масла под давлением к гидроцилинду звенья начинают выдвигаться и воздействуют на платформу, обеспечивая подъем одного ее края. Для ограничения угла накло-

на платформы и повышения надежности гидросистемы устанавливают ограничители угла.

Массовый объем перевозок насыпных и навалочных грузов, имеющих различные свойства, определяет необходимость создания ряда специальных конструкций автомобилей-самосвалов для перевозки определенной категории грузов в заданных условиях. Строительные автомобили-самосвалы средней грузоподъемности (4...6 т) с разгрузкой кузова назад рассчитаны для одиночной работы (без прицепа). В нашей стране автомобили-самосвалы категории N2 наиболее многочисленны (ЗИЛ-ММЗ-555, ЗИЛ-ММЗ-4505, ГАЗ-53А, ГАЗ-3307, ГАЗ-САЗ-2507) [4]. Категория N2 – это транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу свыше 3,5 т, но не более 12 т.

Весовые параметры этих автомобилей-самосвалов позволяют эксплуатировать их на автомобильных дорогах любой категории.

Основные грузы, для перевозки которых предназначаются автомобили-самосвалы группы 1, – это грунт, песок, глина, щебень, гравий, асфальт, бетон, строительные растворы, строительный мусор и др. [1].

Транспортные свойства груза (плотность, структура, сыпучесть, текучесть) обуславливают требования в первую очередь к конструкции платформы автомобиля-самосвала. Важнейшим параметром является объем платформы. Статистика показывает, что основные строительные грузы имеют плотность 1,4...1,6 т/м<sup>3</sup>. Важным требованием к конструкции платформы строительного автомобиля-самосвала является герметичность – исключение потерь при перевозках легкосыпучих и полужидких грузов. Этому требованию в большей степени отвечает платформа с односторонней разгрузкой назад, с одним открывающимся задним бортом. Такой способ разгрузки необходим во многих случаях эксплуатации строительного автомобиля-самосвала, например, при проведении планировочных работ или вывозе мусора на свалку, когда разгрузка ведется «в отвал». Автомобили-самосвалы не рассчитаны для работы с прицепом – в большинстве случаев работа на стесненных строительных площадках не позволяет маневрировать автопоездом.

Экскаваторная погрузка таких жестких грузов, как камень, смерзшийся грунт, строительный мусор вызывает большие сосредоточенные ударные нагрузки на детали платформы.

Во избежание повреждения кабины грузом, срывающимся с ковша экскаватора, на переднем борту платформы укрепляют козырек, защищающий заднюю стенку и окно кабины. Многолетняя эксплуатация выявила и недостаток короткобазных автомобилей-самосвалов – неустойчивость на скользких дорогах. При неумелом или неосторожном вождении автомобиля-самосвала на больших скоростях отмечены случаи заноса автомобиля-самосвала.

Статистика показывает, что, как правило, длина одной ездки для строительных автомобилей-самосвалов в среднем составляет 10....30 км, а иногда, например, при проведении планировочных работ,

несколько сот метров. Однако существуют сферы строительства и коммунального хозяйства, где автомобили-самосвалы эксплуатируют на протяжении всего рабочего дня и для этого не нужна высокая производительность. Например, для перевозок бытового мусора, скопившегося посыпного дорожного материала у обочин дорог, на тротуарах и других материалов, которые загружаются вручную на протяжении нескольких часов работниками коммунальных служб. Кроме того, на данных предприятиях автомобили эксплуатируются чаще всего работниками, имеющими невысокую квалификацию. Поэтому возникают дополнительные требования к надежности и простоте обслуживания автомобилей-самосвалов, вследствие чего предложен опрокидывающий механизм с применением гибких оболочек.

Особый интерес представляет использование автомобиля-самосвала категории №2 модели ГАЗ-САЗ-2507 [5]. Этот автомобиль производится небольшими сериями в основном для коммунальных служб городов и поселков и применяется для вывоза твердых бытовых отходов и дорожной пыли при ручной загрузке. Поэтому на основании вышеизложенного анализа применения гидравлического опрокидывающего устройства удорожает стоимость самого автомобиля-самосвала и его эксплуатацию.

Применение гибких оболочек грузоподъемных устройств на транспорте.

В общем виде пневматическая гибкая оболочка представляет собой воздухонепроницаемый эластичный баллон 1 (рис. 4), снабженный патрубком 2 для подачи в его полость сжатого воздуха или газа, предохранительным клапаном или ограничителем хода. Основным рабочим органом подъемного механизма является эластичный баллон 1, состоящий из одного (рис. 4 а) или нескольких гибких элементов (рис. 4 б) [6].

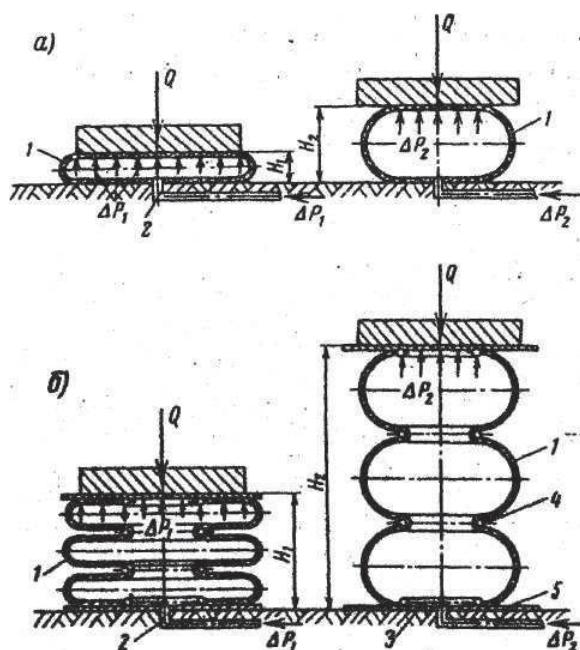


Рис. 4. Подъемный механизм из гибкой оболочки:

а – с одним гибким элементом;  
б – с тремя гибкими элементами

Работает подъемный механизм следующим образом. В полость эластичного баллона от компрессора или выпускного трубопровода подается сжатый воздух или газ с избыточным давлением  $\Delta p_1$ . Под действием этого давления баллон увеличивается в объеме и, поднимая груз  $Q$  на высоту  $H_2$ , стремится занять оптимальную форму в виде цилиндра или шара (рис. 4 а). При наличии ограничивающих колец 3 и 4 (рис. 4 б) оболочка принимает форму гофрированного цилиндра. После выпуска воздуха баллон под действием веса груза  $Q$  складывается и приходит в исходное положение.

Величина подъемной силы оболочек зависит от их конструктивных размеров и давления подводимого воздуха. Так, при питании отработавшими газами с давлением 1-1,5 кгс/м<sup>2</sup> подъемная сила оболочек с эффективной площадью в 10 000 м<sup>2</sup> достигает 10-15 т, а при питании воздухом давлением 4-5 кгс/м<sup>2</sup> возрастает до 20-35 т. Гибкие оболочки, состоящие из 4-5 гибких элементов, могут обеспечить подъем груза на высоту 1 600-2 000 мм [6].

Учитывая, что грузоподъемность автомобилей, прицепов и полуприцепов основных марок колеблется от 2,5 до 25 т, гибкие оболочки можно успешно применять в качестве подъемных механизмов для саморазгружающихся автомобилей.

На рисунке 5 показана схема подъемного механизма автомобилей-самосвалов с гибкими оболочками.

На рисунке 6 предложена функциональная схема пневматического опрокидывающего устройства автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-2507 категории №2.

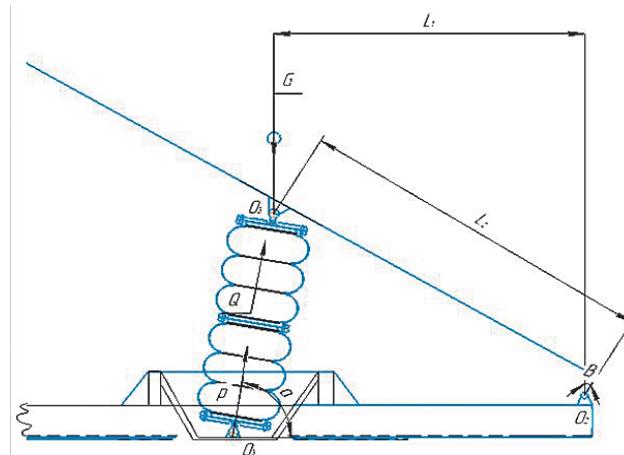
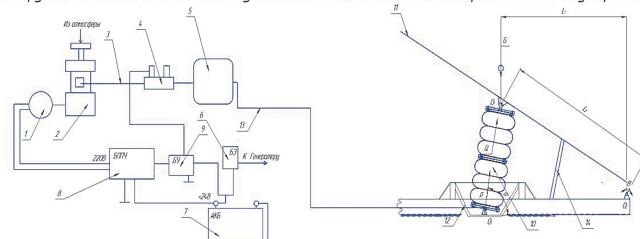


Рис. 5. Схема подъемного механизма автомобилей-самосвалов с гибкими оболочками.

Схема функциональная самосвальной установки с пневматическим опрокидывающим устройством



1-Электродвигатель; 2-Компрессор; 3-Трубопровод; 4-Регулятор давления; 5-Ресивер;  
6-Блок зарядки; 7-Аккумуляторная батарея; 8-Блок питания с преобразователем частоты;  
9-Блок управления; 10-Устройство опрокидывающее пневматическое; 11-Кузов;  
12-Надрамник; 13-Магистраль; 14-Трос ограничительный

Рис. 6. Схема функциональная

Формулы для расчета подъемной силы пневматического опрокидывающего устройства из гибких оболочек [6]:  
Эффективную площадь оболочки рассчитываем по формуле:

$$S_y = \frac{\pi}{4} \left[ d_0 - \frac{(d_0 + B_c) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2n_y}}{2 + (\pi + \frac{\alpha}{n_y}) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2n_y}} \left( \pi + \frac{\alpha}{n_y} \psi \right) - \frac{B_c \operatorname{tg} \frac{\alpha}{n_y}}{2 - \left( \pi - \frac{\alpha}{n_y} \psi \right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2n_y}} \left( \pi - \frac{\alpha}{n_y} \psi \right) \right]^2, \quad (1)$$

Необходимое давление газов в оболочках рассчитываем по формуле:

$$\Delta \rho = \frac{(Q + G)(L_c \cos \varphi - 2h_c \sin \varphi)}{2NS_a b_c}, \quad (2)$$

Подъемную силу оболочки рассчитываем по формуле:

$$Q = \frac{2N\Delta \rho S_a b_c}{L_c \cos \varphi - 2h_c \sin \varphi} - G, \quad (3)$$

Необходимое количество гибких элементов в оболочке определяем по формулам:

$$B_c = c + c_1 + c_2 = \frac{L_c - d_0}{2} + \frac{h_{1uu}}{\sin \alpha} + \frac{h_{2uu}}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (4)$$

## **ВЫВОД**

Предложенный подъемный механизм с пневматическим опрокидывающим устройством из гибких оболочек соответственно не требует дополнительной установки шарниров – установка производится вместо гидроцилиндра. При подаче воздуха в систему подъемного механизма будет иметь равное натяжение кордной нити и соответственно будет равное давление в гибком элементе подъемного механизма. В настоящее время выпускается зарубежными и отечественными заводами-изготовителями в огромном ассортименте с разными характеристиками для разных направлений, а также применений в отрасли автомобильного транспорта. Данный гибкий элемент является наиболее рациональным для применения в подъемном устройстве. Работы по совершенствованию схемы в этом направлении продолжаться и результаты будут опубликованы.

## **Список литературы**

1. Автомобили-самосвалы [Текст] / А. С. Мелих-Саркисянц, В. Н. Белокуров, О. В. Гладков, и др.; под ред. А. С. Мелих-Саркисянц. – М. : Машиностроение, 1987. – 216 с.
2. Самосвал с задней разгрузкой ГАЗ-САЗ-25072 на базе газон некст [Электронный ресурс] // Луидор. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа <https://www.luidorauto.ru/gaz/spetstekhnika-gaz/samosval-s-zadney-razgruzkoy-gaz-saz-25072-na-baze-gazon-nekst>.
3. Самосвал с трехсторонней разгрузкой ГАЗ-САЗ-2507 на шасси газон некст [Электронный ресурс] // Луидор. – Электрон. дан. – 2023. – Режим доступа <https://www.luidorauto.ru/gaz/spetstekhnika-gaz/samosval-s-trekhstoronnay-razgruzkoy-gaz-saz-2507-na-shassi-gazon-nekst>.
4. Баловnev, В. И. Автомобили и тракторы. [Текст] : Краткий справочник. / В. И. Баловнев. – 2008. – 383 с.
5. Автомобиль газон некст руководство по эксплуатации С41R13-3902010 РЭ [Электронный ресурс] // ООО Автозавод ГАЗ. – Электрон. дан. – 2017. – Режим доступа <https://azgaz.ru/upload/iblock/3cc/3cce2374602c218235b900a67a024580.pdf>.
6. Бураков, В. А. Применение гибких оболочек на транспорте. [Текст] : М.: Транспорт. / В. А. Бураков. – 1974. – 127 с.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННОГО ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ

С. И. Мовчан, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет», г. Мелитополь

---

**Аннотация.** Предложенная ранее к рассмотрению модель формы внутренней поверхности фильтровального отверстия, полученная по результатам определения для четырёх плоскостей (четырёх живых сечений), позволяет получить внутреннюю поверхность, близкую к конноидальной форме, т.е. наиболее оптимальную для фильтрования сточных вод, загрязнённых различными примесями, нисходящим потоком.

Решая задачи прикладного характера, рассматривается вертикально расположенное отверстие в горизонтально установленной перегородке, внутренняя поверхность которого образована в четырёх плоскостях и оптимально приближена к конноидальной форме. Последнее обстоятельство способствует увеличению пропускной способности самого отверстия и улучшению фильтровального процесса в целом. При этом оптимизирована форма внутренней поверхности фильтровального отверстия, что позволяет выбрать дальнейшее направление исследований.

В качестве предмета исследования рассматривается обработка сточных вод, в которых фильтрование является определяющим работой водоочистного оборудования систем промышленного водоснабжения.

Материалы и методы исследований отображают практическое направление исследований, состоящее в определении опорных точек при построении конноидальной поверхности вертикально расположенного отверстия для фильтрования сточных вод в аппаратах напорной флотации-коагуляции.

Кроме того, рассматривая теоретические аспекты процесса фильтрования, которые основываются на общизвестных уравнениях неразрывности потока и переносе количества движения, при этом гидродинамика процесса основана на оценке изменения параметров потока при переходе его из диффузора в конфузор и обратно, считая, что поток одномерный, а переход адиабатный.

По результатам исследований получены соотношения диаметров входа/выхода, сужающейся/расширяющейся части фильтровального отверстия при движении сточных вод нисходящим потоком, которые позволяют получить оптимальное соотношение диаметров в четырёх плоскостях (сечениях) внутренней поверхности фильтрования.

**Ключевые слова:** фильтрование, фильтровальный процесс, конноидальная форма, сужающийся диаметр, расширяющийся диаметр, диффузорно-конфузорные участки

---



Мовчан  
Сергей Иванович

## ВВЕДЕНИЕ

В поисках лучшего уровня жизни и экономической выгоды современное общество продолжает рассматривать воду только как ресурс, который свободно падает с неба, изобильный, неисчерпаемый и невосприимчивый к вредным антропогенным воздействиям [1].

Производить больше продукции с меньшими затратами водных ресурсов – это основной путь к водной безопасности. Современные технологии и методы водопользования позволяют сократить потребности в воде, в т. ч. промышленности на 40-90 %, при этом не теряются экономические показатели промышленного производства, а также сохраняются условия и качество жизни населения [2].

Ресурсосберегающие технологии, используемые на предприятиях водохозяйственного комплекса, играют существенную роль, и направлены на повышение надёжности и эффективности водоочистного оборудования и, самое главное, обеспечение экологической безопасности водных объектов.

Оценивая сложившую ситуацию в современных условиях водопользования, необходима разработка и внедрение методов модернизации существующих

локальных очистных сооружений таким образом, чтобы усовершенствовать их работу и увязать качество воды с вновь вводимыми нормативами безопасности жизнедеятельности, создав гарантированный барьер для небольшого числа токсикантов, в т. ч. гальваношламлов, содержащих тяжёлые металлы, для существенного снижения антропогенного воздействия на водные объекты [3, стр. 10].

## ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Фильтрование и фильтровальные процессы один из наиболее простых и эффективных способов отделения/разделения некоторых гетерогенных систем, относящихся к первой и второй группам, известных по классификации Л. А. Кульского [4].

Процесс фильтрования – известный способ очистки сточных вод, основывается на отделении механических примесей, взвешенных веществ и аналогичных загрязнений, который применяется в технологии водоподготовки и водоочистки, в том числе промышленных сточных вод [5, стр. 57].

Фильтрованием называют гидродинамический процесс разделения суспензий и эмульсий с использованием пористых перегородок или зернистых слоев, которые задерживают диспергированную фазу и пропускают жидкость. Суспензии разделяют фильтрованием в тех случаях, когда частицы загрязнений слишком медленно осаждаются либо, в случае необходимости, выделения твёрдой фазы, содержащей минимальное количество жидкости [6, 7]. Фильтрационные установки являются механическим способом разделения загрязненных жидкостей и применяются для очистки либо доочистки сточных вод после физико-химической или биологической очистки для последующего извлечения тонко диспергированных веществ, пыли, масел, смол, нефтепродуктов и др.

## АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Фильтрование рабочей жидкости происходит только через сквозные поры пористой перегородки. Не следует путать понятия «фильтрование» и «фильтрация». Фильтрация – самопроизвольное или преднамеренное прохождение жидкости через пористую среду, которое может сопровождаться отделением взвешенных частиц, задерживаемых пористой средой. Фильтрование – преднамеренно осуществляемый процесс фильтрации для разделения жидких неоднородных систем [5, стр. 57].

Кроме того, интенсификация процесса доочистки сточных вод фильтрованием позволяет повышать интенсивность работы составных частей систем водоснабжения за счёт фильтрования [8], что позволяет не только повысить качество обработки стоков, но и уменьшить гидравлические нагрузки и стоимость их обработки.

В статье представлены результаты разработки теории образования, обработки и утилизации сбросных (промывных) вод скрытых фильтров (контактных осветлителей) от станций водоподготовки. Показаны

этапы формирования сбросных (промывных) вод, факторы, влияющие на качество взвеси на каждом из этапов. Приведено математическое описание образования сбросных (промывных) вод, транспортировки по трубопроводам промканализации с учетом гидродинамического воздействия на частицы взвеси и тип применяемого для очистки природных вод реагента. Обработка описана двумя этапами – перемешиванием в камере хлопьеобразования и отстаиванием в статических условиях. Кроме того, предложен алгоритм выбора технологической схемы обработки промывных вод скрытых фильтров в зависимости от направления утилизации [9].

В работе [5, стр. 58] авторами рассматриваются три вида пористых перегородок, применяемых для фильтрования: сквозные поры, внутренние поры и слепые поры [5, стр. 58-59].

На процесс фильтрования влияют факторы и параметры, определяющие как эффективность самого процесса, так и надёжность всей технологической операции, в которой используется этот процесс.

Основные типы фильтров при фильтровании воды и растворов, по типу фильтрующих элементов различают следующие: сетчатые, тканевые, мембранные, намывные, волокнистые и зернистые. Первые четыре фильтра представляют собой пористые перегородки, последние два – объёмные элементы [10, стр. 94].



Рис. 1. Классификация основных типов фильтров при фильтровании воды и растворов

Представленная классификация основных типов фильтров, которая используется в различных отраслях хозяйственной деятельности, позволяет сделать вывод, что сам процесс фильтрования наиболее надежен и перспективен при разделении сточных вод, загрязненных некоторым спектром загрязнений.

В настоящее время появилось предложение по использованию различных фильтровальных материалов как минеральных, так и синтетических [11, 12].

Примерами синтетических материалов могут служить сипрон, полиуретан, полистирол, капронщетина, синтетическая вата [13, стр. 33].

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью исследования является оптимизация геометрических размеров диаметров и параметров отверстий, расположенных в вертикально расположенной фильтровальной перегородке.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Для увеличения пропускной способности фильтровального отверстия детально рассмотреть/ проверить соотношение размеров вертикально расположенного переменного диаметра формы внутренней поверхности фильтровального отверстия.

2. Уточнить/определить геометрические размеры и параметры диаметров отверстий, в условиях эксплуатации фильтровальных отверстий, опытным путём.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Специфика прикладных исследований, направленных на интенсификацию работы систем оборотного водоснабжения, состоит в оптимизации внутренней поверхности фильтровального отверстия в вертикально расположенной перегородке.

При этом необходимо учитывать особенности следующих видов фильтрования (рис. 2).



Рис. 2. Классификация видов фильтрования с образованием осадков: размерами, формой и степенью гидравлической характеристики

Характерным признаком фильтровального отверстия, расположенного вертикально в горизонтальной пластине, является то, что в отверстиях происходит несколько процессов. При этом необходимо учитывать форму и размеры (например, эффективный диаметр) частиц, концентрацию загрязнителей, скорость фильтрования, которая зависит от объёма обрабатываемых сточных вод, уровня и объёма расположенного над фильтровальной перегородкой (-ками) и др.

В этом случае необходимо отметить следующие обстоятельства:

- теоретические и лабораторные исследования по оптимизации фильтровального отверстия в вертикально расположенной перегородке проводились на основе общеизвестных теоретических зависимостей: уравнений неразрывности потока, и переноса количества движения;

- лабораторные исследования проводились на специально разработанных установках и оборудовании с использованием контрольно-измерительной техники, а полученные результаты обрабатывались математическим аппаратом;

- практические исследования позволили определить ресурсную оценку систем оборотного водоснабжения.

Рассматривая представленные общие положения по системам водопользования промышленных предприятий, описанные основные технологии очистки производственных сточных вод, авторами приведены некоторые инженерно-технические решения, используемые в некоторых конструкциях локальных аппаратов обработки сточных вод промышленных предприятий [17, стр. 83, 97].

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Известно, что критериями оценки качества очистки являются, в основном, высокий и стабильный коэффициент очистки, соответствующий грузоёмкости системы очистки. В данном случае, высокий и стабильный коэффициент очистки достигается оптимальными параметрами фильтрующего отверстия. При этом соответствующая грузоёмкость системы очистки имеет параметр мобильности, который регулируется по мере накопления различных загрязнений и применимой технологией «противотока» для очистки, т.е. удаления загрязняющих веществ в системах водоочистки.

На основании полученных ранее уравнений звеньев формы внутренней поверхности фильтровального отверстия предложен подход к увеличению пропускной способности отверстия [14], основанный на уменьшении потерь при прохождении сточных вод в фильтровальных отверстиях.

Теоретическими предпосылками фильтровального процесса, т.е. динамики течения нисходящего комбинированного течения (фильтрования) с изменяющимся живым течением в потоке жидкости являются:

– уравнение неразрывности потока:

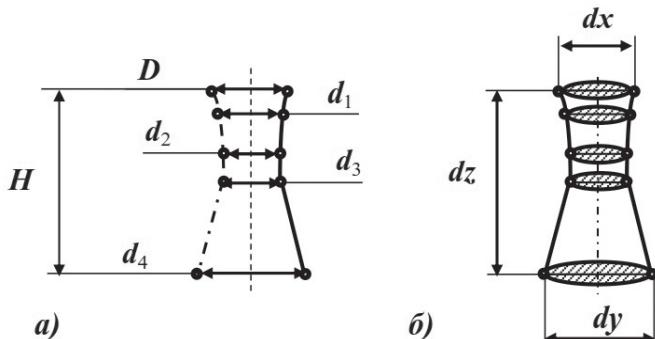
$$Q = \omega \cdot v, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + a \cdot \frac{\partial v}{\partial r} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial z} = - \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{1}{Re} \cdot \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial r} \right), \quad (2)$$

– уравнение переноса количества движения:

$$\frac{u}{\tau} + \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

Для исследования процесса фильтрования определим граничные плоскости, полученные вследствие обоснования выбора и построения формы отверстий [14], расположенных в горизонтально расположенных фильтровальных перегородках (рис. 3).



*Рис. 3. Схема вертикального фильтровального отверстия для пяти плоскостей (пяти точек): а – вертикальный разрез, с геометрическими размерами фильтровального отверстия; б – фильтровальные отверстия в пространственной системе координат: D, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>, d<sub>4</sub> – диаметры фильтровальных отверстий, расположенные сверху вниз, мм*

Расчётная схема построения внутренней поверхности фильтровального отверстия рассматривается для пяти плоскостей (пяти точек), наиболее оптимально приближаясь к форме конноидальной поверхности.

Исследуя гидродинамику процесса на основе оценки изменения параметров потока при переходе его из диффузора в конфузор и обратно, считаем, что поток одномерный, а переход адиабатный. Тогда, используя уравнение энергии и сплошности потока, согласно [15], можно записать следующие соотношения:

$$\frac{1}{u} \cdot \frac{du}{dx} = \alpha \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{ds}{dx} \quad (4)$$

$$\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dx} = \beta \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{ds}{dx} \quad (5)$$

$$\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dx} = \gamma \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{ds}{dx} \quad (6)$$

где  $u$  – скорость по оси потока, м/с;

$p$  – давление, Па;

$\alpha, \beta, \gamma$  – коэффициенты, зависящие от характера потока.

Анализируя уравнения (4)–(6), можно установить следующие закономерности:

1) в расширяющейся части комбинированного фильтровального отверстия переменного диаметра происходит торможение потока, определяемого на разных уровнях следующими зависимостями:

- на уровне  $d_3 - \frac{ds}{dx} > 0; \frac{du}{dx} < 0$ ;  $(7)$

■ при выходе из отверстия, на уровне

$$d_4 - \frac{ds}{dx} > 0; \frac{du}{dx} < 0. \quad (8)$$

2) в сужающейся части комбинированного фильтровального отверстия переменного диаметра происходит торможение потока, определяемого следующими условиями:

- на уровне  $D - \frac{ds}{dx} < 0; \frac{du}{dx} > 0$ ;  $(9)$

- на уровне  $d_1 - \frac{ds}{dx} < 0; \frac{du}{dx} > 0$ ;  $(10)$

- на уровне  $d_2 - \frac{ds}{dx} < 0; \frac{du}{dx} > 0$ ;  $(11)$

3) изменение давления в живых сечениях потока комбинированного фильтровального отверстия переменного диаметра обратны изменению скорости, т.е. давление в диффузоре возрастает, а давление в конфузоре убывает. Поэтому имеем следующие значения:

- на уровне  $D - \frac{ds}{dx} < 0; \frac{dp}{dx} < 0$ ;  $(12)$

- на уровне  $d_1 - \frac{ds}{dx} < 0; \frac{dp}{dx} < 0$ ;  $(13)$

- на уровне  $d_2 - \frac{ds}{dx} < 0; \frac{dp}{dx} < 0$ ;  $(14)$

- на уровне  $d_3 - \frac{ds}{dx} > 0; \frac{dp}{dx} > 0$ ;  $(15)$

■ при выходе из перегородки, на уровне

$$d_4 - \frac{ds}{dx} > 0; \frac{dp}{dx} > 0; \quad (16)$$

Таким образом, на основании уравнений (7)–(16) можно сделать вывод, что в комбинированном фильтровальном отверстии переменного диаметра, состоящем из диффузорно-конфузорных участков, происходит процесс изменения давления, что порождает упругую водную среду, которая соответствует реальной жидкости, которая практически несжимаемая.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Водный поток реальной жидкости перемещается при знакопеременном градиенте давления [Па], которое учитывается следующими условиями:

■ уравнением неразрывности потока:

$$\frac{u}{r} + \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \quad (17)$$

■ уравнением траектории движения частиц:

$$\frac{\partial z}{v \pm u_w} = \frac{\partial z}{u + u_w \cdot \frac{\omega^2 \cdot r}{g}}, \quad (18)$$

где  $u_w$  – гидравлическая крупность, м/с;

Величина связана с эффективностью обработки сточных вод эмпирической зависимостью. В знаменателе левой части уравнения (17) перед величиной  $u_w$  ставим знак «+» в случае, когда подвод воды происходит сверху аппарата, а знак «-», если подвод воды происходит с нижней части.

В конфузоре происходит образование пристеночных вихрей, которые срывают возвратное тече-

ние жидкости по стенкам и перемещают её вдоль оси потока. Особенно это активно происходит в сечении перехода от ступени к ступени [16, стр. 14], т.е., когда имеет место изменение диаметра (живого сечения) в комбинированном фильтровальном отверстии переменного диаметра.

В табл. 1 представлены геометрические размеры и параметры диаметров отверстий, которые получены в условиях эксплуатации фильтровальных отверстий опытным путём.

Фактический расход воды, проходящей через диаметры вертикально расположенного отверстия, определяли объёмным способом, т.е. прохождение некоторого объёма воды  $W [\text{м}^3]$  за время  $t [\text{с}]$ , с помощью электронных весов с дальнейшим определением расхода по формуле:

$$Q_{D_i} = \frac{W}{t}, \quad (19)$$

Теоретический расход от протекания воды через диаметры вертикально расположенного входного отверстия определяем по формуле.

$$Q_{D_i} = 3,14 \cdot H_H \cdot \frac{(D_n - d_{n+1})}{2 \cdot g \cdot p} \quad (20)$$

где  $D_n - d_{n+1}$  – разность диаметров, соответственно исследуемого и последующего,  $\text{м}^2$ ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$P$  – гидравлический напор, расположенный над фильтровальной горизонтальной перегородкой,  $\text{м}$ ;

$P = H_{n,H} + H$  – полный напор, с учётом толщины горизонтальной перегородки,  $\text{м}$ ;

$H_{n,H}$  – полный напор, расположенный над фильтровальной горизонтальной перегородкой,  $\text{м}$ ;

$H$  – толщина фильтровальной горизонтальной перегородки,  $\text{м}$ .

Коэффициент расхода в живых сечениях вертикально расположенного входного отверстия определяем по формуле:

$$\mu = \frac{Q_n}{Q_{n+1}}, \quad (21)$$

Таблица 1.

**Геометрические размеры и параметры диаметров отверстий**

№ п/п	Диаметры, мм		Соотношение диаметров, мм	Расстояние от верхней поверхности, $H/D; H/d_1; H/d_2; H/d_3; H/d_4$ , относительных единицах			
	$D$	$d_1$		вход			оптимальное
1.	$D$	$d_1$	$D/d_1$		повторности		
	1,1	0,95	1,16	0,285	0,287	0,288	0,289
	1,15	0,90	1,28	0,289	0,290	0,292	0,291
	1,20	0,85	1,41	0,290	0,292	0,293	0,291
	1,25	0,85					
2.	сужающийся						
	$d_1$	$d_2$	$d_1/d_2$		повторности		
	0,95	0,85	1,12	0,342	0,343	0,345	0,344
	0,90	0,80	1,125	0,349	0,349	0,350	0,348
	0,85	0,75	1,13	0,349	0,330	0,351	0,347
	0,8	0,7					
3.	сужающийся						
	$d_2$	$d_3$	$d_2/d_3$		повторности		
	0,85	0,75	1,13	0,391	0,393	0,397	0,395
	0,80	0,70	1,14	0,396	0,395	0,397	0,401
	0,75	0,65	1,15	0,393	0,396	0,398	0,403
	0,70	0,60					
4.	расширяющийся						
	$d_3$	$d_4$	$d_3/d_4$		повторности		
	0,75	0,95	0,79	0,499	0,450	0,451	0,453
	0,70	0,90	0,78	0,452	0,453	0,455	0,459
	0,65	0,85	0,76	0,454	0,455	0,457	0,458
	0,6	0,8					
	выход						

Примечание. 1. Диаметр выходного отверстия  $d_5$  принимается на уровне, большем на величину (1,25...1,5) от предыдущего диаметра, т.е. вертикально расположенного входного отверстия  $d_5 \geq 1,25...1,5 D$ . 2. В соотношении диаметров [мм] указано отношение в условных единицах, т.е. величина, равная отношению одного диаметра с последующим.

где  $Q_n, Q_{n+1}$  – расход, соответственно в исследуемом и последующем диаметрах, м<sup>3</sup>/с;

Интенсивное перемешивание водного потока, в аппаратах напорной флотации-коагуляции, являются зоны активного перемешивания водного потока, что ведёт к повышению эффективности передачи энергии потока сточных вод (загрязнённых стоков) к жидкости.

Кроме того, волновой, пульсационный характер потока снижает эффект «проскальзывания» частиц загрязнений без энергомассообмена, что повышает коэффициент полезного действия (КПД) процесса [16, стр. 14].

Применение фильтровального процесса при очистке сточных вод гальванического производства является обязательным условием эффективной обработки сточных вод и входит в технологические операции, не только позволяющие повысить производительность водоочистного оборудования, но и обеспечить очистку сточных вод, в том числе от загрязнений, характерных для гальванического производства: механические примеси, взвешенные вещества, масла и нефтепродукты и т.п. Непосредственно отделять фракции, содержащие ионы тяжёлых металлов, возможно только накапливающиеся в жидких отходах, когда технологией предусматривается их последующая утилизация.

Таким образом, одним из путей увеличения пропускной способности фильтрования является оптимизация внутренних размеров в живых сечениях вертикально расположенного отверстия.

## ВЫВОДЫ

Рассматривая процесс гидродинамического истечения жидкости нисходящим потоком, в вертикальные отверстия, расположенные в горизонтально установленной перегородке, отметим следующие выводы:

1. Интенсификация процессов обработки сточных вод, создание эффективных технологий, отдельных сооружений и элементов ставят своей целью обеспечение обработки/очистки/нейтрализации сточных вод, обеспечивающих экологическую безопасность водных объектов.

2. Фильтрование и фильтровальные процессы должны обеспечить выделение широкого спектра загрязнений, определяемых условиями эксплуатации водоочистного оборудования, или соответствующую степень обработки/очистки сточных вод,

3. Полученное, вследствие обоснования пяти плоскостей (для пяти точек), вертикального фильтровального отверстия расположенных в горизонтальной фильтровальной плоскости, форма которой приближена к конноидальной, обеспечивает эффективность фильтровального процесса.

4. Определена оптимальная форма вертикального фильтровального отверстия, которая способствует повышению пропускной способности, в пределах 5-7 %, учитывая физико-механические особенности водного раствора.

## Список литературы

1. S. Postel. *The last oasis. Facing water scarcity.* – London: Earthscan Publications Ltd., Worldwatch Institute, 1992. – 226 p.
2. Postel S. *The oasis. Facing water scarcity .* – London : Earthscan Publications LTD., Worldwatch institute, 1992. – 226 p.
3. Урецкий, Е. А., Николенко, И. В., Мороз, В. В. Разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий утилизации отходов сточных вод производств защитных покрытий и печатных плат: монография. Москва : РУСАЛЙНС, 2022. – 172 с.
4. Кульский Теоретические основы и технология кондиционирования воды (Процессы и аппараты) – Киев: Наукова думка, 1971. – 499 с.
5. Коновалов, В. М., Скрицкий, В. Я., Рокшевский, В. А. Очистка рабочих жидкостей в гидроприводах станков/В. М. Коновалов, В. Я. Скрицкий, В. А. Рокшевский// М: Машиностроение, 1976. – 288 с.
6. Фрог, Б. Н. Водоподготовка: учебное пособие / Б. Н. Фрог, Ф. П. Левченко – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 656 с.
7. Жужиков, В. А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. М.: Химия, 1971. – 440 с.
8. Гироль, Н. Н. Интенсификация процесса доочистки сточных вод фильтрованием / Н. Н. Гироль [текст]: / Дис. ... докт. техн. наук / Научный консультант д.т.н., проф. Н. Г. Журба, ХИСИ. – Х., 1993. – 384 с.
9. Бутко, Д. А. Теоретические аспекты систем обработки сбросных вод скважин фильтров / Д. А. Бутко. // Строительство и техногенная безопасность. Научно-технический журнал по строительству и архитектуре. – 2023. - № 30(82). – С. 67-74.
10. Куликов, Н. И. Теоретические основы очистки воды: учебное пособие / Н. И. Куликов, А. Я. Найманов, Н. П. Омельченко, В. Н. Чернышев. – Донецк: изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2009. – 298 с.
11. Аюкаев, Р. И., Мельцер, В. З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды. Справ. пособие Л.: Стройиздат, – 1985.
12. Журба, М. Г. Полистирольные фильтры. – М. 1996.
13. Оценка фильтрующих материалов при очистке поверхностного стока/В. Г. Пономарёв, И. И. Павлинова // Водоснабжение и сан. техника. 2006. № 6. – С. 33-37.
14. Николенко, И. В., Мовчан, С. И. Обоснование выбора и построение формы отверстий фильтровальных перегородок / И. В. Николенко, С. И. Мовчан // Яковлевские чтения-2023. Системы водоснабжения и водоотведения. Современные проблемы и решения [Электронный ресурс] : сб. докл. участ. XVIII Межд. науч-технич. конф. памяти академика РАН С. В. Яковleva (НИУ МГСУ, Москва 16-17 марта 2023 г.): / Министерство науки и высшего образования РФ, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, институт инженерно-экологического строительства и механизации. Электрон. дан. и прогр. (4,9 Мб). Москва: Издательство МИСИ – МГУ,

2023. – С. 45-51. <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/>.- Загл. с титул. экрана. ISBN 978-5-7264-3245-8 [https://library.ru/publisher\\_about.asp?pubsid=1474](https://library.ru/publisher_about.asp?pubsid=1474)
15. Гейер, В. Г., Дулин, В. С., Заря, А. Н. Гидравлика и гидропривод: Учебники для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. М: Недра, 1991. – 331 с.
16. Гого, В. Б., Малеев, В. Б., Булыч, А. С., Москаленко, С. В. Гидродинамика диффузор-конфузорной трубы / В. Б. Гого, В. Б. Малеев, А. С. Булыч, С. В. Москаленко // Промышленная гидравлика и пневматика. Винница, 2007. № 3 (17). – С. 13 – 14.
17. Интенсификация ресурсосберегающих технологий в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий : монография / И. В. Николенко, С. И. Мовчан. – Москва : РУСАЙНС, 2023. – 196 с.

# **ГЕРОЯМИ НЕ РОЖДАЮТСЯ: В ЛИЦЕЕ ДОННАСА ВНОВЬ ПОГОВОРИЛИ О ВАЖНОМ**

*Традиционно учебная неделя в Республиканском архитектурно-строительном лицее-интернате Донбасской национальной академии строительства и архитектуры началась с проведения внеурочного занятия из цикла «Разговоры о важном». В понедельник, 18 декабря, темой занятия, посвященного понятию героизма, были герои нашего времени.*

*На уроке педагоги и лицеисты рассуждали о том, что такое геройизм и как он проявляется в обычной жизни.*

*Урок прошёл в форме познавательной беседы с использованием презентаций, интерактивных элементов и видеоматериалов. Учителя привели примеры героического поведения, обсудили с ребятами качества, необходимые для совершения подвига, и рассказали, в каких ситуациях их можно проявить.*

*В качестве федерального спикера выступил бизнесмен, бывший морской пехотинец и доброволец специальной военной операции Юрий Гагарин. Он участвовал в боях за Мариуполь и помогал эвакуировать мирных жителей. За время службы в зоне специальной военной операции он спас 367 детей.*

*Учащиеся 10-11-х классов вспомнили героев, о которых они слышали на прошлых занятиях, узнали, какие подвиги могут совершить обычные люди, создавали открытки для тех, кто защищает Родину и рискует жизнью, чтобы спасти других.*

*Лицеисты обсудили выражение Суворова «героями не рождаются, героями становятся». Вспомнили об исторических личностях, которые защищали Родину и дали определение героизму и подвигу. На занятии ребятам предоставили ссылки и QR-коды на сайты общественных организаций и проекты, посвященные российским героям.*

*Было решено принять участие в акции «Корзина солдату».*

*Педагоги подчеркнули, что каждое время требует своих героев. В исторические моменты, моменты внешней угрозы, героями становились те, кто с оружием защищают страну.*

*«Мы помним наших воинов Великой Отечественной войны и других сражений. Мы видим, что герои есть и сейчас. Это те, кто спасает людей в экстремальных ситуациях. Когда же долг превращается в героический поступок? Когда люди, зная о глубокой опасности выбранного дела, жертвуют собой, здоровьем и часто жизнью ради других людей. Мы понимаем, что каждый из героев оказывается перед выбором: своя жизнь и здоровье или жизнь, здоровье и благополучие тех, кто рядом с ним, неважно, один – это человек или несколько сотен», – отметили учителя.*

*В конце занятия лицеисты пришли к выводу, что нравственный выбор – самый тяжелый выбор в жизни. И герой тот, кто позволяет себе его сделать в пользу других, в пользу своей Родины.*

# «Я В ДЕЛЕ!»: СТУДЕНТЫ ДОННАСА АКТИВНО УЧАСТВУЮТ В ПРОГРАММЕ ПО ПОПУЛЯРИЗАЦИИ МОЛОДЁЖНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА



В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры состоялся финальный этап Предпринимательского курса федеральной программы поддержки молодёжного предпринимательства «Я в деле». Десять лучших команд, две из которых состояли из студентов факультета экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости ДонНАСА, презентовали свои бизнес-идеи перед компетентным жюри.

В список экспертов вошли профессионалы из разных сфер – образование, промышленность, бизнес и IT: Алиса Анатольевна Генова – декан факультета экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», Сергей Васильевич Борщевский – проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», Таисия Николаевна Гладченко – доцент кафедры инновационного менеджмента и управления проектами ФГБОУ ВО «Донецкая академия управления и государственной службы», Сергей Владимирович Демиденко – заместитель руководителя Фонда поддержки малого и среднего предпринимательства Донецкой Народной Республики, Алексей Сергеевич Дорофеев – Заместитель председателя Народного Совета Донецкой Народной Республики, Председатель Регионального Отделения в Донецкой Народной Республике Политической партии «НОВЫЕ ЛЮДИ», Пётр Павлович Потапенко – предприниматель, ООО «ТОРГОВАЯ КОМПАНИЯ «АТЛАНТ 1», Богдан Борисович Ткачук – предприниматель, ООО «ЭНЕРГОЛИТ», Михаил Владимирович Фролов – начальник отдела координации и работы с молодёжными проектами и программами Министерства молодёжной политики Донецкой Народной Республики, Александра Валерьевна Штихова – доцент кафедры экономики предприятия и управления персоналом ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского».

По итогам рассмотрения эксперты определили команды-победители, презентовавшие наилучшие проекты. Команда «Пуф», состоящая из студентов факультета экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости, заняла почётное 3 место.

Важно отметить, что одной из ключевых целей программы «Я в Деле» является создание благоприятной среды для обмена опытом и идеями между студентами, преподавателями и успешными бизнесменами. «Я в Деле» – это уникальная инициатива, предоставляющая юным предпринимателям платформу для реализации своих идей и проектов.

Факультет экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости ДонНАСА приглашает всех желающих присоединиться к программе «Я в Деле» в следующем сезоне и начать развивать свой потенциал в сфере молодёжного предпринимательства. Вместе мы сможем создать новые возможности и внести свой вклад в развитие бизнеса и общества.

## **УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**Планируемый к изданию 26-й номер научно-практического журнала «Строитель Донбасса» будет включать статьи и сообщения, в которых излагаются результаты исследований и разработок по направлениям:**

### **СТРОИТЕЛЬСТВО**

- теория расчета строительных конструкций;
- работа материала в составе конструкции, работа материала в условиях хрупкого разрушения, при циклических воздействиях и т.п.;
- проблемы формообразования и оптимальное проектирование зданий и сооружений;
- нагрузки и воздействия на конструкции, здания и сооружения;
- экспериментальные исследования строительных конструкций;
- изготовление строительных конструкций;
- теоретические основы надёжности конструкций зданий и сооружений;
- обеспечение и прогнозирование эксплуатационной надёжности уникальных сооружений;
- техническая диагностика и мониторинг конструкций зданий и сооружений;
- теория формирования и совершенствования строительных технологий;
- анализ технологических процессов при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- системы комплексных строительных технологий при возведении зданий, сооружений и инженерных сетей;
- организация и управление строительным производством при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- технология и организация эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий и инженерных сетей;
- технология и организация ведения работ при демонтаже (разборке) зданий и сооружений;
- анализ эффективности применения основных строительных машин и механизмов при осуществлении строительно-монтажных, реконструктивных и демонтажных работ;
- строительные материалы.

### **ИНЖЕНЕРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

- интенсификация процессов биологической очистки городских сточных вод;
- современные экологически безопасные технологии обработки осадка, инновационные подходы к разделению иловых смесей в биологических реакторах;
- повышение эффективности работы систем подачи и распределения воды;
- оптимизация режима работы теплогенерирующего оборудования систем теплоснабжения;
- использование низкопотенциальной теплоты в системах тепло- и холодоснабжения;
- энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- обеспечение безопасности строительных объектов при возникновении ЧС техногенного характера;
- изучение методов предотвращения обрушения строительных объектов при катастрофах;
- повышение надежности систем городского хозяйства;
- развитие транспортных систем населенных пунктов;
- комплексная реконструкция территорий промышленных предприятий региона
- электротехника и автоматизация в строительстве.

## **АРХИТЕКТУРА**

- исследование проблем архитектуры, ее стилеобразования, эстетики и художественной выразительности;
- процессы формирования современной градостроительной среды объектов городской застройки;
- особенности развития садово-парковой и ландшафтной архитектуры в современных социально-экономических условиях;
- разработка основных положений и приоритетных подходов к сохранению и развитию архитектурно-исторической среды в рамках концепции устойчивого развития городских территорий;
- определение фундаментальных основ и приоритетных подходов развития и совершенствования жилищной архитектуры в условиях нового строительства и реконструкции;
- особенности формирования архитектурной среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа;
- исследование региональных особенностей архитектуры зданий и сооружений и их комплексов, в том числе объектов историко-архитектурного культурного наследия;
- определение научных и практических направлений развития архитектурно-градостроительной реконструкции зданий и сооружений, городских территорий гражданского и промышленного назначения;
- прогнозные исследования в области архитектурной модернизации промышленных зданий и сооружений;
- теоретические и экспериментальные основы градостроительного использования нарушенных территорий в промышленных городах.

## **ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НЕДВИЖИМОСТИ**

- актуальные вопросы экономики строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- теоретические и прикладные аспекты управления проектами;
- новое в экспертизе и управлении недвижимостью;
- инвестиционные проблемы развития промышленного и гражданского строительства;
- цифровая экономика в строительстве: перспективы развития;
- кадровое обеспечение строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- отраслевые приоритеты научных исследований в области экономики и управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством.

## **ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ**

- автотранспортное обеспечение строительного комплекса;
- совершенствование конструкции, рабочего процесса и технологии ремонта современных автотранспортных средств;
- эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;
- подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование;
- повышение комплексной безопасности технологического процесса при использовании наземных транспортно-технологических машин;
- физико-химическое материаловедение транспортно-технологических машин и оборудования;

**Материалы просим направлять до 9 февраля 2024 г. по адресу:**

**286123, РФ Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, ул. Державина, дом. 2,  
ФГБОУ ВО «ДОННАСА». Электронная почта: strdon@donnasa.ru**

**При подаче материалов придерживайтесь «Требований для авторов»  
с целью обеспечения наиболее быстрой публикации ваших статей.**

**С уважением, редакционная коллегия**

# ПРЕДСТАВИТЕЛИ ДОННАСА ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ В МОСКВЕ

Делегация Донбасской национальной академии строительства и архитектуры в составе декана факультета дополнительного профессионального образования Натальи Пушкиревой, ученого секретаря Марины Гутаровой и начальника отдела развития карьеры и содействия трудоустройству Анастасии Прокопенко приняла участие в VIII Международном форуме «Россия и мир: новые стены или новые правила?». Форум проходил в Финансовом университете при правительстве Российской Федерации в Москве с 21 по 23 ноября.

Участников форума приветствовал министр финансов России Антон Силуанов.

В дискуссии также приняли участие заместитель Председателя Совета Федерации Федерального собрания РФ Николай Журавлев, Полномочный представитель Президента РФ в Центральном федеральном округе Игорь Щёголев, руководитель Россотрудничества Евгений Примаков, президент-председатель Правления ПАО Банковской финансовой корпорации «Открытие» Михаил Алексеев, президент РСПП Александр Шохин, научный руководитель Института народнохозяйственного прогнозирования РАН Борис Порфириев, председатель Комитета Совета Федерации по международным делам Григорий Карасин и президент Международного форума стран БРИКС Пурнима Ананд.



Участники подчеркнули значимость выстраивания новых объективных принципов сотрудничества государства и бизнеса, поддержки ключевых отраслей экономики, развития промышленности и социальной сферы.



ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



РФ ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2



+38(0623) 43-70-33



[mailbox@donnasa.org](mailto:mailbox@donnasa.org)