

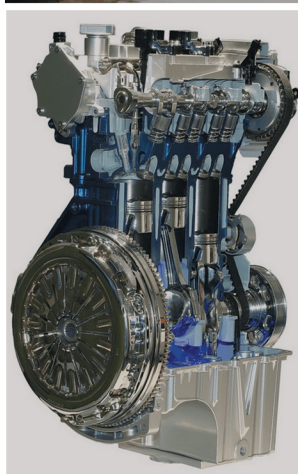


ISSN 2617-1848

СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (14) МАРТ 2021



НАШИ ПАРТНЕРЫ:



Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства ДНР



Министерство образования
и науки ДНР

ДАН СТАРТ ПОДГОТОВКЕ К ЮБИЛЕЮ: «50 ЛЕТ С ДАТЫ ОСНОВАНИЯ АКАДЕМИИ!»



С первого января 2021 года в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры дан старт подготовке к 50-летию юбилею Академии и 75-летию высшей инженерно-строительной школы в Донбассе. Это знаковое событие не только для Академии, но и для всей строительной отрасли Донбасса. За годы своего существования в Академии подготовлено свыше 45 тысяч профессионалов, которые успешно трудятся на предприятиях строительной и смежных отраслей в Донецкой Народной Республике и многих других странах мира. В числе выпускников ДонНАСА выдающиеся инженеры-строители, архитекторы, учёные.

Юбилейный год будет наполнен разнообразными событиями: научными конференциями, форумами, конкурсами, выступлениями студенческих творческих коллективов, спортивными соревнованиями и завершится торжественными мероприятиями осенью 2022 года.

Для освещения событий юбилейного года на официальном сайте ГОУ ВПО «ДОННАСА» открыт тематический раздел, посвященный 50-летию Академии и 75-летию начала подготовки инженеров-строителей в Донбассе, который будет постоянно обновляться информацией об истории ВУЗа и подготовке к юбилейным мероприятиям.

Академия приглашает выпускников, студентов, преподавателей и всех, кто связывает важные вехи своей жизни с многолетней историей МИСИ-ДОННАСА, принять участие в подготовке и проведении юбилейных мероприятий.



**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И
АРХИТЕКТУРЫ»**

Система менеджмента качества Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (ДонНАСА) в области высшего профессионального образования и научных исследований соответствует стандартам ISO 9001.

Специальности "Промышленное и гражданское строительство", "Автомобильные дороги и аэродромы", "Городское строительство и хозяйство", "Архитектура зданий и сооружений" аккредитованы объединенной комиссией экспертов (Joint Board Moderators – JBM, Великобритания) в соответствии с требованиями SARTOR. Учебные программы по направлениям подготовки «Экономика предприятия» и «Менеджмент» сертифицированы International Education Society Ltd. (IES, Великобритания).

ДонНАСА – Член Ассоциации строительных факультетов Европейских стран (AECEF), член Ассоциации строительных вузов стран СНГ (АСВ), победитель Всеукраинского конкурса качества продукции "100 лучших товаров Украины-2004" в области предоставления образовательных услуг.

THE JOINT BOARD OF MODERATORS



The Institution of Structural Engineers



The Institution of Civil Engineers



Chartered Institution of Building Services Engineers



International Education Society



TÜV CERT



The Association of European Civil Engineering Faculties



International Association of Engineering Institutions



100

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор	Е.В. ГОРОХОВ, д. т. н., профессор
Зам. главного редактора (научный редактор)	Н.М. ЗАЙЧЕНКО, д. т. н., профессор
Выпускающий редактор	Н.Х. ДМИТРИЕВА
Ответственный редактор	Б.В. КЛЯУС

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ГОУ ВПО «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

286123, Донецкая Народная Республика,
г. Макеевка, ул. Державина, 2, ГОУ ВПО «ДОННАСА»
Web: strdon.donnasa.ru. Электронная почта: strdon@donnasa.ru
Контактный телефон: (071) 363–74–63

Печатается по решению Ученого Совета
ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»
Протокол № 6 от 08.02.2021

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

«Свободная цена»

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации № 000217, выдано 18.03.2019 года
Министерством информации
Донецкой Народной Республики

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 22.03.2021. Формат 60 × 90¹/₈.
Бум. мелов. Усл. печ. л. 7,40. Тираж 300 экз. Заказ № 15.

ООО «Издательско-полиграфическое предприятие «Проминь»
283059, г. Донецк, пр. Ильича, 109а
Свидетельство о государственной регистрации № 27235,
выдано 03.12.2014 года Департаментом государственной
регистрации Министерства доходов и сборов
Донецкой Народной Республики

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агеев В.Г. — НИИГД «Респиратор», ДНР
Бенаи Х.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Большаков А.Г. — ИрННТУ, РФ
Братчун В.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Брюханов А.М. — ГУ МакНИИ, ДНР
Бумага А.Д. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Высоцкий С.П. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Гайворонский Е.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Горожанкин С.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Горохов Е.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Дорофиев В.В. — ГОУ ВПО «ДонаУиГС при Главе ДНР»
Долженков А.Ф. — ГУ МакНИИ, ДНР
Дрозд Г.Я. — ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. Даля»
Ефремов А.Н. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Зайченко Н.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Иванов М.Ф. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Куликов Н.И. — ЮРГПУ (НПИ), РФ
Левин В.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Левченко В.Н. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Лобов И.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Лобов М.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Лукьянов А.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Мамаев В.В. — НИИГД «Респиратор», ДНР
Муксинов Р.М. — КРСУ, Кыргызстан
Мушанов В.Ф. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Нагаева З.С. — ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ
Назим Я.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Найманов А.Я. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Насонкина Н.Г. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Наумец С.С. — МИНСТРОЙ ДНР
Нездойминов В.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Нечепав В.Г. — ГОУ ВПО «ДонНТУ», ДНР
Олексюк А.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Пенчук В.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Петраков А.А. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Пономоренко Е.В. — СамГТУ, РФ
Радионов Т.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Севка В.Г. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Семченков Л.В. — МИНСТРОЙ ДНР
Сердюк А.И. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Тищенко В.П. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Шаленный В.Т. — ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», РФ
Шолух Н.В. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР
Югов А.М. — ГОУ ВПО «ДОННАСА», ДНР

СОДЕРЖАНИЕ

**ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ,
СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

С. А. Горюжанкин, Н. В. Савенков, В. В. Поныкин
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ДВС АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ M₁
НА ПУТЕВОЙ РАСХОД ТОПЛИВА
С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСМИССИЙ... 4

А. Я. Бабанин, А. В. Чухаркин
ВЛИЯНИЕ ВИДА ТОПЛИВА НА НАДЕЖНОСТЬ
РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЗЛА
«КЛАПАН – СЕДЛО – НАПРАВЛЯЮЩАЯ
ВТУЛКА» ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО
МЕХАНИЗМА ДВС..... 10

В. А. Пенчук, В. В. Пенчук, Н. А. Юрченко
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
И БЕЗОПАСНОСТИ АВАРИЙНО-
СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ
МАШИН 16

А. Д. Бумага, С. В. Крахин, Д. Д. Гаевой
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ПЕРЕОБОРУДОВАННОГО АВТОБУСА
ЛАЗ-695НГ 21

**РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

А. В. Михайлов
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО И
ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-
ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ С УЧАСТИЕМ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И ДРУГИХ ВИДОВ
ТРАНСПОРТА (на примере г. Донецк) 24

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Д. В. Выборнов, М. С. Марченко
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ..... 33

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
И РЕАБИЛИТАЦИИ МАЛОМОБИЛЬНЫХ
ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ
ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА**

Т. В. Радионов, С. А. Андреева
АРХИТЕКТУРНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
И РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ,
ПОДЛЕЖАЩИХ РЕКОНСТРУКЦИИ:
на примере городов Донбасса..... 40

НОВОСТИ 45

SUMMARY

S. A. Gorozhankin, N. V. Savenkov, V. V. Pomyakin

THE MAIN PARAMETERS' INVESTIGATION OF
INTERNAL COMBUSTION CARS ENGINES' OF CATEGORY
M1 FOR TRACK FUEL CONSUMPTION WITH VARIOUS
TYPES OF TRANSMISSIONS

In our research are determined the influence of such of spark
automobile piston internal combustion engines' parameters as:
working volume, nominal crankshaft speed, ratio of piston stroke
to cylinder diameter, maximum effective power developed by the
engine on the road fuel consumption of vehicles of category M1
under conditions of a driving cycle. Calculations, which had been
using the DIESEL-RK thermodynamic program, the Mathcad
computer algebra system, as well as the developed algorithms for
the numerical simulation of the car movement process, were made
both for the urban fragment of the NEDC driving cycle and for
the conditions of the World Harmonized Driving Cycle WLTC.
The research was carried out for different variants of the power
plant: for a stepped mechanical transmission and for two variants
of a continuously variable transmission, differing by the efficiency
characteristics. The results of our research are giving a possibility
for rational choosing the main parameters of internal combustion
engine, depending on the type of vehicle transmission and its'
operating conditions.

A. V. Chukharkin, A. Ya. Babanin

THE TYPE'S OF FUEL INFLUENCE ON THE RELIA-
BILITY OF THE PROCESS UNIT'S OPERATION "VALVE -
SADDLE - GUIDE BUSHING" OF THE GAS DISTRIBUTION
MECHANISM

We are researching different types of internal combustion
engines, which are working on various types of fuel, as: compressed
natural gas (methane) and liquid fuels (gasoline, diesel fuel). Basing
on the results of this research we had been determined the main
streams of increasing the resource of its operation by improving
the technological unit "valve - seat - guide sleeve". First stream is:
imparting higher mechanical and service properties to the working
edges of the valve and seat, ensuring resistance to high-temperature
gas corrosion and impact deformation. And next direction of this
improving work is increasing the resistance to wear of the mating
surfaces "valve stem - guide sleeve" to prevent the valve from skewing
when it's moving in the vertical set.

V. A. Penchuk, V. V. Penchuk, N. A. Yurchenko

THE EFFICIENCY AND SAFETY IMPROVING
OF RESCUE OPERATIONS BY USING HOISTING MA-
CHINES

Military activities, natural and other disasters are adducting
to the total and partly destruction of buildings and structures.
These damages, in their turn, are leading to suffering, wounds and
even death of people. The aims of rescue operations are finding
and releasing people, who are trapped in blockade zone, and
providing them with medical aid. The efficiency of rescue operation
belongs on many points: fast getting of actual data, selection of a
machines' set, traffic's route etc. The hoisting machines are using
in rescue operations so often. The crane operator cannot always
see his working tool – the hook – when he is unblocking blockade
zone. That's why he needs to use slingers' signals. It's significantly
increases the time, which takes to save people under blockade. The
management efficiency and using safety during rescue operations
may be improving, if we will use video system of control in hoisting
machine's working zone. The ViSUM video surveillance system has
been tested on the overhead crane. As we see in test, it can provide
real-time visibility of the lifting mechanism and the load's position,
when crane is using on rescue operation.

A. D. Bumaga, D. D. Gaevoy, S. V. Krahin

TO MOTION'S STABILITY INDICATORS DETERMI-
NATION OF THE CONVERTED LAZ-695NG BUS

In our research you can see, that the majority (80%) accidents
with converted transport are happened course of technical reasons.
This is due to aberration in work of four main systems, which are
determining the active safety of vehicles. Two of four these main
systems are controllability and stability of transport movement.
Re-equipment, which is changing the distribution of mass between
the axes and the coordinate of the center of mass in height, may
leads to controllability's and stability of movement violation.

SUMMARY

The LAZ-695NG bus, converted into gas modification with the installation of gas cylinders on the bus's roof is a typical example of this irrational re-equipment. That's why this bus needs to be checked not only for static stability, but also for traffic stability too.

A. V. Mikhailov

ANALYSIS OF THE EXISTING AND PROSPECTIVE DEVELOPMENT OF TRANSPORT HUBS WITH THE PARTICIPATION OF RAILWAY AND OTHER TRANSPORT'S TYPES (USING DONETSK CITY AS EXAMPLE)

The existing and prospective development of transport hubs with the participation of railway transport and other types of it in Donetsk city are describing in this article. The main global trends in the formation and development of transport hubs are considered here. The current state of transportation by rail, air and road transport in our region and the Donetsk city in particular analyzed. The existing functional zoning's of the territory around the railway station "Donetsk-2" diagram is given. The results of a field survey of traffic flows at the "Motel" transport hub are presented. The number of moving vehicles in the considered transport hub were obtained and the cartogram was built in the directions of travel. Recommendations for unloading the Donetsk highway by a duplicate road's creation are offered. We are recommended to create an intercept parking, which will help to reduce the number of cars, entering the city. A schematic diagram of the Donetsk-2 transport interchange hub is presented. In the end, we are giving general conclusions about development of transport hubs and adjacent territories in Donetsk city and region.

D. V. Vybornov, M. S. Marchenko

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE RELIABILITY OF HEATING NETWORKS

The main reason of the destruction the linear part of heat and power systems' is corrosive wear of the pipe's metal. Because of the recent use of hermetically sealed heat-insulating structures of pipelines (on the pipe's outside), it's residual life is often determined by corrosive wear on the inner "unprotected" side of the pipes. The speed assessment of this destruction is extremely important for predicting emergency situations and planning repairs of the linear part of the system's sections. Pipelines' of heating networks transporting high-temperature water reliability is considered in this article. Some factors, which are influencing the reliability and service life of heating networks, are discovered here. Based on our calculations, the dependence of failures' flow on pipes' diameter, the type of pipeline insulation, the conditions and environment in which the pipeline is located, and its service life have been established. Also the methodology for predicting failures of heat supply systems, taking into account the intensity of internal corrosive wear, is considered here, and the calculation results for it are presented in our article too. Besides, the internal corrosion rate of water heating networks pipelines' assessment has been carried out. The methodology is applicable to carbon structural steel pipes.

T. V. Radionov, S. A. Andreeva

ARCHITECTURAL IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF MEDICAL INSTITUTIONS, WHICH ARE NEED TO BE RECONSTRUCTED (ON DONBASS CITIES' EXAMPLE)

Taking into account the global agenda and the events of recent years, the need for the development of health care institutions is beyond doubt. The basic aims of this development are: improving the quality of treatment, the conditions of patients' staying in medical centers, as well as the working conditions for doctors and other healthcare workers. This article is researching the problem of architectural improvement and development of medical institutions, which are need to be reconstructed. This problem is relevant for the entire post-Soviet space and for Donbass in particular, if taking into account the current difficult socio-economic and geopolitical situation in the region. The article outlines the latest trends in medical institutions' design, and also considers the problem of existing medical complexes' inconsistency with these trends. The authors of the article considered modern approaches, that allows in the process of reconstruction to improve the architecture of medical institutions, to consider the possibility of developing the typology of institutions in this industry, to increase the comfort of the environment for the stay of patients and the doctors' work.

СОДЕРЖАНИЕ

LIFTING AND TRANSPORTATION, CONSTRUCTION, ROAD MACHINES AND EQUIPMENT

S. A. Gorozhankin, N. V. Savenkov, V. V. Ponyakin

THE MAIN PARAMETERS' INVESTIGATION OF INTERNAL COMBUSTION CARS ENGINES' OF CATEGORY M₁ FOR TRACK FUEL CONSUMPTION WITH VARIOUS TYPES OF TRANSMISSIONS..... 4

A. Ya. Babanin, A. V. Chukharkin

THE TYPE'S OF FUEL INFLUENCE ON THE RELIABILITY OF THE PROCESS UNIT'S OPERATION «VALVE - SADDLE - GUIDE BUSHING» OF THE GAS DISTRIBUTION MECHANISM..... 10

V.A. Penchuk, V. V. Penchuk, N. A. Yurchenko

THE EFFICIENCY AND SAFETY IMPROVING OF RESCUE OPERATIONS BY USING HOISTING MACHINES 16

Bumaga A.D., Krahin S.V., Gaevoy D.D.

TO MOTION'S STABILITY INDICATORS DETERMINATION OF THE CONVERTED LAZ-695NG BUS..... 21

DEVELOPMENT OF TRANSPORTATION SYSTEMS OF SETTLEMENTS

A. V. Mikhailov

ANALYSIS OF THE EXISTING AND PROSPECTIVE DEVELOPMENT OF TRANSPORT HUBS WITH THE PARTICIPATION OF RAILWAY AND OTHER TRANSPORT'S TYPES (USING DONETSK CITY AS EXAMPLE)..... 24

INCREASING THE RELIABILITY OF URBAN SYSTEMS

D. V. Vybornov, M. S. Marchenko

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE RELIABILITY OF HEATING NETWORKS 33

FEATURES OF THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF LIFE AND REHABILITATION OF SMALL-MOBILE POPULATION IN THE CITIES OF THE INDUSTRIAL TYPEA

T. V. Radionov, S. A. Andreeva

ARCHITECTURAL IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT OF MEDICAL INSTITUTIONS, WHICH ARE NEED TO BE RECONSTRUCTED (ON DONBASS CITIES' EXAMPLE)..... 40

NEWS..... 45

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВС АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ M_1 НА ПУТЕВОЙ РАСХОД ТОПЛИВА С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСМИССИЙ

С. А. Горожанкин, д.т.н., профессор; Н. В. Савенков, к.т.н., доцент; В. В. Понякин
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. В работе определено влияние таких параметров искровых автомобильных поршневых ДВС как: рабочий объём, номинальная частота вращения коленчатого вала, отношение хода поршня к диаметру цилиндра, развиваемая двигателем максимальная эффективная мощность на путевой расход топлива АТС категории M_1 в условиях ездового цикла. Расчёты с применением термодинамической программы ДИЗЕЛЬ-РК, системы компьютерной алгебры Mathcad, а также разработанных алгоритмов численного моделирования процесса движения автомобиля произведены как для городского фрагмента ездового цикла NEDC, так и для условий Всемирного гармонизированного ездового цикла WLTC. Исследование выполнено для различных вариантов силовой установки: для ступенчатой механической трансмиссии и для двух вариантов бесступенчатой трансмиссии, отличающихся характеристиками КПД. Полученные результаты позволяют выполнять рациональный выбор основных параметров ДВС в зависимости от типа трансмиссии АТС и режимных эксплуатационных условий.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, автомобиль, эффективный удельный расход топлива, эффективная мощность, КПД, путевой расход топлива, ездовой цикл.



Горожанкин
Сергей Андреевич



Савенков
Никита Владимирович



Понякин
Виктор Владиславович

На протяжении всей своей истории конструкция автомобиля постоянно совершенствовалась. Для дорожных АТС этот процесс сначала проходил в плане борьбы производителей за большую удельную мощность, а в последующем — за топливную экономичность и экологичность.

Создание экономичного автомобиля без потери при этом его удельной мощности (энерговооружённости), необходимой для выполнения транспортной работы, позволило внедрение аэродинамического дизайна кузова, повышение степени сжатия ДВС с одновременным применением высокооктановых бензинов, дизельных двигателей, агрегатов наддува, комплексных мехатронных систем управления рабочими процессами в силовых установках, применение коробок передач с большим диапазоном и плотностью ряда передаточных чисел.

В настоящей статье рассмотрено влияние основных параметров ДВС, трансмиссии и режимных условий эксплуатации на путевой расход топлива, а также предложен подход по рациональному выбору этих параметров для автомобилей перспективных конструкций.

В качестве основных параметров ДВС, определяющих его номинальные эффективные показатели и опорные точки соответствующих нагрузочно-скоростных характеристик, приняты: количество цилиндров и рабочий объём, номинальная частота вращения коленчатого вала, отношение хода поршня к диаметру цилиндра (S/D), развиваемая двигателем максимальная эффективная мощность N_{emax} [1].

Рабочий объём цилиндра (V_h) является ключевым параметром ДВС и совместно с частотой вращения коленчатого вала оказывает ключевое влияние

на процессы теплообмена между рабочим телом и деталями двигателя, на механический КПД агрегата, а также на часовой расход топлива в режиме холостого хода.

Параметр S/D связан непосредственно со средней скоростью поршня (V_{cp}) и мощностью двигателя. Его уменьшение оказывает благоприятное влияние на быстроходность двигателя, на газообмен при высоких частотах вращения, а также на механический КПД. С ростом S/D улучшаются эффективные показатели ДВС на относительно низких и средних частотах вращения (таблица 1).

Таблица 1.

Ретроспектива типовых отношений S/D серийных автомобильных ДВС

Модельный год	1912	1922	1932	1941
Отношение S/D	1.91	1.51	1.27	0.89

Одним из методов повышения удельной мощности двигателя является его форсирование по частоте вращения. При этом, в общем случае (при условии обеспечения приемлемого газообмена), за счет сокращения времени рабочего цикла уменьшаются потери тепла и утечки рабочего тела. Это несколько повышает величину среднего индикаторного давления и (как следствие) индикаторный КПД, однако ввиду

большей скорости поршня приводит к ухудшению механического КПД.

Предельные коэффициенты сжатия в двигателе ограничиваются порогом детонации и скоростью нарастания давления в цилиндре.

Комплексное воздействие приведенных выше параметров, а также множества других, определяет форму и значения нагрузочно-скоростных характеристик эффективных показателей ДВС, в частности – развиваемой мощности и соответствующего удельного расхода топлива. Сочетанием этих показателей обусловлен часовой расход топлива двигателя, интегральная сумма от функции которого по времени движения автомобиля определяет предмет выполнения настоящего исследования – путевой расход топлива.

Взаимосвязь развиваемой номинальной мощности ДВС и соответствующего удельного эффективного расхода топлива с рабочим объемом цилиндра, отношением S/D и номинальной частотой вращения коленчатого вала определена с помощью термодинамической программы ДИЗЕЛЬ-РК [2], которая предназначена для расчета и оптимизации двухтактных и четырехтактных двигателей внутреннего сгорания.

В качестве исходных данных к расчету выбраны параметры ДВС (общие для всех рассмотренных конфигураций), указанные в таблице 2.

Таблица 2.

Исходные данные к тепловому расчёту

№	Параметры	Значения
1	Тип двигателя	бензиновый, искровой, четырехтактный, без наддува
2	Конфигурация КШМ	рядный 4-х цилиндровый
3	Относительная длина шатуна	0.323
4	Степень сжатия	9*
5	Материал поршня	алюминиевый сплав
6	Материал крышки цилиндра	
7	Количество поршневых колец	3
8	Количество клапанов на цилиндр	2
9	Тип системы охлаждения	жидкостная
10	Способ подачи топлива	впрыск в клапанный канал
*принята постоянной для всех рассматриваемых вариантов конфигураций ДВС		

При выполнении расчетов в выбранной программной среде температура крышки цилиндра определена путем решения задачи теплопроводности для многослойной стенки, средняя толщина стенки огневой поверхности крышки цилиндра принималась как $0,07 \cdot D$. Средняя температура поршня вычислялась пропорционально температуре крышки цилиндра.

Расчет коэффициента теплоотдачи в цилиндре выполнен на основании формулы Вошни. Расчетное давление жидкости в системе охлаждения 1,7 бар, температура 363 К.

Для определения среднего давления механических потерь принималась зависимость $p_m = A \cdot V_{cp} + B \cdot p_e$, где V_{cp} – средняя скорость поршня ($V_{cp} = (S \cdot n_N / 30)$), p_e – среднее индикаторное давление в цилиндре, A и B – коэффициенты режимных и конструктивных особенностей ДВС: $A = 0,1$; $B = 0,092$.

Время-сечение открытия клапанов задавалось для кулачков распределительного вала с трёхрадиусной поверхностью на основании рекомендаций, приведенных в [1].

Результаты расчёта значений эффективных показателей на номинальном режиме работы показаны на рис. 1 в виде семейства диаграмм, каждая из которых построена в координатах номинальной частоты вращения коленчатого вала ДВС и рабочего объема цилиндра (для 4-х цилиндрового ДВС), а также соответствует определенному отношению S/D . Исследование влияния рассматриваемых в настоящем исследовании параметров и показателей ДВС на топливную экономичность автомобиля в условиях ездового цикла (ЕЦ) выполнено на основе численного моделирования процесса движения АТС категории M_1 в условиях ездового цикла.

Для этого в программной среде Mathcad был разработан и применен специальный комплекс компьютерных программ. Соответствующая математическая модель нагрузочно-скоростных характеристик двигателя представлена зависимостями (1) и (2) [3], величины N_{emax} , g_{eN} и ω_N которых определяются диаграммами, приведенными на рис. 1.

$$N_e(\omega, k, \varepsilon) = N_{e\max} \cdot k \cdot \left[a \cdot \frac{\omega}{\omega_n} + b \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 + c \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^3 \right] - J_M(\omega, \varepsilon) \quad \text{кВт/ч} \quad (1)$$

$$g_e(\omega, k) = g_{eN} \cdot (a_u - b_u \cdot k + c_u \cdot k^2) \cdot [1,23 - 0,792 \frac{\omega}{\omega_n} + 0,58(\frac{\omega}{\omega_n})^2], \quad \text{г/(кВт·ч)} \quad (2)$$

где $N_{e\max}$ — номинальная эффективная мощность ДВС, кВт;

k — коэффициент использования мощности;

a, b, c , — полиномиальные коэффициенты (для бензинового ДВС $a = b = 1; c = -1$);

ω — частота вращения коленчатого вала, рад/с;

ω_n, ε — соответственно номинальная частота вращения (рад/с) и угловое ускорение (рад/с²) коленчатого вала;

J_M — момент инерции маховых масс ДВС, приведенный к оси вращения коленчатого вала, кг·м²;

g_{eN} — эффективный удельный расход топлива на номинальном режиме работы, г/(кВт·ч);

a_u, b_u, c_u — полиномиальные коэффициенты (для бензинового двигателя $a_u = 2,75, b_u = 4,61, c_u = 2,86$).

Параметры АТС, входящие в уравнение мощностного баланса прямолинейного движения (3), приведены в таблице 3. Данные величины являются характерными для автомобилей категории М₁ — т.е. входящими в диапазоны типовых значений [3].

$$N_e = \frac{N_B + N_D + N_I}{\eta_t} = \frac{V \cdot \left[\frac{1}{2} g \cdot F \cdot C_x \cdot V^2 + f_v \cdot m_u \cdot g + m_u \cdot j \right] + n_k \cdot J_k \cdot \frac{j \cdot V}{r_k^2}}{\eta_t}, \quad \text{кВт} \quad (3)$$

где N_B, N_D, N_I — соответственно мощности сил сопротивления воздушной среды, движению и инерции;

η_t — КПД трансмиссии;

V — линейная скорость движения АТС, м/с;

ρ — плотность воздушной среды, кг/м³;

j — линейное ускорение АТС, м/с²; n_k — количество колес.

$$J_k = \frac{\psi \cdot M_{eN}}{g \cdot \omega_N^2}, \quad \text{кг·м}^2 \quad (4)$$

$$\omega = \frac{V \cdot U_{\kappa n} \cdot U_{\varepsilon n}}{r_k}, \quad \text{рад/с} \quad (5)$$

$$\varepsilon = \frac{j \cdot U_{\kappa n} \cdot U_{\varepsilon n}}{r_k}, \quad \text{рад/с}^2 \quad (6)$$

Расчеты топливной экономичности в условиях ЕЦ выполнены для различных вариантов трансмиссий — для механической 5-ти ступенчатой с ручным управлением и сухим сцеплением (является одной из относительно распространенных), а также для бесступенчатой трансмиссии (вариатор). При этом высшие и низшие ПЧ ступенчатой КП определены по условию преодоления максимального сопротивления движению и достижения максимальной скорости соответственно (на основе рекомендаций [4]), а ряд ПЧ промежуточных передач построен по закону геометри-

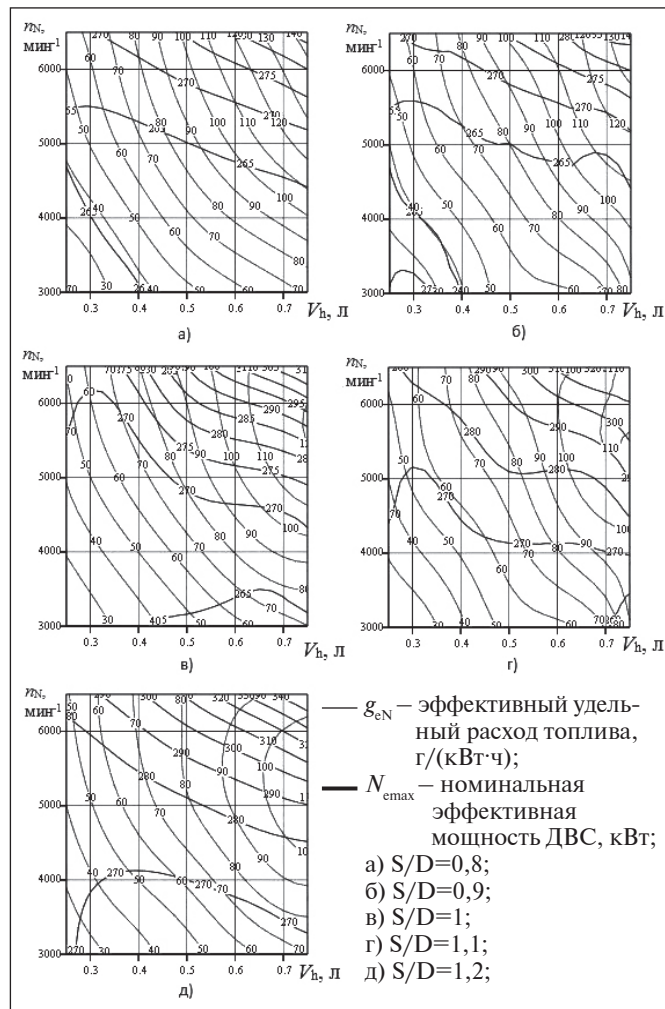


Рис. 1. Результаты расчёта эффективных показателей ДВС на номинальном режиме в программе ДИЗЕЛЬ-РК

ческой прогрессии (традиционный вариант распределения, обеспечивающий хорошую интенсивность разгона автомобиля и возможность длительного движения при повышенном сопротивлении дороги [3]).

Таблица 3.

Выбранные для исследования параметры и показатели АТС

№ п/п	Параметры и показатели	Обозначения	Ед. изм.	Значения
1	Испытательная масса	ми	кг	1480
2	Ширина/высота автомобиля	b/h	мм	1800/1500
3	Коэффициент сопротивления движению	Cx	—	0,28
4	Мидель	F	м ²	2,16
5	Радиус качения ведущего колеса	rk	м	0,315
6	Момент инерции колеса с приводным валом, ступицей и тормозным механизмом	Jk	кг·м ²	1
7	Коэффициент сопротивления движению	fV	—	0,016
8	Максимальный коэффициент сопротивления движению	fmax	—	0,35
9	Максимальная скорость	Vmax	м/с	50

Для вариаторной трансмиссии диапазон передаточных чисел принят на основании характеристик агрегатов CVT фирмы Jatco. Моделирование АТС в тяговом режиме (развиваемая ДВС эффективная мощность >0) выполнялось для заблокированного гидротрансформатора.

Расчет для АТС, оснащенного бесступенчатой трансмиссией, выполнялся в 2-х вариантах. Первый — для всего эксплуатационного диапазона режимов работы вариатора КПД принимался постоянным на уровне механической ступенчатой КП ($\eta_t = 0,95 = \text{const}$). Второй — характеристика КПД вариатора принята на основании работы [5].

На первом этапе в качестве ездового цикла выбран элементарный фрагмент EDC-15 городской составляющей UDC Нового европейского ездового цикла NEDC.

При выполнении расчетов номинальная мощность ДВС каждый раз составила 61 кВт, что обусловлено принятым значением V_{\max} и показателем энерговооруженности АТС (41 Вт/кг — это позволяет двигаться в условиях процедур NEDC [6] и WLTC [7]).

Для различных вариантов наборов исходных данных (сочетания S/D и n_N) каждый раз по диаграммам рисунка 1 определялся требуемый рабочий объем цилиндра (при условии 4-х цилиндрового КШМ), а также значение эффективного удельного расхода топлива на номинальном режиме (g_{eN}). Кроме того, вычислялись: часовой расход топлива ДВС в режиме холостого хода при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала (9), [1]; передаточные числа ступенчатой трансмиссии (по закону геометрической прогрессии), а для вариаторной трансмиссии — только главной передачи.

В ходе численного моделирования процесса движения АТС режимные параметры ДВС (n, k, ε) в каждый расчетный момент времени движения вычислялись на основании тождественности уравнения мощностного баланса (3) и кинематических соотношений силовой установки (5,6). Момент времени и номера включенных в ступенчатой трансмиссии передач по ЕЦ устанавливались в соответствии с операционной картой ездового цикла NEDC [6]. Для расчетных вариантов АТС с бесступенчатой трансмиссией эти параметры выбирались из допустимого диапазона по критерию обеспечения в каждый момент времени максимально-го общего КПД двигателя и трансмиссии.

Количество топлива, израсходованного на участках ЕЦ, рассчитывалось следующим образом:

— на участках работы ДВС в тяговом режиме:

$$m_T = \sum_1^z \int G_q(t) dt = \sum_1^z \int_{t_{nm}}^{t_{km}} \frac{g_e(t) \cdot N_e(t)}{3600} dt, \text{ г/цикл} \quad (7)$$

где t_{nm} и t_{km} — соответственно значения времени начала и завершения участка ЕЦ, на котором ДВС работает в тяговом режиме,

z — количество расчетных участков;

$G_q(t)$, $g_e(t)$, $N_e(t)$ — соответственно зависимости часового массового (г/с) эффективного удельного (г/(кВт·ч)) расходов топлива ДВС, а также его эффективной развиваемой мощности (кВт) в зависимости от времени движения в условиях ЕЦ;

— на участках работы ДВС в режиме холостого хода при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала (n_{\min}):

$$m_{xx} = G_{xx} \cdot t_x, \text{ г/цикл}, \quad (8)$$

$$G_{xx} = \frac{i \cdot V_h \cdot \rho_T}{7,2}, \text{ г/с}, \quad (9)$$

где G_{xx} — расход топлива ДВС в режиме холостого хода при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала;

t_{xx} — общее время работы ДВС без нагрузки при n_{\min} ;

ρ_T — плотность топлива, кг/л;

i — количество цилиндров.

Соответственно общее количество израсходованного за ЕЦ топлива определяет сумма:

$$m_{al} = m_T + m_{xx}, \text{ г/цикл}, \quad (10)$$

Полученные при расчетах расходы топлива приведены в таблице 4.

Анализируя приведенные в таблице 4 данные, можно сделать вывод, что для АТС, оснащенного механической ступенчатой трансмиссией, суммарное количество израсходованного в ЕЦ топлива (m_{al} , г/цикл) снижается с ростом номинальной частоты вращения коленчатого вала ДВС и (соответственно) с уменьшением рабочего объема цилиндра, а также со снижением отношения S/D .

Данная закономерность в общем случае соответствует тенденциям развития конструкции ДВС автомобилей категории N_1 и M_1 на протяжении всей истории их разработки и производства.

Это обусловлено воздействием комплекса факторов. В частности, уменьшение рабочего объема позволяет в значительной степени снизить расход топлива в режиме холостого хода (столбец « m_{xx} » таблица 4), сократить относительные потери на трение при фиксированной частоте вращения коленчатого вала, а также потери на преодоление механической инерции в процессе перехода двигателя на режим, характеризующийся более высокой скоростью вращения. Повышение номинальной частоты вращения влечет уменьшение продолжительности рабочего цикла. Это, с одной стороны, позволяет уменьшить потери тепла и утечки через клапаны и поршневые кольца, а с другой — обуславливает рост насосных потерь и потерь на трение в механизмах. Уменьшение отношения S/D позволяет повысить коэффициент наполнения цилиндра при высоких частотах вращения.

Рассмотренная выше закономерность, полученная на основе поставленной в настоящем исследовании задачи, обуславливает, в частности, разницу между отдельными конфигурациями ДВС ($S/D = 0,8$; $n_N = 6500 \text{ мин}^{-1}$ и $S/D = 1,2$; $n_N = 3200 \text{ мин}^{-1}$) в расходе топлива для фрагмента цикла ECE-15 на 16% ($m_{al} = 70,594 \text{ г/цикл}$ против $m_{al} = 81,845 \text{ г/цикл}$). Т.е. расход топлива АТС со ступенчатой механической трансмиссией в условиях ЕЦ уменьшается с ростом номинальной частоты вращения ДВС и уменьшением S/D . Стоит отметить, что эта закономерность характерна не только для цикла в целом, но и для его составляющих, характеризующихся различными режимами работы двигателя — тяговом (m_T) и холостого хода (без нагрузки, m_{xx}).

Таблица 4.

Результаты расчета количества топлива, израсходованного в условиях ездового цикла ЕСЕ-15

Параметры и показатели ДВС				Расход топлива, г/цикл		
S/D	n_N , мин ⁻¹	V_H , л	ge_N , г/(кВт·ч)	m_{al}	m_T	m_{xx}
Ступенчатая механическая КП, геометрический ряд ПЧ						
0,8	3200	0,6	261,76	81,263	64,763	16,5
	4500	0,4	263,18	73,683	62,689	11
	6500	0,29	269,58	70,594	62,619	7,975
1	3200	0,6	263	81,57	65,07	16,5
	4500	0,4	268	74,837	63,837	11
	6500	0,29	272	71,157	63,182	7,975
1,2	3200	0,61	263	81,845	65,07	16,775
	4500	0,42	274	76,816	65,266	11,55
	6500	0,32	290	76,163	67,363	8,8
Вариатор с постоянным значением КПД (супервариатор*)						
0,8	3200	0,6	261,76	67,178	50,78	16,5
	4500	0,4	263,18	61,771	50,771	11
	6500	0,29	269,58	59,861	51,886	7,975
1	3200	0,6	263	67,418	50,918	16,5
	4500	0,4	268	62,699	51,699	11
	6500	0,29	272	60,326	52,351	7,975
1,2	3200	0,61	263	67,695	50,92	16,775
	4500	0,42	274	64,409	52,859	11,55
	6500	0,32	290	64,618	55,818	8,8
Клиноременной вариатор (тип CVT)						
0,8	3200	0,6	261,76	74,604	58,104	16,5
	4500	0,4	263,18	69,044	58,044	11
	6500	0,29	269,58	67,303	59,328	7,975
1	3200	0,6	263	74,879	58,379	16,5
	4500	0,4	268	70,106	59,106	11
	6500	0,29	272	67,835	59,86	7,975
1,2	3200	0,61	263	75,156	58,381	16,775
	4500	0,42	274	71,981	60,431	11,55
	6500	0,32	290	72,624	63,824	8,8

* вариатор с постоянным (относительно высоким) КПД в эксплуатационном диапазоне режимов работы

Таблица 5.

Результаты расчета расхода топлива в условиях ездового цикла WLTC

Параметры и показатели ДВС				Расход топлива, г/цикл
S/D	n_N , мин ⁻¹	V_H , л	ge_N , (кВт·ч)	m_{al}
Вариатор с постоянным значением КПД (супервариатор)				
0,8	3200	0,6	261,76	1258
	4500	0,4	263,18	1262
	6500	0,29	269,58	1320
1	3200	0,6	263	1255
	4500	0,4	268	1284
	6500	0,29	272	1331
1,2	3200	0,61	263	1257
	4500	0,42	274	1215
	6500	0,32	290	1421
Клиноременной вариатор (тип CVT)				
0,8	3200	0,6	261,76	1404
	4500	0,4	263,18	1409
	6500	0,29	269,58	1472
1	3200	0,6	263	1410
	4500	0,4	268	1433
	6500	0,29	272	1484
1,2	3200	0,61	263	1413
	4500	0,42	274	1468
	6500	0,32	290	1584

Для АТС, оснащенного бесступенчатой трансмиссией, выполненное исследование установило отличающиеся закономерности. Если рассматривать вариаторные трансмиссии, то в общей массе результатов расход топлива в ЕЦ (m_{al}), аналогично конфигурации АТС со ступенчатой трансмиссией, уменьшается с ростом n_N и снижением S/D . Например, разница между отдельными конфигурациями ДВС ($S/D = 0,8$; $n_N = 6500$ мин⁻¹ и $S/D = 1,2$; $n_N = 3200$ мин⁻¹) по расходу топлива в условиях фрагмента ЕСЕ-15 составляет 12% ($m_{al} = 67,303$ г/цикл против $m_{al} = 75,156$ г/цикл) для вариатора с характеристикой КПД [5] и 13% ($m_{al} = 59,861$ г/цикл против $m_{al} = 67,695$ г/цикл) для «супервариатора». Эта закономерность также характерна для составляющей « m_{xx} », но не свойственна для составляющей « m_T » — т.к. во всех рассмотренных случаях суммарный расход топлива на участках ЕЦ, на которых ДВС работает в тяговом режиме, уменьшается со снижением номинальной частоты вращения коленчатого вала (соответственно с ростом рабочего объема ДВС). В условиях фрагмента ЕСЕ-15 эта разница небольшая и в рассмотренном диапазоне расчетов составляет 1,6% ($m_{al} = 59,328$ г/цикл против $m_{al} = 58,381$ г/цикл) для вариатора «CVT» с «реальной» характеристикой КПД ($S/D = 0,8$; $n_N = 6500$ мин⁻¹ и $S/D = 1,2$; $n_N = 3200$ мин⁻¹) и 2% для «супервариатора»

($m_{al} = 51,886$ г/цикл против $m_{al} = 50,92$ г/цикл). Если выполнить аналогичный расчет для современного ездового цикла WLTC (результаты приведены в таблице 5), характеризующегося большими величинами ускорений и отсутствием участков движения с постоянными скоростями, то топливно-экономическая эффективность АТС с вариаторной трансмиссией становится более существенной при применении ДВС с относительно невысокой номинальной частотой вращения.

Например, для $S/D = 0,8$ при понижении n_N с 6500 мин⁻¹ до 4500 мин⁻¹ и при одновременном повышении рабочего объема ДВС с 1,16 л до 1,6 л удается уменьшить суммарный расход топлива в ЕЦ на 5% (с 1472 г/цикл до 1409 г/цикл). Это характерно для «реальной» характеристики КПД вариатора. Для АТС с «супервариатором» рассматриваемая эффективность составляет 4,5% (1320 г/цикл против 1262 г/цикл). Таким образом, в условиях ездового цикла WLTC улучшение топливной экономичности на участках тягового движения с запасом компенсирует ее ухудшение на участках работы ДВС без нагрузки.

ВЫВОД

Результаты выполненного исследования позволяют поднять вопрос о совершенствовании подхода к рациональному комплектованию силовых установок АТС, в которых присутствует дополнительная степень свободы в сочетании параметров регулирования – т.е. угловая скорость вращения ДВС не связана пропорционально с линейной скоростью движения автомобиля. Это, в частности, обуславливает возможность выполнения комплексной оптимизации режимных и конструктивных параметров силовой установки и гибкой настройки этой системы по необходимым критериям эффективности процесса движения автомобиля в эксплуатационных условиях. Таким образом, в результате выполненного исследования установлено, что подходы к выбору основных параметров ДВС для АТС с различными типами трансмиссий должны различаться.

Список литературы

1. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов. / А. И. Колчин, В. П. Демидов // 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2002. – 456 с.
2. DIESEL-RK is an engine simulation tool. BMSTU 2021. [электронный ресурс] URL: <https://diesel-rk.bmstu.ru/Eng/index.php#:~:text=Main%20features%20of%20program%20DI%20ESEL,mixture%20formation%20and%20combustion%20model>.
3. Литвинов, А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
4. Newman, K. Modeling the Effects of Transmission Gear Count, Ratio Progression, and Final Drive Ratio on Fuel Economy and Performance Using ALPHA / K. Newman and P. Dekraker // SAE Technical Paper. – 2016. 01–1143, doi:10.4271/2016-01-1143.
5. R. Kazemi. Nonlinear Optimal Control of Continuously Variable Transmission Powertrain / ISRN Automotive Engineering // Kazemi, Reza & Rafat, Mohsen & noruzi, Amir. – 2014. 1–11. 10.1155/2014/479590.
6. Uniform provisions concerning the approval of passenger cars equipped with an internal combustion engine with regard to the measurement of the emission of carbon dioxide and fuel consumption and of categories M1 and N1 vehicles equipped with an electric power train with regard to the measurement of electric energy consumption and range. UNECE 2004. [электронный ресурс] URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/12faf0c9-6266-4af2-97e4-6a67b5fbaf44>.
7. United Nations Global Technical Regulation on Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures (WLTP), UNECE 2018. [электронный ресурс] URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/ECE-TRANS-180a15am4e.pdf>.

ВЛИЯНИЕ ВИДА ТОПЛИВА НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЗЛА «КЛАПАН – СЕДЛО – НАПРАВЛЯЮЩАЯ ВТУЛКА» ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВС

А. Я. Бабанин, д.т.н., доцент; А. В. Чухаркин, ст. преп.

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. На основании выполненных исследований работы двигателей внутреннего сгорания, работающих на сжатом природном газе (метане) и жидких топливах (бензин, дизельное топливо), определены основные направления повышения ресурса их работы путем совершенствования технологического узла «клапан – седло – направляющая втулка»: придание рабочим кромкам клапана и седла более высоких механических и служебных свойств, обеспечивающих стойкость к высокотемпературной газовой коррозии и ударной деформации; повышение стойкости к износу сопряженных поверхностей «стержень клапана – направляющая втулка» для исключения перекоса клапана при движении в вертикальном направлении.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, газораспределительный механизм, клапан, седло, направляющая втулка, сжатый природный газ.



Бабанин
Анатолий Яковлевич



Чухаркин
Артем Витальевич

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время автомобильный транспорт является ключевым звеном в обеспечении динамичной работы промышленных предприятий всех уровней и направлений строительной отрасли.

Автомобили наряду с выполнением транспортной функции являются еще и эффективным средством снижения срока оборачиваемости денежных средств, задействованных в производственном цикле строительства. Поэтому обеспечение надежной работы автомобилей с минимальными затратами на их эксплуатацию (наиболее важной статьёй является расходы на топливо), ремонт и обслуживание является актуальной задачей.

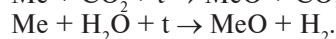
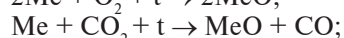
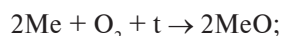
Известно, что основным агрегатом автомобиля, оказывающим существенное влияние на вышеуказанные затраты, является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Качество работы ДВС определяет затраты на топливо, горюче-смазочные материалы, обслуживание и текущий ремонт, а при его капитальном ремонте является существенной статьёй расходов на эксплуатацию автомобиля.

Поэтому в последнее время все большее внимание автотранспортников направлено на правильный выбор автомобилей и их эксплуатацию в зависимости от типа ДВС по применяемому топливу. В частности – ДВС, работающих на бензине, дизельном топливе или сжатом природном газе (метан).

Одной из основных причин отказа автомобиля является выход из строя двигателя внутреннего сгорания [1]. Следовательно, повышение ресурса работы ДВС является необходимым условием снижения транспортных расходов на единицу продукции.

Одним из факторов, способствующим повышению ресурса работы ДВС, является обеспечение высоких показателей работы механизма газораспределения, в частности, надежность работы в течение длительного времени взаимодействующих деталей технологического узла «клапан – седло – направляющая втулка». Быстрый износ рабочих фасок тарелки клапана и седла, а также сопряженных поверхностей стержня клапана и направляющей втулки является основной причиной неустойчивой работы газораспределительного механизма.

Клапаны подвергаются износу из-за ударов тарелки клапана о седло при его закрытии, газовой коррозии – окислении кислородом, парами воды, оксидом углерода, эрозии от потока газа и продуктов неполного сгорания топлива [2]. При газовой коррозии окисление происходит по уравнениям:



В результате на поверхности металла образуются пленки окислов или сульфидов, причем толщина окисной пленки тем больше, чем выше температура и длительнее процесс коррозии. Под действием тепловых и механических (закрывание клапана) ударов происходит локальное разрушение пленки окислов, и коррозия развивается вглубь клапана. В период длительных простоев двигателя коррозионные процессы на клапанах интенсифицируются — оставшиеся в цилиндрах топливо и остаточные газы образуют электрохимическую коррозионную среду [3].

Работа технологического узла «клапан — седло — направляющая втулка» оказывает существенное влияние как на величину крутящего момента и мощности двигателя, так и на ресурс его работы. Поэтому повышение срока работы данного технологического узла на высоком технологическом уровне является актуальной научно-технической задачей. Одним из основных направлений повышения долговечности является совершенствование технологий изготовления и ремонта деталей клапанного узла.

ЦЕЛЬ

Целью данной работы является исследование влияния вида топлива на качество работы технологического узла ГРМ «клапан — седло — направляющая втулка».

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для исследования были отобраны отработавшие свой ресурс детали двигателей нескольких моделей. Детали были отобраны при разборке двигателя на капитальный ремонт. Каждому клапану строго соответствовала определенная направляющая втулка, т.е. данные детали составляли технологическую пару в работающем двигателе. Это соответствие позволило проанализировать износ и дефектность совместно работающих деталей технологической пары «клапан — направляющая втулка» в отработавшем ресурсе ДВС.

Дефектность и оценка изношенных поверхностей производилась визуально с помощью бытовой лупы и инструментально. Для замера величины изношенных поверхностей применялись следующие измерительные инструменты:

- штангенциркуль;
- микрометр МК 125–1 (ГОСТ 6507–90).

Исследуемые впускной и выпускной клапаны с направляющими втулками бензинового двигателя ЗМЗ-5234, переоборудованного для работы на компримированном природном газе, имеют следующие конструктивные особенности: впускной клапан двигателя изготовлен из стали 4Х9С2, выпускной — из стали ЭИ992 (80Х20НС). Фаска выпускного клапана для повышения жаростойкости наплавлена сплавом ХН-60ВУ. Направляющие втулки изготовлены из металлокерамики.

В результате инструментальных исследований установлено, что на тарелках обоих клапанов наблюдается обильное нагарообразование. Причем на выпускном клапане слой нагара имеет большую толщину,

и, следовательно, имеет более неровный рельеф (глубокие впадины и бугры). Внешний вид выпускного (справа) и впускного (слева) клапанов газораспределительного механизма двигателя ЗМЗ-5234, отработавшего ресурс на метане, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид выпускного (слева) и впускного (справа) клапанов газораспределительного механизма двигателя ЗМЗ-5234, отработавшего ресурс на КПП

Значительный нагар и раковины, присутствующие на фасках клапанов, свидетельствуют о недостаточной герметичности камеры сгорания при работе цилиндра. Также установлено, что зазор между сопряженными поверхностями стержня клапана и направляющей втулкой значительно увеличен.

Проведенные исследования свидетельствуют, что снижению мощности и ресурса работы бензинового двигателя ЗМЗ-5234, работающего на КПП, способствует снижение герметичности цилиндров двигателя в связи с недостаточной плотностью контакта сопряженных поверхностей рабочих фасок выпускного клапана и седла. Следовательно, причиной снижения ресурса является недостаточная надежность и долговечность работы технологического узла «клапан — седло — направляющая втулка».

Вследствие более высокой теплоты сгорания (низшая теплота сгорания метана составляет 50016 кДж/кг при 43300...44000 кДж/кг для бензина) и меньшей скорости сгорания температурный режим газовых двигателей оказывается выше, чем бензиновых (до 900 °С), что снижает их ресурс [4]. В результате ухудшаются и без того сложные условия работы клапанов (особенно выпускного), что часто приводит к их прогоранию [5].

Следовательно, качественное усовершенствование работы технологического узла газораспределительного механизма «клапан — седло — направляющая втулка», особенно при переводе ДВС с бензина на газ, позволит значительно повысить ресурс работы двигателей внутреннего сгорания, работающих на КПП.

Общий вид выпускного клапана (сталь марки СХ8) с диаметром тарелки 39 мм со втулкой из металлокерамики двигателя ЗМЗ-402 (автомобиль ГАЗ-33021 «ГАЗель»), выработавшего свой ресурс на метане, и характерный вид состояния днища тарелки (головки), испытывающей максимальное влияние давления газов сгорающего в цилиндре топлива, представлены на рис. 2.



а)

б)

Рис. 2. Общий вид пары «выпускной клапан – направляющая втулка» двигателя ЗМЗ-402, отработавшего ресурс на КПП (а) и характерный вид состояния поверхности дна тарелки выпускного клапана (б)

По результатам измерений [6] установлено, что нормы зазора сопряженных поверхностей «стержень клапана – направляющая втулка» в результате износа превышены в несколько раз, сборочные и браковочные нормы – соответственно, более чем в 10 и 5 раз. Это способствует отклонению клапана от направления вертикального хода, что приводит:

- к неплотному прилеганию фаски клапана (b) к седлу (рис. 3);
- к несимметричному износу фаски седла под действием ударной деформации работающего клапана;
- к потере герметичности цилиндра и, следовательно, снижению мощности двигателя.

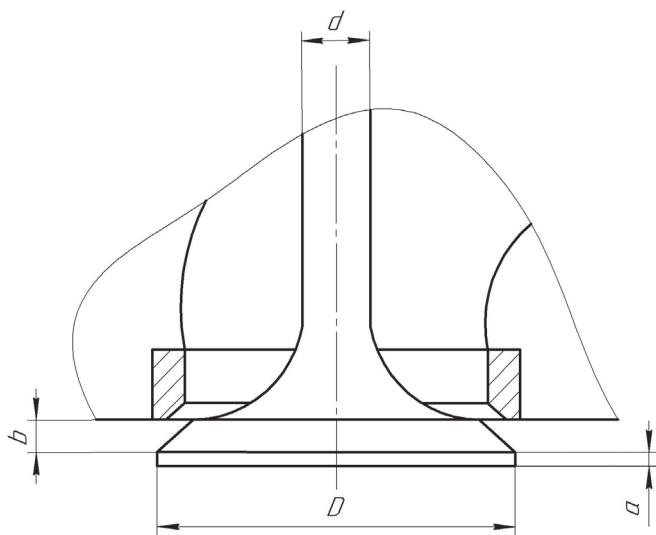


Рис. 3. Схематическое изображение профиля рабочей части выпускного клапана: D – диаметр тарелки клапана; a – ширина цилиндрического пояса; b – ширина рабочей фаски; d – диаметр стержня

На днище тарелки клапана наблюдается значительный слой нагара, образующий как выпуклости,

так и раковины. Цилиндрический пояс a полностью отсутствует в результате износа. Рабочая фаска b , несмотря на наплавку хромоникелевого сплава, имеет неидеальную округлую форму, неровности и раковины.

В нижней части стержня клапана на тыльной стороне тарелки также наблюдаются следы нагара от сгорания моторного масла, стекающего по стержню клапана вследствие увеличенного зазора между стержнем клапана и направляющей втулкой в струе исходящих из цилиндра горячих отработавших газов (рис. 4).



Рис. 4. Характерный вид нижней части стержня и тыльной стороны тарелки выпускного клапана двигателя ЗМЗ-402

На основании выполненных исследований установлено, что снижению мощности двигателя, работающего на метане, и ресурса его работы способствует снижение герметичности цилиндров двигателя в связи с недостаточной плотностью контакта сопрягаемых поверхностей рабочих фасок выпускного клапана и седла.

Основными причинами, приводящими к снижению герметичности цилиндров ДВС в процессе их эксплуатации на КПП, являются:

- низкое качество материала выпускного клапана, не обеспечивающее его высокую стойкость при высокотемпературной химической и газовой эрозии рабочих фасок клапана и седла выходящими отработавшими газами;
- перекосящее движение клапана в вертикальном направлении в результате увеличенного зазора между стержнем клапана и направляющей втулкой, приводящий к непопаданию тарелки клапана в седло, высокотемпературной деформации и износу рабочих поверхностей клапана и седла под действием кратковременных ударных нагрузок.

В результате проведенных исследований определены основные направления повышения качества работы технологического узла «клапан – седло – направляющая втулка», которыми являются:

- обеспечение рабочим поверхностям клапанов и седел более высоких механических и служебных

свойств, обеспечивающих высокую и долговременную стойкость к высокотемпературной химической и газовой коррозии и ударной деформации;

– снижение износа сопряженных поверхностей «стержень клапана – направляющая втулка» для исключения перекоса движения клапана в вертикальном направлении.

Качественное усовершенствование вышеперечисленных направлений в работе технологического узла «клапан – седло – направляющая втулка» позволит значительно повысить ресурс работы двигателей внутреннего сгорания, работающих на КПП.

Выпускной клапан бензинового двигателя ЗИЛ-508 (ЗИЛ-130) изготовлен из жаростойкой стали ЭИ992, направляющая втулка – из перлитного серого чугуна. Для улучшения износостойкости и противозадирных свойств рабочий участок стержня покрыт электролитическим способом тонким слоем хрома (0,002...0,007 мм). На фаску наплавлен слой кобальтового стеллита ВЗК. Клапан охлаждаемый (стержень пустотелый, заполненный на 2/3 металлическим натрием).

Выполненный анализ деталей (клапан, направляющая втулка и седло) выработавшего ресурс на бензине двигателя ЗИЛ-508 (ЗИЛ-130) свидетельствуют о следующих особенностях. Клапан не имеет очевидных повреждений. На стержне клапана наблюдаются окружные царапины, вызванные, вероятнее всего, проворачиванием клапана механизмом «ротокап». Зазор между стержнем и направляющей втулкой увеличен, что привело к неравномерному износу рабочей поверхности седла (рис. 5).



Рис. 5. Выпускной клапан ЗИЛ-508 с направляющей (а) и седло клапана (б)

Впускной клапан и направляющая втулка дизельного двигателя Д-240 ММЗ (рис. 6) изготавливают из материалов, соответственно: клапан – жаропрочная сталь, направляющая втулка – металлокерамика. Визуальными наблюдениями установлено, что на поверхности днища тарелки клапана наблюдается значительный нагар. Также обильное нагарообразование присутствует на тыльной стороне тарелки клапана от проникавшего через увеличенный зазор между клапаном и направляющей втулкой масла.

Фаска клапана чрезмерно изношена, имеет раковины, диаметр тарелки в результате износа уменьшен с 48 до 46 мм. Цилиндрический поясок на тарелке отсутствует.

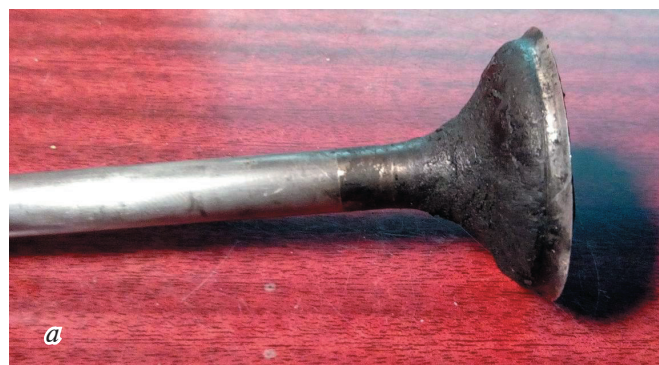


Рис. 6. Впускной клапан дизельного двигателя Д-240: состояние рабочей фаски тыльной стороны тарелки (а) и днище тарелки (б)

В табл.1 представлены основные параметры технологического узла «клапан – седло – направляющая втулка» и характерные особенности его износа в зависимости от ДВС, работающих на различных видах топлива.

Установлено, что у ДВС ЗМЗ-4025 (автомобиля ГАЗ-33021 «ГАЗель»), выработавшего ресурс на КПП, вся поверхность фаски выпускного клапана повреждена коррозионными раковинами, а кромка фаски – трещинами. Нижняя и верхняя части выпускного клапана покрыты толстым слоем хлопьеобразного налета коррозионной ржавчины коричневого цвета.

У выпускных клапанов двигателя ЗМЗ-5234 (автобуса ПАЗ-3205), выработавшего ресурс на КПП,

поверхность фаски также по всей длине повреждена коррозионными раковинами. Значительно повреждена кромка тарелки клапана — в виде коррозионных раковин и трещин. Нижняя и верхняя поверхности тарелки выпускного клапана имеют коррозионный налет бурого цвета значительной толщины, порядка 0,3...0,4 мм, а местами и более.

У ДВС ЗИЛ-508 автомобиля ЗИЛ-4314 (ЗИЛ-130), выработавшего ресурс на бензине, форма поверхности фаски выпускного клапана деформирована примерно на 70–80 % ее длины. Поверхность фаски чистая, не имеет раковин при визуальном

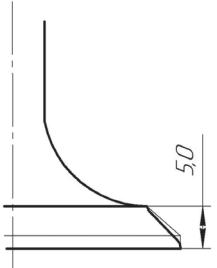
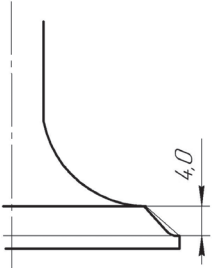
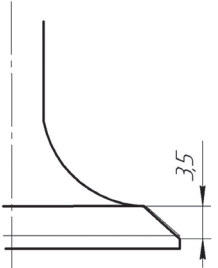
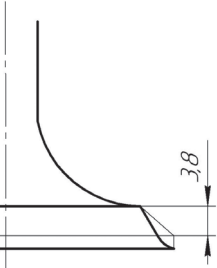
наблюдении. Однако при увеличенном наблюдении на поверхности фаски просматриваются незначительные мелкие раковины и фрагменты деформации поверхности от ударов.

У дизельного двигателя Д-240 автомобиля ЗИЛ-5301 поверхность фаски клапана значительно повреждена неглубокими большими раковинами, а также имеются неглубокие локальные поврежденные поверхности площадью 3...4 мм².

Характерный вид износа фаски выпускного клапана для вышеперечисленных ДВС также представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры технологического узла «клапан — седло — направляющая втулка» и особенности износа его деталей

Модель ДВС (автомобиля)		ЗМЗ-4025 (ГАЗ-33021 «ГАЗель»)	ЗМЗ-5234 (ПАЗ-3205)	ЗИЛ-508 (ЗИЛ-4314 (ЗИЛ-130))	Д-240 ММЗ (ЗИЛ-5301)
Мощность, кВт		66,2	96	110	59
Тип топлива		КПГ	КПГ	Бензин	Дизельное топливо
Материал деталей клапан — втулка — седло		сталь СХ8 — металлокерамика — жаропрочный чугун	сталь ЭИ992 — металлокерамика — жаропрочный чугун	сталь ЭИ992 — перлитный серый чугун — специальный чугун	жаропрочная сталь — металлокерамика — специальный чугун
Зазор клапан-втулка, мм	норма	0,117–0,050	0,122	0,17	0,2
	факт	1,5	0,7	0,25	0,3
Состояние фаски клапана	размер рабочей поверхности, мм	4,0	5,0	3,5	3,8
	характерная форма				
Состояние рабочей части стержня клапана	диаметр, мм	8,905... 8,925	10,905... 10,925	11	11
	максимальный износ	В нижней части	В нижней части	Равномерный	В нижней части
Состояние днища тарелки клапана	размер, мм	38,5	49	41	48
	форма нагара	Бурые ржавые хлопья	Бурая ржавчина	Черный равномерный	Черный

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований определены основные направления повышения качества работы технологического узла «клапан — седло — направляющая втулка», которыми являются:

- обеспечение рабочим кромкам клапанов и седел более высоких механических и служебных свойств, обеспечивающих высокую и длительную стойкость к высокотемпературной химической и газовой коррозии и ударной деформации;
- снижение износа сопряженных поверхностей «стержень клапана — направляющая втулка» для исключения перекоса движения клапана в вертикальном направлении.

Качественное усовершенствование вышеперечисленных направлений в работе технологического узла «клапан — седло — направляющая втулка» позволит

значительно повысить ресурс работы двигателей внутреннего сгорания, работающих на КПГ.

Из представленных результатов исследований следует, что при переводе ДВС с бензина на газ наблюдается повышенный износ фаски выпускного клапана за счет отрицательного действия газовой коррозии металла, вызываемой продуктами сгорания — кислородом, парами воды, оксидом углерода при обтекании ими клапанов в процессе выпуска.

Наименьшие повреждения фаски выпускных клапанов наблюдаются на бензиновых ДВС. Значительное повреждение фаски выпускного клапана наблюдается в дизельных ДВС. Однако ресурс дизельных ДВС превышает ресурс бензиновых двигателей в 2, а иногда и 3 раза.

Дискуссии о перспективности газового топлива с точки зрения экологичности и экономичности длятся уже несколько десятилетий. К преимуществам газов

относят обычно отсутствие разбавления моторного масла, гораздо меньшие выбросы оксидов азота, монооксида и диоксида углерода [7]. Метан по сравнению с бензином и другим газовым топливом — пропан-бутаном (сжиженным нефтяным (углеводородным) газом), кроме того, относится к 4-му, самому высокому, классу безопасности среди горючих веществ [8], поскольку он легче воздуха и при утечке рассеивается в атмосфере, а не стелется вдоль поверхности.

Таким образом, качественное усовершенствование работы технологического узла газораспределительного механизма «клапан — седло — направляющая втулка», особенно при конвертировании ДВС из бензиновых в газовые, позволит значительно повысить ресурс работы двигателей внутреннего сгорания, работающих на КПП.

Список литературы

1. Диагностирование газораспределительного механизма виброакустическим методом / А. В. Гриценко, В. Д. Шепелев, З. В. Альметова, Е. В. Шепелева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». — 2017. — Т. 17, № 3. — С. 48–57.
2. Stansbury, E. E. *Fundamentals of electrochemical corrosion* / E. E. Stansbury and R. A. Buchanan. — ASM International. — 2000. — 487 p.
3. Бестек, Т. *Коррозия автомобилей и её предотвращение* / Т. Бестек. — М.: Транспорт, 1985. — 255 с.
4. Паничкин, А. В. Оценка ресурса двигателя автобусов, работающих на газовом топливе, эксплуатируемых в режиме городских перевозок пассажиров / А. В. Паничкин, Н. В. Голубенко // Мир транспорта и технологических машин. — 2015. — № 3 (50). — С. 123–129.
5. Сенин, П. В. Оценка технического состояния головок блока цилиндров двигателя ЗМЗ-406 и рекомендации по её восстановлению / П. В. Сенин, Н. В. Раков, А. М. Макеев // Пермский аграрный вестник. — 2019. — Т. 26. — № 2. — С. 24–33.
6. Бабанин, А. Я. Анализ работы деталей технологического узла «клапан — седло — направляющая втулка» газораспределительного механизма ДВС / А. Я. Бабанин, А. В. Чухаркин // Промышленность и сельское хозяйство. — 2020. — № 12 (29). — С. 21–26.
7. Метан как альтернативное топливо / Г. И. Трофимова, Н. И. Трофимов, И. А. Бабушкина, В. Г. Черемсина // Символ науки. — 2016. — № 11–3. — С. 165–171.
8. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс]: приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404: (зарегистрировано в Минюсте РФ от 17.08.2009 г. № 14541) (в ред. Приказа МЧС РФ от 14 декабря 2010 г. № 649). — Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/902170886>, свободный. — Загл. с экрана.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

¹В. А. Пенчук, д.т.н., профессор; ²В. В. Пенчук, инженер ООО «Дана ЛТД»;

¹Н. А. Юрченко, ст. преп.

¹ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

²ООО «Дана ЛТД», г. Макеевка

Аннотация. Военные, стихийные бедствия, другие природные катаклизмы приводят к разрушению зданий и сооружений, при этом серьезно страдают и умирают люди. Аварийно-спасательные работы направлены на розыск и освобождение людей из зоны завала, оказание им первой медицинской помощи. Эффективность проведения аварийно-спасательных работ зависит от многих факторов: оперативного получения информации, подбора комплекта машин, маршрута движения и так далее. При выполнении аварийно-спасательных работ широко используются грузоподъемные машины. При разборе завалов крановщик не всегда видит положение рабочего органа — крюка — и ему приходится работать по сигналам стропальщиков, что существенно повышает время спасения людей. Система видеонаблюдения рабочих зон грузоподъемной машины позволит повысить эффективность управления и безопасность эксплуатации на аварийно-спасательных работах. Система видеонаблюдения ViSUM прошла апробацию на мостовом кране. Она может обеспечить видимость в режиме реального времени положения грузозахватного механизма и груза при использовании грузоподъемных кранов.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, деблокирование пострадавших, грузоподъемные машины, «слепая» зона, система видеонаблюдения.



Пенчук
Валентин Алексеевич



Пенчук Владимир
Валентинович



Юрченко
Наталья Андреевна

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последние годы во всем мире наблюдается широкий спектр природных явлений, приводящих к стихийным бедствиям (наводнения, прорывы дамб, пожары, землетрясения и др.).

Статистика чрезвычайных ситуаций показывает [1], что ежегодно от различного рода природных катаклизмов в мире погибает около 50 тыс. человек.

Необходимо отметить, что в XXI веке войны на Донбассе, в Грузии, Армении, Сирии, Турции, Индии, Пакистане и в других государствах унесли сотни жизней не только от пуль, многие погибли под завалами зданий и сооружений. Разрушения зданий и сооружений во время военных действий, как показали события в Югославии [2], Сирии [3], а в настоящее время и на Донбассе, в Карабахе, могут происходить за счет специальной военной техники, находящейся далеко от линии соприкосновения войск. Чаще всего разрушения зданий и сооружений происходят без объявления боевых действий, поэтому многие мирные жители городов могут оказаться под завалами.

Основной целью аварийно-спасательных работ и других неотложных действий являются розыск людей и оказание им первой медицинской помощи, а также эвакуация пострадавших из опасной зоны. В аварийно-спасательных работах необходимо оперативно подобрать оптимальный комплект машин, выполняющих эффективные рабочие процессы. Указанная проблема была и будет практически всегда актуальной.

Эффективность аварийно-спасательных работ удастся повысить только за счет оперативного и без-

опасного, как для операторов наземных транспортно-технологических машин, используемых в конкретной чрезвычайной ситуации (ЧС), так и для людей, находящихся под завалами, использования техники.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Математическому обоснованию эффективности выполнения аварийно-спасательных работ посвящено немало работ. В работе [3] рассмотрена возможность математического процесса выработки решений о принятии на вооружение одного из двух тактических приемов по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ. Представлен метод формирования рекомендаций по результатам последовательного анализа двух тактических приемов с учетом вероятности выполнения поставленных задач. В работе [4] рекомендуется при авариях на железных дорогах применять железнодорожные краны, для обучения спасателей использовать виртуальную систему.

Авторы работы [5] предлагают технологию ситуационного моделирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Она позволит сформировать перечень и приоритеты задач по ликвидации аварий, защитных мероприятий, рассчитать потребности в ресурсах.

Снизить количество жертв стихийных бедствий позволит увеличение скорости реагирования на чрезвычайные ситуации. В работе [6] предлагается подход, основанный на оптимизации маршрутизации аварийно-спасательных отрядов.

Для выполнения аварийно-спасательных работ привлекается разнообразная техника.

Все более распространенным становится применение вертолетов [7]. Виртуальное моделирование позволяет подготовить экипажи вертолетных спасателей значительно дешевле, чем обучать их в натуральных условиях.

В работе [1] детально проанализированы конструкции специальной техники для проведения аварийно-спасательных работ, а в работе [8] показано, что при выполнении аварийно-спасательных работ применяется значительное количество типовых грузоподъемных кранов (КС-2575, КС-3574М, КС-45719-1, КМЦ-10, КС-45721 и др.).

В работе [9] детально проанализированы условия применения типовых грузоподъемных кранов при ликвидации последствий ЧС.

Целью исследований является обоснование эффективности применения системы видеонаблюдения на грузоподъемных машинах, участвующих в аварийно-спасательных работах.

ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

Во многих нормативных документах рекомендуется аварийно-спасательные работы разбивать на следующие определенные этапы:

- поиск пострадавших;
- деблокирование пострадавших;
- оказание пострадавшим первой медицинской помощи;

– эвакуация пострадавших из зон опасностей (мест блокирования) на пункт сбора.

Поиск пострадавших представляет собой совокупность действий спасателей, направленных на обнаружение, выявление местонахождения и состояния людей, установление с ними связи и определение видов и объемов необходимой помощи.

Деблокирование пострадавших есть совокупность организационных мероприятий и технологических операций, выполняемых спасателями с целью доступа к пострадавшим, извлечения из мест блокирования, организации путей их эвакуации.

Первая медицинская помощь оказывается пострадавшим на месте их деблокирования с целью спасения их жизни путем устранения воздействия поражающих факторов и приведения пострадавшего в состояние, позволяющее осуществлять эвакуацию из опасной зоны. Оказание медицинской помощи в ряде случаев производят на пункте сбора пострадавших после их эвакуации.

Эвакуация пострадавших из мест блокирования заключается в организованной и быстрой доставке пострадавших в безопасные места, на пункты сбора или лечебные учреждения.

Все указанные мероприятия для каждой чрезвычайной ситуации индивидуальны, но всех их объединяет одно условие – их необходимо проводить в максимально короткие сроки.

Это вызвано необходимостью оказания своевременной медицинской помощи пораженным, а также тем, что объемы разрушений и потерь могут возрастать вследствие воздействия вторичных поражающих факторов (пожары, взрывы, затопления и т.п.).

При анализе перечисленных работ по рекомендуемым этапам явно не хватает весьма важных, таких как:

- подготовительные, включающие: оценку объемов аварийно-спасательных работ, подбор необходимой номенклатуры техники и оборудования;
- выбор оптимального маршрута следования аварийно-спасательного отряда.

На эффективность проведения аварийно-спасательных работ влияет множество факторов. Наглядно это влияние и значимость отдельных факторов можно представить диаграммой Исикавы (рис. 1) (ближе к финишу располагаем важные и неоднозначные факторы).

Оценивать эффективность аварийно-спасательных работ необходимо по двум показателям:

- времени их выполнения;
- отсутствии дополнительных травм и повреждений от действий рабочих органов аварийно-спасательной техники.

При аварийно-спасательных работах часто используются наземные транспортно-технологические машины, такие как рыхлители, бульдозеры, экскаваторы и т.д. При их работе практически отсутствует наблюдение за движением рабочего органа, что представляет опасность для людей, находящихся под завалами.

Фотографии на рис. 2 наглядно показывают, что при выполнении технологических процессов широко используются грузоподъемные машины.

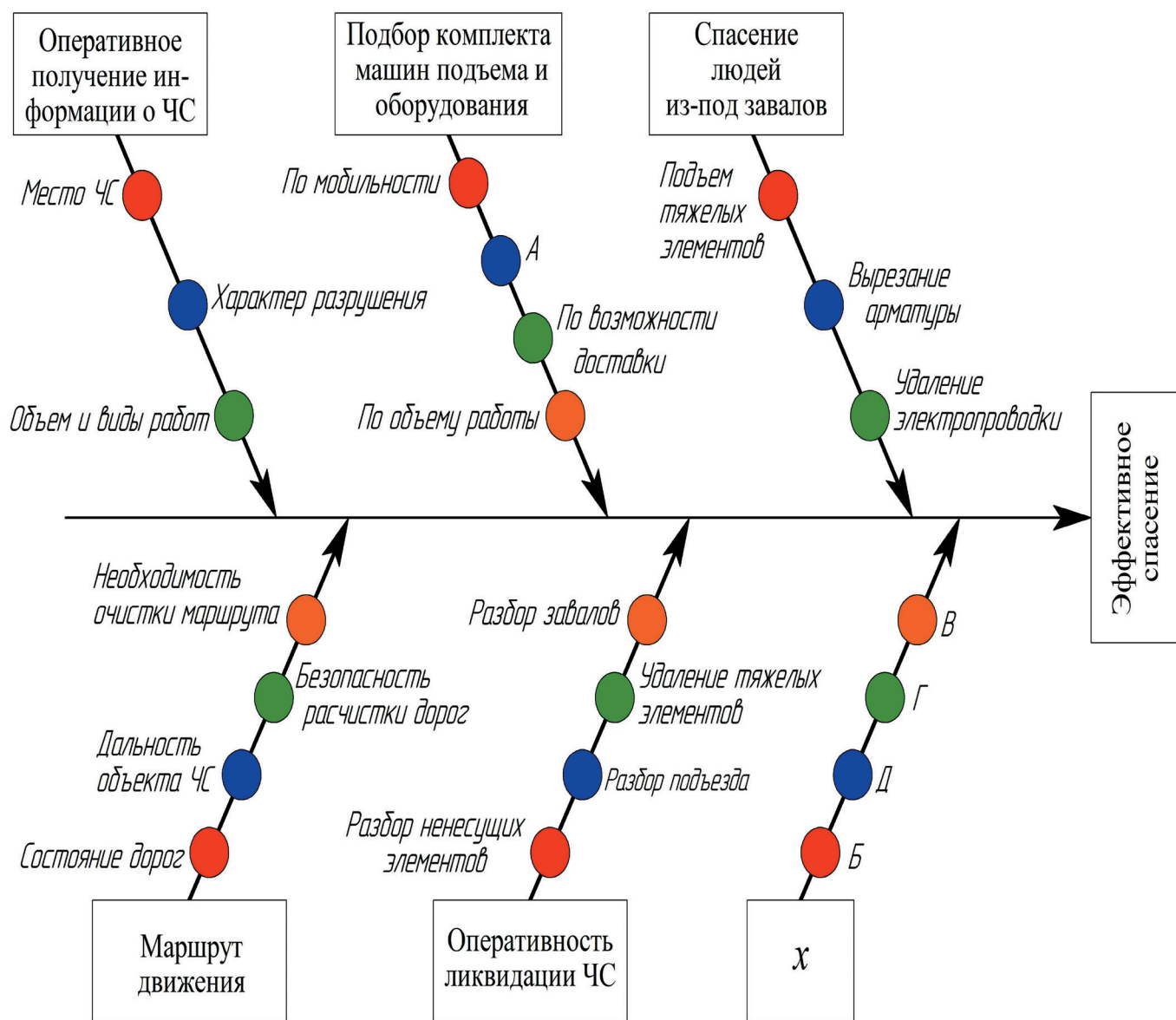


Рис. 1. Влияние различных факторов на эффективность проведения аварийно-спасательных работ (диаграмма Исикавы)



Рис. 2. Применение грузоподъемных машин при разборке завалов в Днепре (а); в Евпатории (б)

В любом случае при выполнении аварийно-спасательных работ грузоподъемной техникой необходимо стремиться к минимизации времени спасения человека, которое определяется как

$$\sum_{i=1}^n t_{cni} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 \rightarrow \min \quad (1)$$

где t_1 — время от обнаружения места ЧС до поступления и принятия управляющей команды;

t_2 — время на оперативную оценку характера ЧС;

t_3 — время на приведение техники в готовность и ее оснащение дополнительными техническими средствами;

t_4 — время на выбор маршрута движения, выдвижение бригады спасателей из района дислокации и передвижение к месту события;

t_5 — время на устройство прохода техники и спасателей к месту проведения спасательных работ и площадок для расположения техники (электростанций, бульдозеров, грузоподъемных кранов, погрузчиков и др.);

t_6 — время на обеспечение доступа к пострадавшим, их извлечение и оказание первой медицинской помощи;

t_7 — время на транспортировку пострадавших к лечебному учреждению.

Наиболее важное в этом перечне — это время поиска и спасения людей, попавших в беду.

Для разработки мероприятий по организации и проведению аварийно-спасательных работ необходимо иметь исходную информацию о состоянии объектов в зоне чрезвычайной ситуации. Данную информацию можно получить непосредственным обследованием маршрута движения техники, визуального осмотра зоны бедствия, инструментального измерения и т. д. Таким способом оценивать объекты зоны чрезвычайной ситуации может быть опасно (возможны обрушения конструкций и сооружений), трудоемко и не всегда информативно. Параметры объектов зоны чрезвычайной ситуации срочно и качественно позволяет определить разработанный метод сравнительного анализа элементов объекта их электронной фиксацией и обработкой его изображения, т.е. видеонаблюдение.

Главной составляющей функции времени спасения человека являются качественные и количественные характеристики рабочего процесса аварийно-спасательной машины.

Качественная характеристика — безопасное извлечение человека из-под завала, зависит от расположения и строповки конструкции элемента разрушенного здания, скорости и направления движения рабочего органа. Особенно это относится к «слепым» зонам, когда информацию о нужных движениях крановщик получает от одного, иногда двух, стропальщиков (рис. 3).

При проведении аварийно-спасательных работ разработаны нормативные документы, рекомендации по комплектованию аварийно-спасательных отрядов техникой и оборудованием. В указанных документах пока отсутствуют сведения об использовании видеонаблюдения.

Системы наблюдения за рабочими процессами аварийно-спасательных машин необходимы в тех случаях, когда на рабочей площадке возникает необходи-



Рис. 3. «Слепые» зоны грузоподъемной машины

мость в получении оперативной информации, а человеку там находиться опасно.

Система видеオフィкации рабочей и «слепых» зон грузоподъемной машины позволяет повысить эффективность управления и безопасности эксплуатации на аварийно-спасательных работах. На рис. 4 представлена схема комплектации грузоподъемной машины системой видеонаблюдения за рабочим процессом грузоподъемной машины [10].

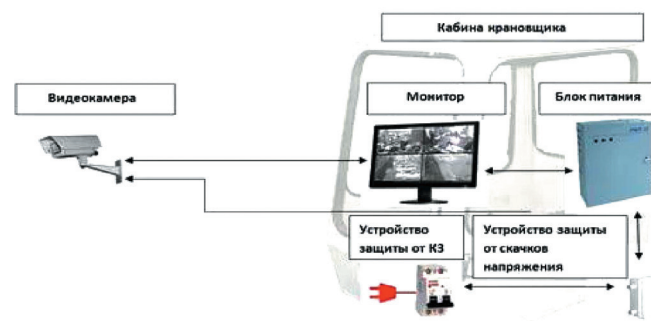


Рис. 4. Принципиальная схема комплектации системы видеонаблюдения для грузоподъемной машины

Прошла испытания система видеонаблюдения ViSUM для мостового крана с магнитной траверсой [11] (рис. 5), включающая в себя: камеру обзора траверсы ViSUM, камеру обзора груза ViSUM, камеру в кабине ViSUM, кабель ViSUM C, видеорегистратор ViSUM, монитор ViSUM, блок питания.

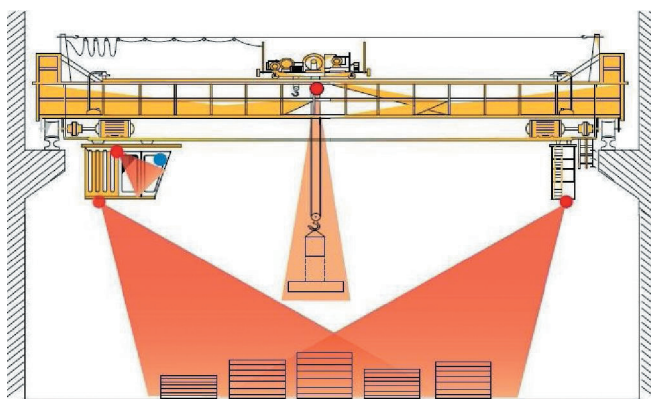


Рис. 5. Система видеонаблюдения ViSUM для мостового крана с магнитной траверсой

Система видеонаблюдения ViSUM предназначена для обеспечения видимости в режиме реального времени положения грузозахватного механизма и груза при использовании грузоподъёмных кранов.

Данная система позволяет выводить видеоинформацию в режиме реального времени на монитор крановщика с каждой видеокамеры (одновременно с двух видеокамер), переключать между видеоизображениями в режимах 1/2/4 изображения одновременно.

Применять массовые элементы видеонаблюдения возможно практически на любой аварийно-спасательной технике (табл. 1). Можно устанавливать:

- купольные видеокамеры в ударопрочных корпусах с низкой проницаемостью для влаги и пыли;
- модели с ИК-подсветкой (для ведения записи даже при плохом освещении);
- мониторы с достаточно большой диагональю, хорошей яркостью, антибликовым покрытием.

Таблица 1.

Перечень аварийно-спасательных работ, при которых возможно применение видеонаблюдения

Этапы выполнения аварийно-спасательных работ	Краткая характеристика этапов работ	Цель применения видеонаблюдения	Объекты и методы видеонаблюдения
Подготовительный	Оценка объемов аварийно-спасательных работ	Предварительный осмотр объекта ЧС, оценка вида и объема работ	Объект – зона ЧС, фотографирование с помощью дронов
	Подбор необходимых техники и оборудования	Реальное представление ЧС, видов работ на фотографиях	Объект – зона ЧС
Выбор маршрута следования аварийно-спасательного отряда	Расчет оптимального движения с учетом характера разрушений дорог	Оценка состояния маршрута движения	Фотографии дорог из дронов
Поиск и обнаружение жертв	Разведка и прокладка путей движения формирований и участков будущих работ	Повышение эффективности и безопасности проведения работ	Оборудование рабочих органов наземных транспортно-технологических машин камерами видеонаблюдения за рабочими процессами
	Розыск потерпевших и спасение их из заваленных, разрушенных зданий, помещений, а также пострадавших от затопления и задымления		

ВЫВОДЫ

1. На аварийно-спасательных работах широко используется типовая грузоподъемная техника, которая не оснащена камерами видеонаблюдения, хотя последние нашли самое широкое применение на различных производствах и технологических машинах.

2. Дооборудование грузоподъемных машин видеонаблюдением за рабочими процессами позволяет более оперативно выполнять аварийно-спасательные работы, особенно в «слепых» зонах, исключив нахождение в опасных зонах дополнительных людей-такелажников.

3. Реально рекомендованы к применению системы видеонаблюдения ViSUM, которые прошли испытания на мостовых кранах.

Список литературы

- Харисов, Г. Х. Организация и ведение аварийно-спасательных работ. Учеб. пособие [Текст] / Г. Х. Харисов, А. Н. Калайдов, А. В. Фирсов. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2011. – 271 с.
- Разрушения в ходе войны НАТО против Югославии [Электронный ресурс] // Википедия. – Электрон. дан. – М., 2010. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/rurwiki/501726>. – Загл. с экрана.
- Алехина, Ю. 13 памятников, которые разрушили террористы ИГИЛ [Электронный ресурс] // Комсомольская Правда. -2015. – 15 октября. – Режим доступа: <http://kp.ru/daily/26441.5/3312201/>.

- Jianxi Xu, ZhaoTang, XiaolinYuan, Yinyu Nie, Zong Ma, Xihui Wei, JianJ Zhangab (2018) A VR-based the emergency rescue training system of railway accident. Entertainment Computing, Vol. 27, pp. 23–31.
- V. V.Nicheporchuk, A. I. Nozhenkov (2019) Emergencies situational modeling technology for territorial management support. Procedia Structural Integrity, Vol. 20, pp. 248–253.
- Bingsheng Liu, Jiuh-Biing Sheu, Xue Zhao, Yuan Chen, Wei Zhang (2020) Decision making on post-disaster rescue routing problems from the rescue efficiency perspective. European Journal of Operational Research, Vol. 286, Issue 1, pp. 321–335.
- Xue SUN, Hu LIU, Yongliang TIAN, Guanghui WU, Yuan GAO (2020) Team effectiveness evaluation and virtual reality scenario mapping model for helicopter emergency rescue Chinese Journal of Aeronautics, Available online: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936120302211>.
- Пармон, В. В. Организация и проведение аварийно-спасательных работ / В. В. Пармон, А. В. Врублевский, М. М. Тихонов [и др.] – Минск: КИИ, 2015. – 576 с.
- Новоселов, В. Универсальная техника. Навесное оборудование для кранов [Текст] / В. Новоселов // Строительная техника и технологии. 2005. № 1. С. 35–38.
- Схема систем видеонаблюдения [Электронный ресурс] // Spycams.ru. – Электрон. дан. – М., 2015. – Режим доступа: <http://Spycams.ru/sovet/shema-sistem-videonabludenia/>. – Загл. с экрана.
- Система видеонаблюдения для мостового крана VISUM [Электронный ресурс] // VISUM. – Электрон. дан. – М., 2015. – Режим доступа: <http://visum.su/tipovye-resheniya/promyshlennyye-kranu/mostovoj-kran/>. – Загл. с экрана.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕРЕОБОРУДОВАННОГО АВТОБУСА ЛАЗ-695НГ

А. Д. Бумага, к.т.н., доцент; С. В. Крахин, ст. преп.; Д. Д. Гаевой

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. В работе [1] показано, что большинство (80%) дорожно-транспортных происшествий переоборудованных транспортных средств, возникших по техническим причинам, связаны с отклонениями в работе четырех основных систем, определяющих активную безопасность транспортных средств, в том числе управляемость и устойчивость их движения. К нарушению управляемости и устойчивости движения может привести переоборудование, при котором изменяется распределение масс между осями и координата центра масс по высоте. Характерными в этом отношении является переоборудованный в газовую модификацию автобус ЛАЗ-695НГ с установкой газовых баллонов на крыше автобуса. Поэтому для такого автобуса необходима проверка показателей не только статической устойчивости, а и устойчивости движения.

Ключевые слова: колесо, автобус, ускорение, уравнение, скорость; wheel, bus, acceleration, equation, speed.



Бумага
Александр Дмитриевич



Крахин
Станислав Валерьевич



Гаевой
Данил Дмитриевич

ЦЕЛЬ

Определение показателей поперечной устойчивости при неустановившемся круговом движении автобусов.

В работе [2] рассмотрена методика и определены показатели статической устойчивости переоборудованных автобусов. Эти показатели сравниваются с показателями, регламентируемыми Правилами ЕЭК ООН N 111 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автоцистерн категорий N и O в отношении их устойчивости к опрокидыванию» [3]. Максимальные поперечные ускорения для переоборудованных автобусов не превышают максимально допустимых $4,5 \text{ м/с}^2$.

Показатели поперечной устойчивости определялись путем решения дифференциальных уравнений движения автобуса.

При составлении уравнений движения приняты следующие обозначения (рис.1):

V – ускорение автобуса в продольном направлении; X_1, X_2 – продольные силы на первой и второй осях, λ – вынос колеса управляемого модуля; m_1, J_1 – масса и момент инерции управляемого колесного модуля относительно центральной вертикальной оси; a, b – расстояние от центра масс автобуса до точек крепления передней (управляемой) оси и задней оси; k_f – коэффициент сопротивления колес автобуса; k_{k_1}, k_{k_2} – коэффициенты сопротивления уводу колес осей; k_k – приведенный коэффициент жесткости управляемого колесного модуля; h – коэффициент демпфирования по углу поворота управляемого колесного модуля, $\kappa_{p_1}, \kappa_{p_2}$ – коэффициент сцепления колес передней и задней осей при определении боковых сил увода; θ_0 – установленный угол поворота колес управляемого модуля.

Система дифференциальных уравнений движения автобусов записана относительно следующих переменных ($U, \omega, \theta, \Theta, \psi, x, y$), где U – производная

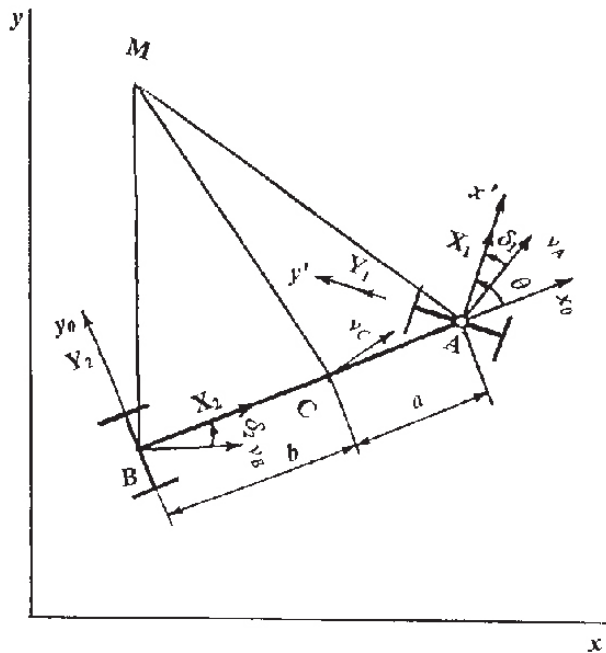


Рис. 1. Схема сил и моментов, действующих на автобус в неустановившемся повороте

боковой составляющей скорости центра масс (u); (Ω) Ω – производная угловой скорости (ω) относительно вертикальной оси; (Θ) Θ – скорость изменения угла поворота управляемого модуля; TT – угловое ускорение управляемого модуля.

$$m(U + \varpi v) = Y_2 + Y_1 \cos(\theta) + \sin(\theta)X_1 + ml \cos(\theta)y\Omega + ml \cos(\theta)TT - ml a\Omega - ml \varpi v - ml \sin(\theta)\lambda \varpi^2 - ml \sin(\theta)\lambda \Theta^2 - 2ml \sin(\theta)\varpi \lambda \Theta - ml U$$

$$J\Omega = a \cos(\theta)Y_1 + a \sin(\theta)X_1 + a ml \cos(\theta)y\Omega + a ml \cos(\theta)TT - ml a^2\Omega - a ml \varpi v - a ml \sin(\theta)\lambda \varpi^2 - a ml \sin(\theta)\lambda \Theta^2 - 2a ml \sin(\theta)\varpi \lambda \Theta - ml U - bY_2$$

$$Jl(\Omega + TT) = -\sin(\theta)ml \varpi u - \sin(\theta)ml a \varpi^2 - \cos(\theta)ml a \Omega - \cos(\theta)ml a v + \sin(\theta)ml V + \lambda ml \Omega + \lambda ml T - \cos(\theta)ml U \quad (1)$$

Углы увода колес осей автобуса определены по следующим выражениям [4]:

– передней оси:

$$\delta_1 = \theta - \frac{u + (a - \lambda \cos(\theta)) \omega}{v + \lambda \omega \sin(\theta)}, \quad (2)$$

которое после преобразований запишется в виде

$$\delta_1 = - \frac{-v \sin(\theta) + (u + a \omega) \cos(\theta) - \omega \lambda}{v \cos(\theta) + (u + a \omega) \sin(\theta)}, \quad (3)$$

– задней оси:

$$\delta_2 = \frac{-u + b \omega}{v}, \quad (4)$$

Продольная база автобуса определена как

$$l = a + b - \lambda, \quad (5)$$

Нормальные реакции опорной поверхности на колесах осей автобуса записаны в виде:

– передней оси:

$$Z_1 = ml g + \frac{m g b}{a + b - \lambda}, \quad (6)$$

– задней оси:

$$Z_2 = \frac{m g (a - \lambda)}{a + b - \lambda}, \quad (7)$$

Боковые силы на колесах осей автобуса записаны в виде:

– передней оси:

$$Y_1 = \frac{-kkl(-v \sin(\theta) + (u + a \omega) \cos(\theta) - \omega \lambda)}{(v \cos(\theta) + (u + a \omega) \sin(\theta)) \cdot \sqrt{1 + \frac{kkl(-v \sin(\theta) + (u + a \omega) \cos(\theta) - \omega \lambda)^2}{(v \cos(\theta) + (u + a \omega) \sin(\theta))^2 k l^2 \left(ml g + \frac{m g b}{a + b - \lambda} \right)^2}}} \quad (8)$$

– задней оси:

$$Y_2 = \frac{kk2(-u + b \omega)}{v \sqrt{1 + \frac{kk2^2(-u + b \omega)^2(a + b - \lambda)^2}{v^2 k^2 m^2 g^2 (a - \lambda)^2}}}, \quad (9)$$

В дальнейшем рассмотрим установившиеся круговые режимы движения, для которых скорость изменения фазовых координат равняется нулю ($U=0$, $\Omega=0$, $TT=0$, $\Theta=0$).

Из первого уравнения системы (1) следует, что центробежная поперечная сила приблизительно равняется $m \times \omega \times v$ продольная составляющая $m \times \omega \times u$.

При таких условиях система дифференциальных уравнений движения (1) превращается в такую систему:

$$e_1 = (m + ml) \omega v + ml \sin(\theta) \lambda \omega^2 - Y_1 \cos(\theta) - Y_2$$

$$e_2 = a ml \omega v + a ml \sin(\theta) \lambda \omega^2 - kk(\theta - \theta_0) - i \cos(\theta) Y_1 + b Y_2 \quad (10)$$

$$e_3 = -ml \lambda v \omega \cos(\theta) - ml \lambda \omega u \sin(\theta) - ml a \lambda \omega^2 \sin(\theta) + kk(\theta - \theta_0) + \lambda Y_1$$

Решение системы дифференциальных уравнений движения (10) автобуса осуществлено с помощью программного обеспечения Maple по следующим исходным данным: $g = 9,81$; $m_1 = 100$; $m = 12000$; $a = 2,79$; $b = 1,4$; $h = 0$; $\lambda = -0,0023$; $J_1 = 3,22$; $J = 0,8 \cdot m \cdot a \cdot b$; $kk_1 = 160000$; $kk_2 = 326000$; $\kappa_1 = 0,8$; $\kappa_2 = 0,8$.

Анализ приведенных зависимостей показывает, что при приведенной жесткости управляемого колесного модуля $kk = 100 \text{ Н/рад}$, движение автобуса при скорости 25 м/с является неустойчивым. При увеличении жесткости управляющего колесного модуля до 2000 Н/рад величина продольного и поперечного ускорений изменяется как от скорости движения, так и от угла поворота управляющего колесного модуля. Если принять как нормативную величину бокового ускорения $4,5 \text{ м/с}^2$, то при скорости 25 м/с угол поворота управляемого колесного модуля не должен превышать $0,05 \text{ рад}$ (радиус поворота автобуса $R = 83,8 \text{ м}$), а при скорости 8 м/с – $0,36 \text{ рад}$ ($R = 12,47 \text{ м}$). Полученные предельные углы поворота управляемого колесного модуля, радиусов поворота и скоростей движения

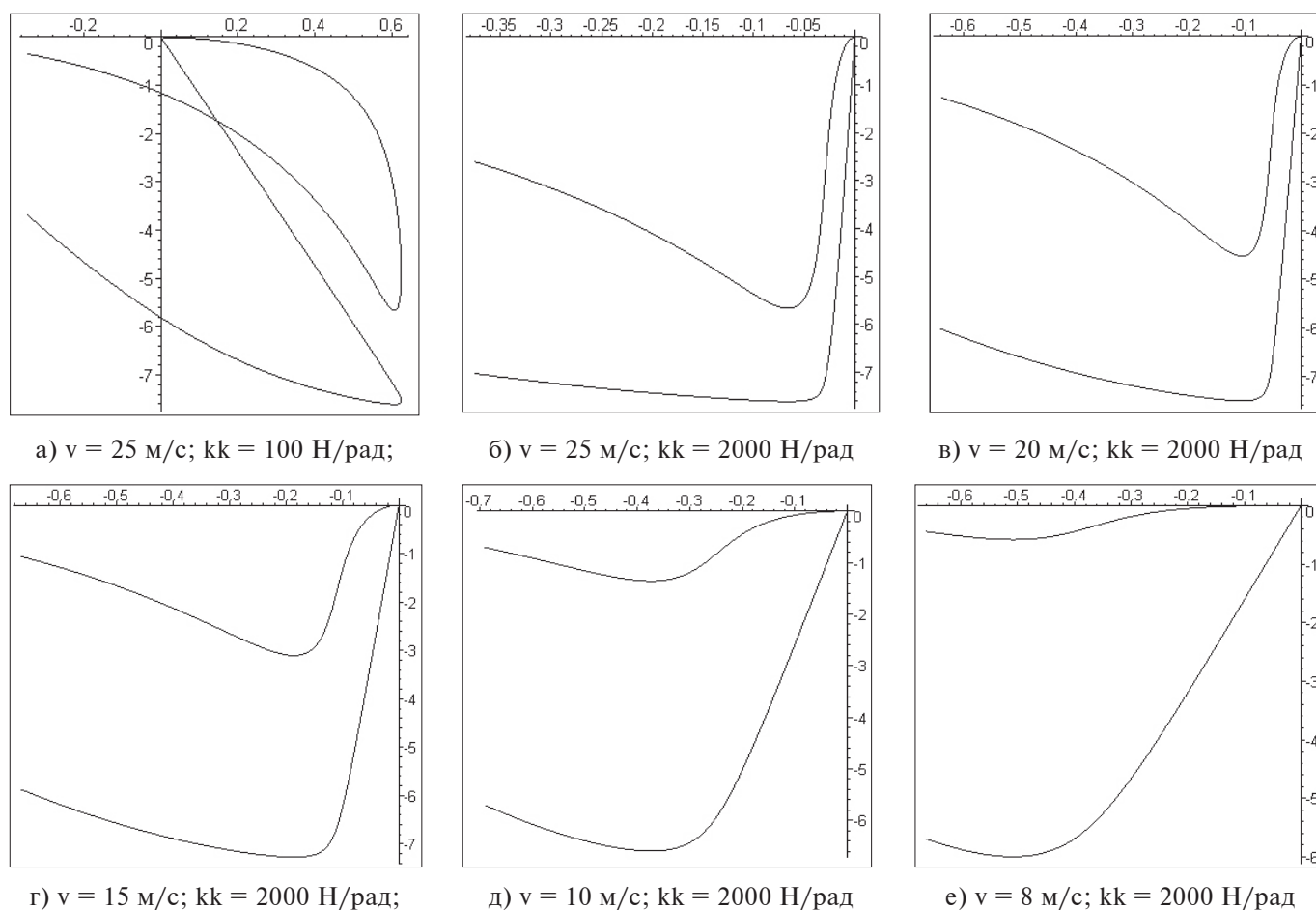


Рис. 2. Зависимость продольного и поперечного ускорений автобуса от угла поворота управляемого колесного модуля

находятся в зоне эксплуатационных параметров движения автобуса и поэтому должны быть учтены при переоборудовании автобусов.

ВЫВОД

Проведенными исследованиями установлено, что при переоборудовании автобусов необходимо очень взвешенно выбирать приведенную жесткость управляющего модуля, которая определяет предельные величины угла поворота управляемого колесного модуля, скорость движения автобуса и его радиус поворота.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Среди конструктивных параметров автобуса, влияющих на показатели его поперечной устойчивости, особого внимания заслуживают коэффициент сопротивления уводу колес осей автобуса, коэффициенты жесткости подвески, наличие стабилизаторов поперечной устойчивости и т. д. Влияние этих параметров на показатели поперечной устойчивости переоборудованных автобусов и станет предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. Зубрицкий, С. Г. Переоборудование АТС и их конструктивная безопасность [Текст] / Зубрицкий С. Г. — Автомобильная промышленность, 2003. — №1. — с. 21-24.
2. Бумага, А. Д. К определению показателей устойчивости движения переоборудованного автобуса ЛАЗ-695НГ // Системные методы управления, технология и организация производства, ремонта и эксплуатации автомобилей. [Текст] / Бумага А. Д. — Киев: НТУ, ТАСУ, 2003. — Вып. 17. — С. 12-17.
3. Правила ЕЭК ООН N 111 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автоцистерн категорий N и O в отношении их устойчивости к опрокидыванию [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200106493> (дата обращения 03.12.2020).
4. Сахно, В. П. К определению условий поперечной потери устойчивости прямолинейного движения автомобиля с управляемым колесным модулем [Текст] / Сахно В. П., Вербицкий В. Г., Веремчук О. А., Загороднов М. И. — Автошляховик України. Отдельный выпуск. Вестник Северного научного центра ТАСУ. — Вып.5.2002. — С.67-69.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО И ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ С УЧАСТИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И ДРУГИХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА (на примере г. Донецк)

А. В. Михайлов, к.т.н., доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ существующего и перспективного развития транспортно-пересадочных узлов с участием железнодорожного и других видов транспорта в г. Донецке. Рассмотрены основные мировые тенденции формирования и развития транспортно-пересадочных узлов. Проанализировано современное состояние перевозок на железнодорожном, воздушном и автомобильном транспорте региона и г. Донецка в частности. Приведена схема существующего функционального зонирования территории вокруг железнодорожной станции «Донецк-2». Представлены результаты натурного обследования транспортных потоков на транспортном узле «Мотель». Были получены результаты по количеству перемещающихся транспортных средств в рассматриваемом транспортном узле и построена картограмма по направлениям следования. Предложены рекомендации по разгрузке Донецкого шоссе, с созданием дублирующей дороги. Для уменьшения количества въезжающих автомобилей в город рекомендовано создание перехватывающей парковки. Представлена принципиальная схема транспортно-пересадочного узла «Донецк-2». Сделаны общие выводы по развитию транспортных узлов и прилегающих территорий в г. Донецк.

Ключевые слова: транспортно-пересадочный узел, пассажиропоток, транспортный поток, автостанция, железнодорожный транспорт, перехватывающая парковка.



Михайлов
Александр
Владимирович

Современное общество нуждается в постоянном увеличении объема транспортного сообщения, повышении его надежности, безопасности и качества. Это требует увеличения затрат на улучшение инфраструктуры транспортной сети, превращения ее в гибкую, высокоуправляемую логистическую систему. При этом риск инвестиций значительно возрастает, если не увеличивать закономерности развития транспортной сети, распределение загрузки ее участков. Игнорирование этих закономерностей приводит к частому образованию транспортных пробок, перегрузок отдельных линий и узлов сети, повышению уровня аварийности, экологическому ущербу.

Основной целью системы пассажирского транспорта является полное удовлетворение потребностей населения в транспортировке. Проблема транспорта является одной из приоритетных задач крупных городов, мегаполисов, которая с их ростом и развитием приобретает все более острый социальный, градостроительный и экономический характер.

Одной из проблем, которая сформировалась в Донецком регионе в течение длительного времени, является необходимость комплексной модернизации транспортной инфраструктуры Донбасса путем формирования и развития транспортно-пересадочных узлов (ТПУ).

К основным мировым тенденциям формирования и развития ТПУ можно отнести [1]:

- создание многофункциональных ТПУ, координирующих работу систем транспортных коридоров и обеспечивающих взаимодействие различных видов транспорта на всех его территориальных уровнях;
- интеграция ж.-д. транспорта с системами скоростных видов внеуличного городского транспорта (метрополитен, скоростной трамвай и т.д.) за счёт размещения их вестибюлей в границах ТПУ;
- рост функциональности существующих ТПУ, обеспечивающих пассажиров необходимым комплексом транспортных услуг с перспективой увеличения объемов сервисных бизнес-услуг;
- вовлечение ТПУ в проекты комплексного развития территорий города в зоне их влияния;

– реконструкция и развитие ТПУ в вертикальной и горизонтальной плоскостях с превращением их в многофункциональные транспортно-пересадочные комплексы (ТПК) с формированием надземных и подземных пешеходных переходов и галерей, входящих в его состав, соединяющих основные пункты тяготения пассажиропотоков;

– изменение параметров основных элементов пассажирской инфраструктуры ТПУ (размещение автоматов по продаже билетов, строительство досмотровых зон и т.д.);

– оптимизация организации коммерческой деятельности за счёт правильной организации функционального пространства ТПУ;

– создание «безбарьерной» среды для маломобильных групп населения.

В зарубежной планировочной практике последних лет сложились общие подходы к разработке документации по планировке территории, основанные на нескольких принципах, обеспечивающих устойчивое развитие транспортной инфраструктуры и всей системы расселения в целом. К ним относится принцип управления доступом к УДС [2, 3, 4 и др.] и принцип Transit Oriented Development (TOD). На русский язык данный термин можно перевести как «застройка, ориентированная на массовые виды транспорта».

Как отмечается в работе Д. Н. Власова [5], все типы ТПУ можно подразделить на два основных типа: внутрисетевые ТПУ (т.е. узлы, обеспечивающие пересадки внутри одной из систем городского пассажирского транспорта) и межсетевые ТПУ (обеспечивающие межсистемные пересадки).

До начала боевых действий на Донбассе загруженность пассажирского транспорта была распределена между тремя крупными видами транспорта: железнодорожным, воздушным и автомобильным.

На данный момент ситуация в Донецком регионе и в частности в Донецке такова, что ж.-д. перевозки практически отсутствуют. Главный вокзал и подъездные пути к нему приближены к линии боевых действий, что в результате привело к остановке движения основных пассажирских направлений, а другого ж.-д. вокзала, который взял бы на себя весь объем пассажиропотока, в Донецке нет. Так же препятствует развитию ж.-д. транспорта и тот факт, что все передвижения являются замкнутыми внутри двух республик. Для увеличения пассажиропотока ж.-д. транспорта необходима планомерная политика по налаживанию регулярных рейсов в Российскую Федерацию, а для этого необходимо создать второй ж.-д. вокзал, который бы обеспечил население возможностью комфортного передвижения. Сейчас железнодорожное сообщение между Ростовской областью и Донецкой Народной Республикой осуществляется на дизельном поезде «Ясиноватая-Успенская» до границы с РФ.

Воздушные перевозки на территории республик вообще отсутствуют, т.к. аэропорты разрушены, а воздушное пространство является закрытым, поэтому вся нагрузка ложится на автомобильные перевозки. При развитии региона и увеличении количества автомобильных средств, транспортная система не сможет справиться с возложенной на неё нагрузкой. Для этого необходимо проанализировать всю транспортную систему города и уже сейчас закладывать фундамент благополучных транспортных перевозок.

Структура, характер и направление транспортных потоков представляют собой главные факторы, определяющие транспортно-планировочную структуру городов, поэтому проблему организации внутригородских и пригородно-городских перевозок следует рассматривать только исходя из характерных особенностей рассматриваемого города [6].

Проведя анализ территории и схемы движения ж.-д. транспорта по г. Донецк и по всей республике (см. рис. 1), можно сказать, что наиболее благоприятное месторасположение нового крупного ТПУ, который бы объединил в себе железнодорожные пассажирские перевозки, а также городской наземный и подземный общественный транспорт, является ж.-д. станция «Донецк-2».

Рассмотрим подробнее расположение ж.-д. станции «Донецк-2» и прилегающей территории в структуре города (рис. 2), которая находится в восточной части г. Донецк. Участок территории выбран исходя из существующего месторасположения железнодорожной станции «Донецк-2» и свободной прилегающей территории для строительства нового здания международного ж.-д. вокзала и автовокзала. Рассматриваемая станция расположена на периферии г. Донецк, но при этом в центре Донецко-Макеевской агломерации, поэтому предусматривается обслуживание не только населения города Донецка, но и частично населения города Макеевки.

На рис. 3 приведена схема существующего функционального зонирования, на которой показано современное состояние рассматриваемой территории.

Из рис. 3 видно, что данный участок находится в районе Покровского Храма в Калининском районе и граничит с лесопосадкой и гаражным кооперативом, а через дорогу находится жилой массив. Станция расположена на Красногвардейском проспекте, между магистральными дорогами районного значения – проспектом Ильича и бульваром Шевченко. По другую сторону железной дороги расположены лесопосадка, тубдиспансер, больница профзаболеваний, а также автостанция Мотель вблизи транспортного узла.

На данный момент станция Донецк-2 находится в непригодном состоянии, чтобы взять на себя роль крупного ТПУ (см. рис. 4), поэтому требуется возведения нового здания железнодорожной станции в комплексе с междугородним автовокзалом, а также с формированием подъездных путей и организации остановочно-разворотных площадок для городского наземного пассажирского транспорта (ГНПТ).

Сейчас по данным Государственного предприятия «Донецкая железная дорога» [7] через ж.-д. станцию «Донецк-2» курсируют поезда по направлению следования Ясиноватая – Донецк-2 – Иловыйск, а также Ясиноватая – Донецк-2 – Мушкетово.

Выбор вида транспорта потенциальными пассажирами для поездок – это параметрический выбор отдельных видов транспорта, различающихся частотой работы, графиком движения транспортных средств, стоимостью и качеством транспортных услуг. Все эти параметры пассажир оценивает с точки зрения возможности использования для поездки одним или несколькими видами транспорта, что, в свою очередь, определяется целями, расстояниями и т. д. [8].

Схема Донецкой железной дороги



Рис. 1. Схема железной дороги Донецкой и Луганской Народных Республик



Рис. 2. Станция ж.-д. «Донецк-2» и транспортный узел «Мотель» в структуре г. Донецка



ГРАНИЦЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН

ЖИЛЫЕ ЗОНЫ

- Ж1 - зона застройки многоквартирными жилыми домами (9 этажей и более)
- Ж2 - зона застройки индивидуальными отдельно стоящими жилыми домами с приусадебными земельными участками

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВЫЕ ЗОНЫ

- ОД1 - Зона объектов здравоохранения (областной тубдиспансер и больница профзаболеваний)
- ОД2 - Зоны делового, общественного и коммерческого назначения
- ОД3 - Зона культового назначения (Токровский храм)

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗОНЫ

- П1 - Промышленные зоны
- П2 - Коммунальные зоны (гаражный кооператив)

ЗОНЫ ИНЖЕНЕРНОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

- ИТ1 - Зона магистральных улиц и дорог
- Зона улиц местного значения
- Территория железной дороги (включая санитарно-защитные зоны)

РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЗОНЫ

- Р1 - Зона особо охраняемых природных территорий (ботанический сад)
- Р2 - Зона зеленых насаждений (лесопосадка)
- Р3 - Зона зеленых насаждений (заброшенный городской сад)

Рис. 3. Существующее функциональное зонирование территории вокруг ж.-д. станции «Донецк-2»



Рис. 4. Ситуационный план и фотофиксация рассматриваемого участка ж.-д. станции «Донецк-2»

Пассажиропоток на данном участке незначителен из-за малой его привлекательности к пунктам следования. Т.к. расстояние до этих пунктов назначения незначительное и до них можно добраться на автомобильном виде транспорте быстрее, то пассажиры выбирают последний вариант движения.

В настоящее время, пассажиров, пользующихся внутригородским и пригородно-городским транспортом, можно поделить на три группы в зависимости от их приоритетов, определяющих привлекательность того или иного вида транспорта:

- стоимость поездки от пункта отправления до пункта назначения;
- время, затрачиваемое на поездку от пункта отправления до пункта назначения пассажира (с учётом времени на пересадку между видами транспорта и ожидания транспорта);
- комфорт.

Отсюда следует, что для повышения привлекательности ж.-д. транспорта в г. Донецке, необходимо создать комфортные условия передвижения для пассажиров, с сокращением времени пересадки между видами транспорта, а также открытие рейсов дальнего следования в Российскую Федерацию.

Для создания нового ТПУ необходима реконструкция существующей улично-дорожной сети (УДС) для комфортного перемещения населения к соответствующей точке притяжения. Автором была проанализирована УДС вокруг рассматриваемого объекта. Вблизи с ТПУ проходит магистраль городского значения, которая является основным транспортным путём соединяющим восточную часть Республики с г. Донецк (см. рис. 2). На данном кольце при движении в центр города Донецка встречаются транспортные потоки,

которые движутся из г. Макеевка и области, а также из спальных районов г. Донецка (Буденновского и Пролетарского районов), в результате чего стал вопрос об анализе данного узла с последующими рекомендациями по его реконструкции.

Для выбора внутренних параметров рассматриваемого ТПУ, которые формируются с участием метро, ж.-д., легкового и городского наземного пассажирского транспорта необходима информация о распределении пассажиропотоков в их пределах и на прилегающих территориях в течение суток. Источником получения достоверной информации о пассажиропотоках, необходимой для разработки мероприятий, связанных с развитием ТПУ и повышением качества обслуживания пассажиров и посетителей, являются различные виды транспортно-социологических обследований [9].

В связи с боевыми действиями уровень автомобилизации в Республике значительно снизился по сравнению с данными до 2014 года. В рамках данного исследования автором были взяты результаты натурного обследования транспортных потоков на транспортном узле «Мотель» в г. Донецке, проведенные самим же автором в начале 2014 г., которое основывалось на подсчете в утренний и вечерний «час пик» количества транспортных средств, въезжающих и выезжающих в данный узел. Время утреннего наблюдения было взято с 7 до 9 часов, а вечернего – с 16 до 18 часов. Пример интенсивности транспортных потоков в одном из направлений приведен на рис. 5.

С помощью данного обследования были получены результаты по количеству перемещающихся транспортных средств внутри рассматриваемого транспортного узла и построена картограмма по направлениям следования (рис.6).

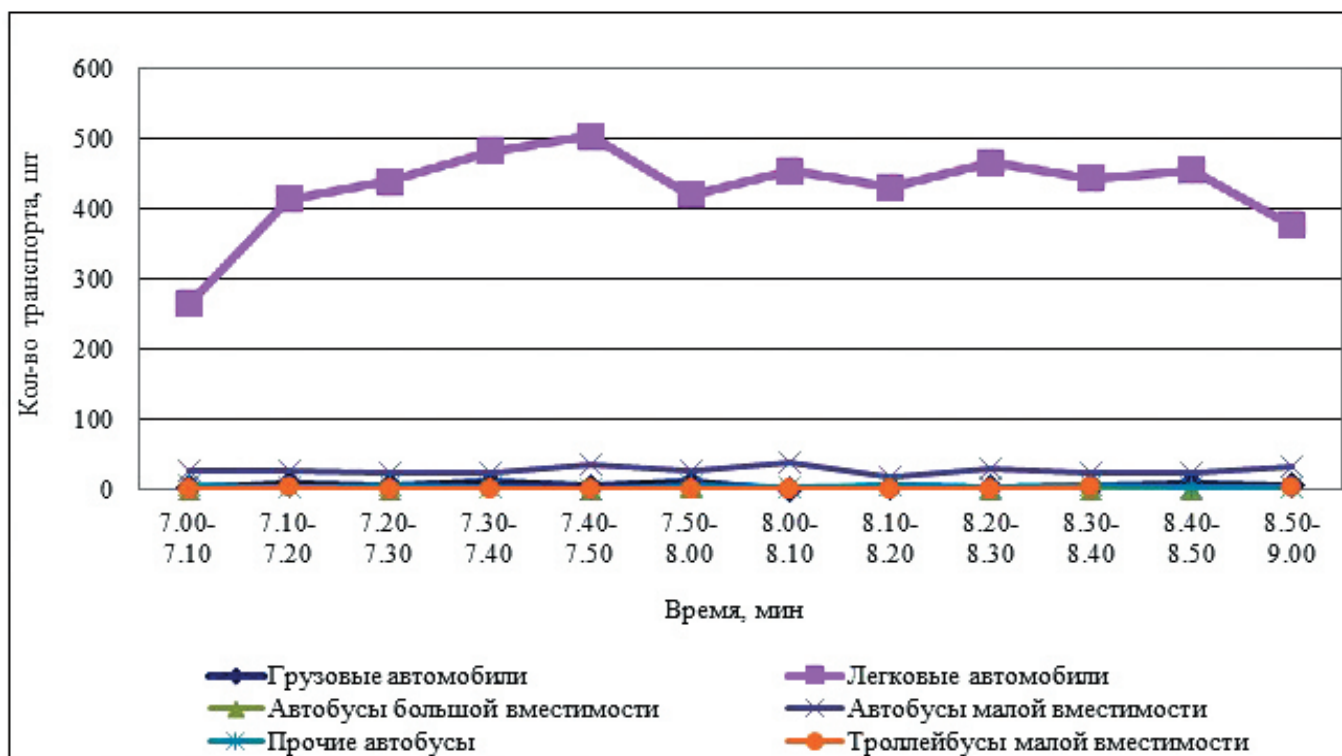


Рис. 5. График интенсивности транспортных потоков в утренний «час пик» (сечение «Мотель» направление из Макеевки в Донецк)

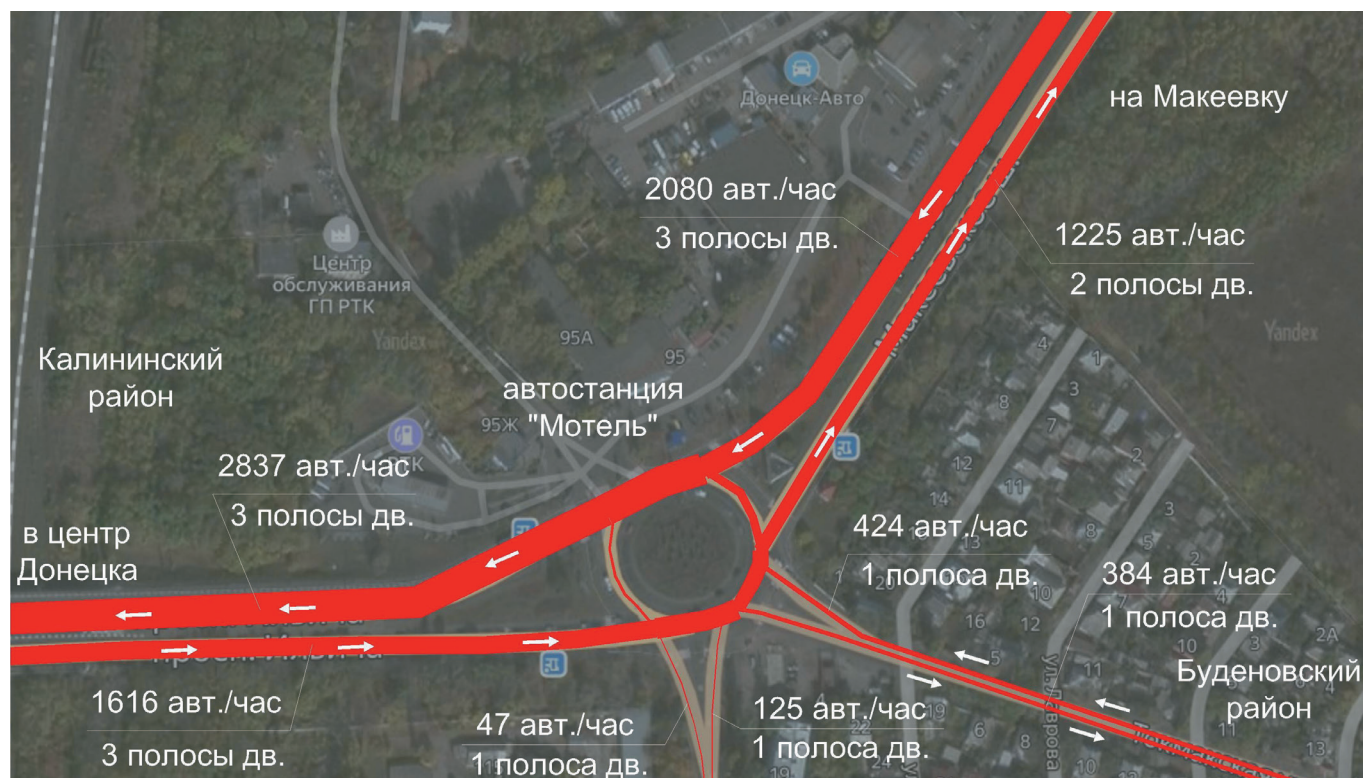


Рис. 6. Картограмма транспортных потоков на рассматриваемом узле

Из картограммы, приведенной на рис. 6, видно, что значения по некоторым направлениям приближаются к максимальным показателям пропускной способности, поэтому на данном участке, при таком количестве транспортных средств, не исключены заторы на дорогах. В случае восстановления экономики Республики, транспортный поток на рассматриваемом участке возобновится с новой силой и тогда УДС не справится с нагрузкой, поэтому уже сейчас необходимо формировать и создавать основу для будущих изменений.

Автором предлагается разгрузить данную ветвь с помощью дублирующей дороги, которая будет выходить к бульвару Шевченко. На рис. 7 приведена схема проектного решения территории вокруг ТПУ, где автором предложен ряд рекомендаций по улучшению транспортной доступности территорий.

Предлагаемая дорога пройдет на эстакадах над ж.-д. путями и соединится на перекрестке с Красногвардейским проспектом и улицей Овнатяна. С целью уменьшения времени простоя транспортных средств на светофоре, для основного потока предлагается дополнительный правосторонний съезд непосредственно к бульвару Шевченко.

На прилегающей территории к ТПУ предлагается убрать гаражный кооператив, а на его месте для жителей прилегающего района построить многоуровневую парковку на 500 маш./мест (см. рис. 7). Существующую АЗС предлагается перенести ближе к проспекту Ильича, а на оставшейся территории высадить зеленые насаждения.

Автором также предлагается для уменьшения количества въезжающих автомобилей в город предусмотреть перехватывающую парковку на 100 авт., которая будет расположена над дорогой. Подобные парковки

разрабатываются архитектурным бюро «АБ ЭЛИС» и внедряются в различных городах (рис. 8) [10].

Расположение данной парковки предусмотрено таким образом, чтобы пересадка водителя на наземный общественный транспорт, а также в недалеком будущем и в метро, была с минимальными затратами времени.

С 1993 года в Донецке планировалось и малыми темпами продвигалось строительство метрополитена. Первая очередь была запланирована для запуска в 2005 году. Однако из-за систематического отсутствия финансирования проект был отложен. В 2013 году строительство было заморожено, и с 2014 года из-за вооруженного конфликта на востоке Украины перспективы не были определены. На рис. 9 приведена схема метро г. Донецка.

Жители города не потеряли надежды на возобновление строительства метро после окончания вооруженного конфликта. Если исходить из того, что строительство продолжится в недалеком будущем, то из данной схемы, приведенной на рис. 9, видно, что под ж.-д. станцией «Донецк-2» располагается станция метро с таким же названием. В связи с этим развитие данного узла является наиболее актуальным с учетом организации к нему подъездных путей ГНПТ и станции метро.

Согласно классификации, приведенной Власовым Д. И. [5], рассматриваемый узел относится к узлу внешнего транспорта. В таком узле обеспечивается максимальная взаимосвязь всех элементов транспортной инфраструктуры города (рис. 10). В нем пересекаются:

- внешний транспорт;
- региональный транспорт (железнодорожный);
- городской общественный транспорт (автобусы, метро);
- индивидуальный транспорт.



Рис. 7. Схема проектного решения территории вокруг ТПУ

На рис. 10 приведены основные направления движения пешеходных потоков по ТПУ, распределенные по уровням, к соответствующим элементам транспортной инфраструктуры. Данная схема дает общее представление о функционировании и взаимосвязи всех транспортных и пешеходных потоков.

В рамках данного исследования можно сделать вывод, что транспортно-пересадочные узлы являются основой для развития как планировочной, так и инфраструктурной системы города. Развитие системы ТПУ города — одна из основополагающих задач, стоящая перед руководством любого поселения. ТПУ харак-



Рис. 8. Перехватывающая парковка на 100 автомобилей

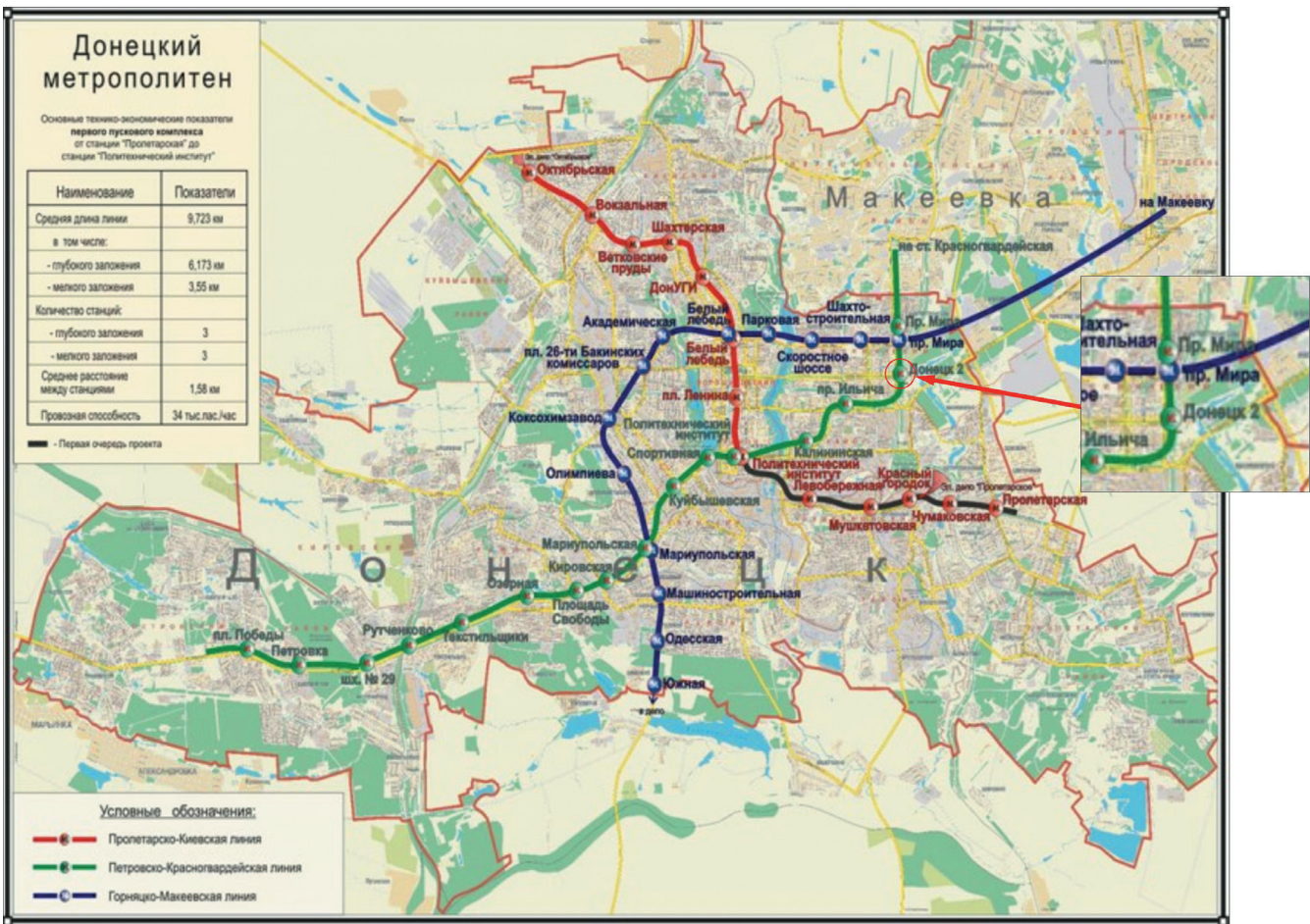


Рис. 9. Схема строящегося метрополитена г. Донецк

теризуются сложностью, разнообразием возможных технических решений и протекающих процессов взаимодействия, поэтому оценивать общую эффективность функционирования ТПУ необходимо комплексно.

Анализ современного состояния ж.-д. станций «Донецк-2» позволил определить основные направ-

ления развития системы железнодорожного, автомобильного и городского наземного пассажирского транспорта, которые возможно учесть при разработке генерального плана города Донецка.

Предложенные рекомендации по созданию нового ТПУ в г. Донецк, с участием различных видов

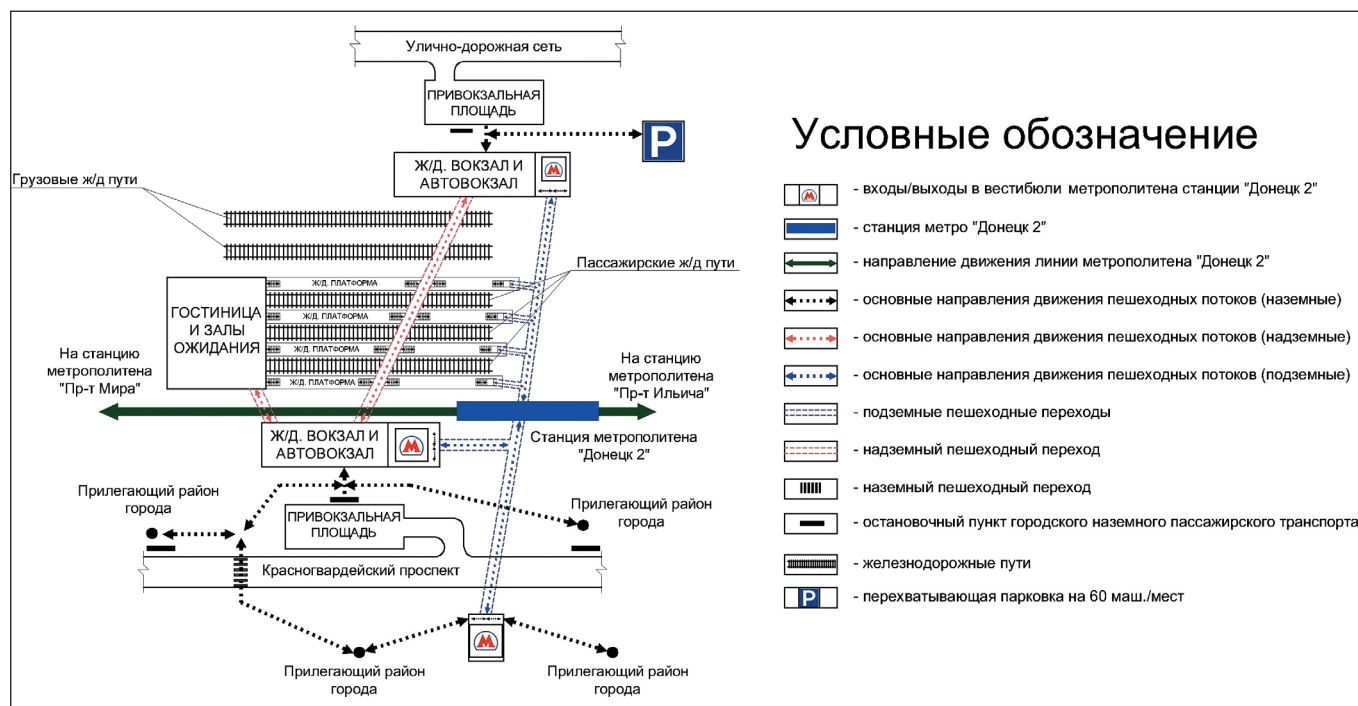


Рис. 10. Принципиальная схема ТПУ «Донецк-2»

транспорта, включают в себя комплекс мероприятий, учитывающих интересы и пассажиров, и компаний, осуществляющих перевозку пассажиров, и города, на территории которого предлагается размещение ТПУ.

Список литературы

- Евреенова, Н. Ю. Современные тенденции формирования транспортно-пересадочных узлов за рубежом [Текст] / Н. Ю. Евреенова // Труды научно-практической конференции «Неделя науки – 2014», «Наука МИИТа – транспорту». В 2-х частях. – Часть 2. – М.: МИИТ, 2014. – С. IV-87-IV-88.
- Михайлов, А. Ю. Научные основы проектирования улично-дорожных сетей: диссертация доктора технических наук: 18.00.2004. Иркутск: ИГТУ, 2004. – 378 с.
- Михайлов, А. Ю. Управление доступом к магистральным улицам: зарубежная практика. Транспорт Российской Федерации. Т. 31, № 6. М., 2010. – С. 26-29.
- Новизенцев, В. В. Управление скоростями движения на улично-дорожной сети городов / В. В. Новизенцев, И. А. Бахирев // Наука и техника в дорожной отрасли. № 1 (71). М., 2015. С. 5-10.
- Власов, Д. Н. Транспортно-пересадочные узлы: монография / Д. Н. Власов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. Исследоват. Моск. гос. строит. ун-т, 2017. – 192 с.
- Евреенова, Н. Ю. Выбор параметров транспортно-пересадочных узлов, формируемых с участием железнодорожного транспорта: диссертация... кандидата технических наук : 05.22.08 / Евреенова Надежда Юрьевна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ]. – Москва, 2014. – 197 с. : ил.
- Официальный интернет-ресурс Государственного предприятия «Донецкая железная дорога» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dnrailway.ru/> – дата обращения 19.02.2021.
- Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
- Вакуленко, С. П. Формирование транспортно-пересадочных узлов в зонах тяготения пассажиропотоков пригородных зон [Текст] / С. П. Вакуленко, Н. Ю. Евреенова // Труды Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития транспорта». М.: МИИТ, 2012. С. 90-92.
- Архитектурным бюро «АБ ЭЛИС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-elis.ru> – дата обращения 20.02.2021.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА НАДЕЖНОСТЬ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Д. В. Выборнов, к.т.н., доцент; М. С. Марченко, магистрант

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка

Аннотация. Основная причина разрушения линейной части теплоэнергетических систем — коррозионный износ металла трубы. В связи с применением в последнее время герметичных теплоизоляционных конструкций трубопроводов (с наружной стороны трубы) их остаточный ресурс зачастую определяется коррозионным износом на внутренней «незащищенной» стороне труб, оценка скорости которого чрезвычайно важна для прогнозирования аварийных ситуаций и планирования ремонтов участков линейной части системы.

В данной статье рассматриваются вопросы надежности трубопроводов тепловых сетей, транспортирующих высокотемпературную воду. Рассмотрены некоторые факторы, влияющие на надежность и срок эксплуатации тепловых сетей. На основании проведенных расчетов установлена зависимость потока отказов от диаметра труб, типа изоляции трубопровода, условий и среды, в которой находится трубопровод, и срока его эксплуатации, рассмотрена методика прогнозирования отказов систем теплоснабжения, учитывающая интенсивность внутреннего коррозионного износа, а также представлены результаты расчета по ней. Также проведена оценка скорости внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей. Методика применима для труб из углеродистой конструкционной стали.

Ключевые слова: теплотрасса, параметр потока отказов, коррозия трубопровода, теплоизоляция, надежность, прогнозирование.



**Выборнов
Дмитрий
Владимирович**

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Трубопроводы являются одним из важных элементов системы теплоснабжения. В настоящее время проблемой существующих сетей теплоснабжения является сам тот факт, что они выполнены из стали, в следствие чего сети подвергаются большому коррозионному износу. С точки зрения повышения надежности наиболее целесообразным представляется их выполнение из пластика, преимуществом которого является большой нормативный срок службы (25-50 лет), т.е. высокая стойкость к наружной и внутренней коррозии. Следовательно, низкая надежность тепловых сетей является серьезной эксплуатационной проблемой, приводит к существенным экономическим убыткам. Эксплуатация низкоэффективного основного и вспомогательного оборудования приводит к повышению потребления топливно-энергетических ресурсов. Проблему надежности тепловых сетей необходимо рассматривать как ряд взаимосвязанных факторов, которые влияют на неё.

Цель исследования: выполнить анализ факторов, влияющих на интенсивность отказов трубопроводов теплотрасс, находящихся в различных условиях эксплуатации.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассматривается влияние условий эксплуатации трубопровода на надёжность тепловых сетей (ТС). Условия эксплуатации представлены наличием определённых разрушающих факторов. К таким разрушающим факторам следует отнести наличие грунтовых вод, блуждающих токов и материал теплоизоляции.

Ранее в статье [1] на основании полученных статистических данных об отказах трубопроводов теплосетей позволили установить для «сухих» и обводнённых грунтов следующие зависимости потока отказов γ от диаметра d_y , мм, трубопровода:

— для «сухих» грунтов (трубопровод проложен выше уровня грунтовых вод)

$$\lambda(d_y) = 0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (1)$$

— для обводнённых грунтов (трубопровод проложен ниже уровня грунтовых вод)

$$\lambda(d_y) = 0,5813 - 1,7738 \cdot 10^{-3} d_y + 1,5192 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (2)$$



**Марченко
Маргарита Сергеевна**

Другой разрушающий фактор — это блуждающие токи. Для грунтов с блуждающими токами получена формула для потока отказов теплопроводов:

$$\lambda(d_y) = 0,613 - 1,2558 \cdot 10^{-3} d_y + 7,3308 \cdot 10^{-7} d_y^2, \quad (3)$$

На рисунке 1 представлены результаты расчетов зависимости параметра отказов, $(\text{км} \cdot \text{год})^{-1}$, от диаметра, d_y , мм, трубопровода. Из рисунка видно, что с увеличением диаметра трубопровода значение параметра потока отказов уменьшается.

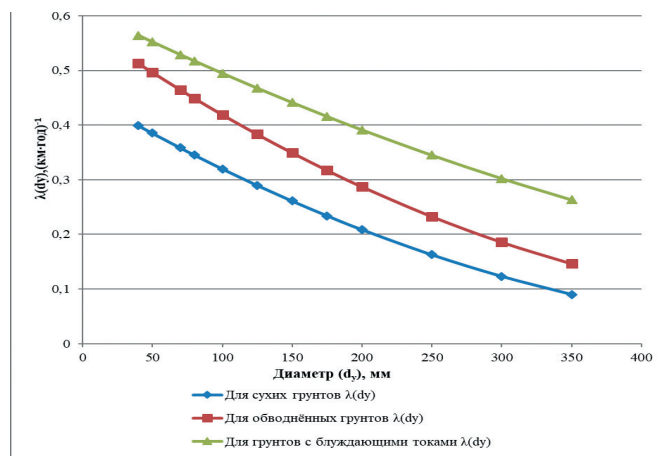


Рис. 1. Зависимость параметра потока отказов λ $(\text{км} \cdot \text{год})^{-1}$, от диаметра d_y , мм, трубопровода

В данной работе представлена разработанная методика прогнозирования отказов систем теплоснабжения (СТС), в которой учёт местных условий эксплуатации трубопроводов СТС, в том числе и дополнительных разрушающих факторов, выполнен в виде поправочных коэффициентов. Скорость разрушения трубопроводов в разных условиях эксплуатации будет различной. Таким образом, если взять за единицу поток отказов участка, проложенного в «сухом» грунте без блуждающих токов, то предсказать поток отказов для трубы такого же диаметра, проложенного ниже уровня грунтовых вод (УГВ), можно, если ввести поправочный коэффициент $K_{y2в}$, который определится как частное от деления экспериментальной зависимости потока отказов во влажном грунте на зависимость потока отказов в «сухом» грунте.

$$K_{y2в} = \frac{0,5813 - 1,7738 \cdot 10^{-3} d_y + 1,5192 \cdot 10^{-6} d_y^2}{0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2}, \quad (4)$$

где d_y — условный диаметр трубопровода, мм.

Трамвайные пути и электрифицированные железные являются источником блуждающих токов. Влияние данного фактора при прогнозировании потока отказов трубопровода, можно учесть коэффициентом $K_{бт}$, который определяется путём деления потока отказов трубопровода при наличии блуждающих токов на поток отказов трубопровода в «сухом» грунте без блуждающих токов

$$K_{изол}^a = \frac{0,6143 - 1,4641 \cdot 10^{-4} d_y + 1,1154 \cdot 10^{-6} d_y^2}{0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2}, \quad (5)$$

Как показывает практика, существует зависимость между потоком отказов, временем эксплуатации трубопроводов и типом теплоизоляции. Поскольку основным разрушающим фактором является коррозия, то можно сделать вывод, что на износ трубы, а значит и поток отказов, будет влиять материал теплоизоляции. Конечно, материал изоляции не является непосредственной причиной коррозии, он лишь оказывает сопротивление влаге грунта, инфильтрующейся в канал.

Для некоторых типов теплоизоляции получены выражения для коэффициентов $K_{изол}$:

— для армопенобетона

$$K_{изол}^a = \frac{0,6143 - 1,4641 \cdot 10^{-4} d_y + 1,1154 \cdot 10^{-6} d_y^2}{0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2}, \quad (6)$$

— для фенольного поропласта

$$K_{изол}^ф = \frac{0,8061 - 1,9874 \cdot 10^{-3} d_y + 1,5427 \cdot 10^{-6} d_y^2}{0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2}, \quad (7)$$

— для битумоперлита

$$K_{изол}^б = \frac{0,4963 - 1,5078 \cdot 10^{-3} d_y + 1,4404 \cdot 10^{-6} d_y^2}{0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2}, \quad (8)$$

— для полимербетона

$$K_{изол}^п = \frac{0,2705 - 1,0866 \cdot 10^{-3} d_y + 1,1192 \cdot 10^{-6} d_y^2}{0,457 - 1,5 \cdot 10^{-3} d_y + 1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2}, \quad (9)$$

Для определения потока отказов трубопроводов с различным типом изоляции, наличием грунтовых вод и блуждающих токов получена зависимость:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot K_{изол} \cdot \ln(2,812 K_{y2в}) \cdot \ln(3,044 K_{бт}), \quad (10)$$

где λ_0 — поток отказов в сухом грунте без блуждающих токов, который определяется в зависимости от диаметра теплопровода по (1);

$K_{изол}$ — корректировочный коэффициент, учитывающий изменение потока отказов в зависимости от типа изоляции; если трубы изолированы минеральной ватой $K_{изол} = 1$, для другого типа изоляции определяется по (6-9);

$K_{y2в}$ — корректировочный коэффициент, учитывающий положение уровня грунтовых вод относительно трубопровода: если УГВ выше оси трубопровода, коэффициент определяется по формуле (4), если ниже («сухие» грунты), то член $\ln(2,812 K_{y2в})$ следует исключить;

$K_{бт}$ — корректировочный коэффициент, учитывающий влияние блуждающих токов; если блуждающие токи присутствуют, то коэффициент определяется по формуле (5), в противном случае член $\ln(3,044 K_{бт})$ следует исключить.

На рис. 2 изображены результаты расчетов коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации трубопровода.

Рассмотрим также влияние типа и способа теплоизоляции на параметр потока отказов трубопроводов тепловых сетей.

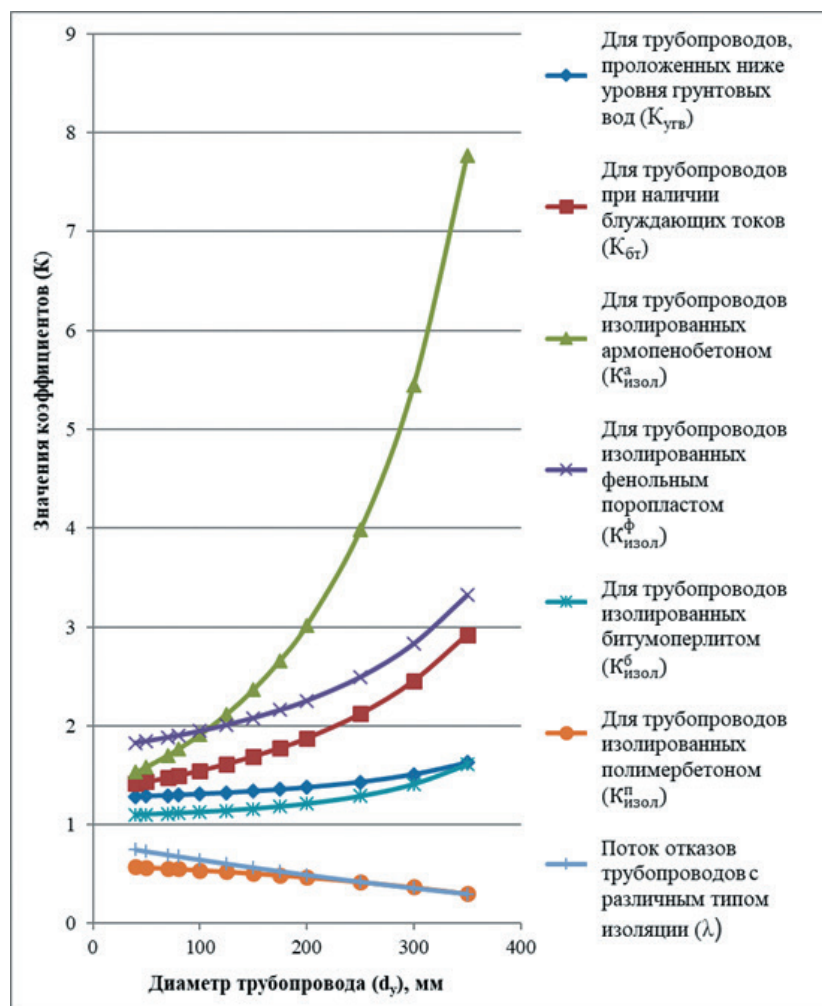


Рис. 2. Зависимость коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации трубопровода, от диаметра

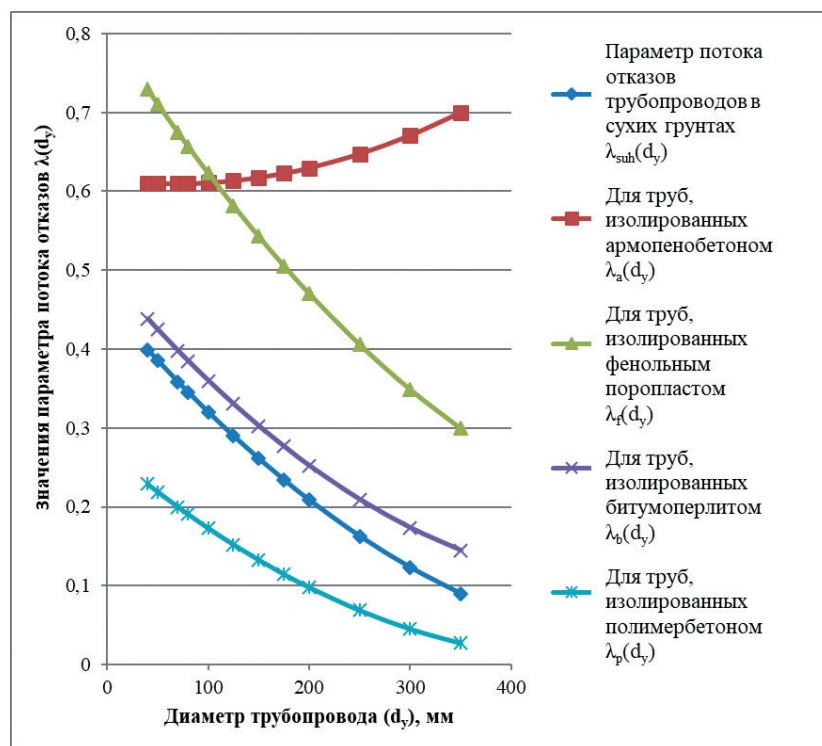


Рис. 3. График зависимости параметров потока отказов λ ($\text{км} \cdot \text{год}$)⁻¹, от диаметра d_y , мм, трубопровода, изолированного различным типом изоляции

Можно предположить, что существует зависимость между параметром потока отказов, временем эксплуатации трубопроводов и типом теплоизоляции [2]. Получены следующие зависимости:

– для труб с минераловатной изоляцией (1);

– для труб, изолированных армопенобетоном

$$\lambda_a(d_y)=0,6143-1,4641 \cdot 10^{-4} d_y+1,1154 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (11)$$

– для труб, изолированных фенольным поропластом

$$\lambda_f(d_y)=0,8061-1,9874 \cdot 10^{-3} d_y+1,5427 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (12)$$

– для труб, изолированных битумоперлитом

$$\lambda_b(d_y)=0,4963-1,5078 \cdot 10^{-3} d_y+1,4404 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (13)$$

– для труб, изолированных полимербетоном

$$\lambda_p(d_y)=0,2705-1,0866 \cdot 10^{-3} d_y+1,1192 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (14)$$

где d_y – условный диаметр трубы, мм.

Зависимость параметра потока отказов от диаметра трубопровода сетей теплоснабжения приведена на рис. 3.

Полученные коэффициенты рассмотренных типов теплоизоляции представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Поправочные коэффициенты для определения λ

Условный диаметр d_y , мм	Поправочный коэффициент для труб, изолированных армопенобетоном, $K^a_{изол}$	Поправочный коэффициент для труб, изолированных фенольным поропластом, $K^f_{изол}$	Поправочный коэффициент для труб, изолированных битумоперлитом, $K^b_{изол}$	Поправочный коэффициент для труб, изолированных полимербетоном, $K^p_{изол}$
40	1,529145	1,826951	1,098299	0,573407
50	1,582882	1,844595	1,101978	0,568414
70	1,701022	1,88249	1,110202	0,557937
80	1,765991	1,90286	1,114797	0,552439
100	1,909351	1,946781	1,125093	0,540884
125	2,117707	2,008453	1,140388	0,525304
150	2,365302	2,079007	1,158982	0,508323
175	2,661418	2,160244	1,181701	0,48978
200	3,018032	2,254429	1,209621	0,469495
250	3,980081	2,493929	1,287174	0,422962
300	5,446538	2,831601	1,409585	0,36741
350	7,765867	3,324037	1,609561	0,302913

Аналитическое выражение для коэффициентов группы $K_{изол}$

$$K^a_{изол} = \frac{\lambda_a(d_y)}{\lambda_{сух}(d_y)}, \quad (15)$$

$$K^f_{изол} = \frac{\lambda_f(d_y)}{\lambda_{сух}(d_y)}, \quad (16)$$

$$K^b_{изол} = \frac{\lambda_b(d_y)}{\lambda_{сух}(d_y)}, \quad (17)$$

$$K^p_{изол} = \frac{\lambda_p(d_y)}{\lambda_{сух}(d_y)}, \quad (18)$$

где $\lambda_{сух}(d_y)$ – параметр потока отказов трубопроводов ТС в сухих грунтах, определяется из выражения:

$$\lambda_{сух}(d_y)=0,457-1,5 \cdot 10^{-3} d_y+1,2906 \cdot 10^{-6} d_y^2, \quad (19)$$

На рисунке 4 приведена зависимость значений поправочных коэффициентов от диаметра трубопровода.

Согласно исследованиям, до 90 % общего числа повреждений сетей теплоснабжения приходится на долю коррозии [3]. В связи с применением в последнее время герметично изолированных со стороны грунта конструкций, продолжительность безаварийной эксплуатации теплопроводов определяется коррозией внутренней поверхности стальной трубы. На

сегодняшний день важной задачей является создание расчетной методики оценки интенсивности коррозии водяных тепловых сетей, учитывающей характеристики металла теплопроводов, водно-химический и температурный режимы теплоносителя. В настоящей работе предложена уточненная методика расчета скорости внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей [4].

Скорость внутренней коррозии можно оценить по следующей формуле:

$$K = \frac{\beta q}{\rho_c} \frac{1}{k + (1 - \chi) \left(\frac{h}{D} + \frac{1}{h_D} \right)}, \quad (20)$$

где β – коэффициент пересчета м/с в мм/год;
 q – коэффициент, зависящий от параметра d_y ;

ρ_c – плотность стали, кг/м³;

θ – пористость плотного слоя магнетита, возникающего на внутренней поверхности стальной трубы, доли ед.;

k – скорость реакции коррозии на границе металл-оксид, м/с;

χ – доля магнетита в продуктах коррозии ($\chi = 0,5$ для нормируемой концентрации кислорода в теплосети);

h – толщина плотного слоя магнетита, м (принимается по результатам обследования конкретных участков теплосети, в среднем $h = 1 \cdot 10^{-5}$ м);

D – коэффициент диффузии ионов железа в порах слоя магнетита, м²/с;

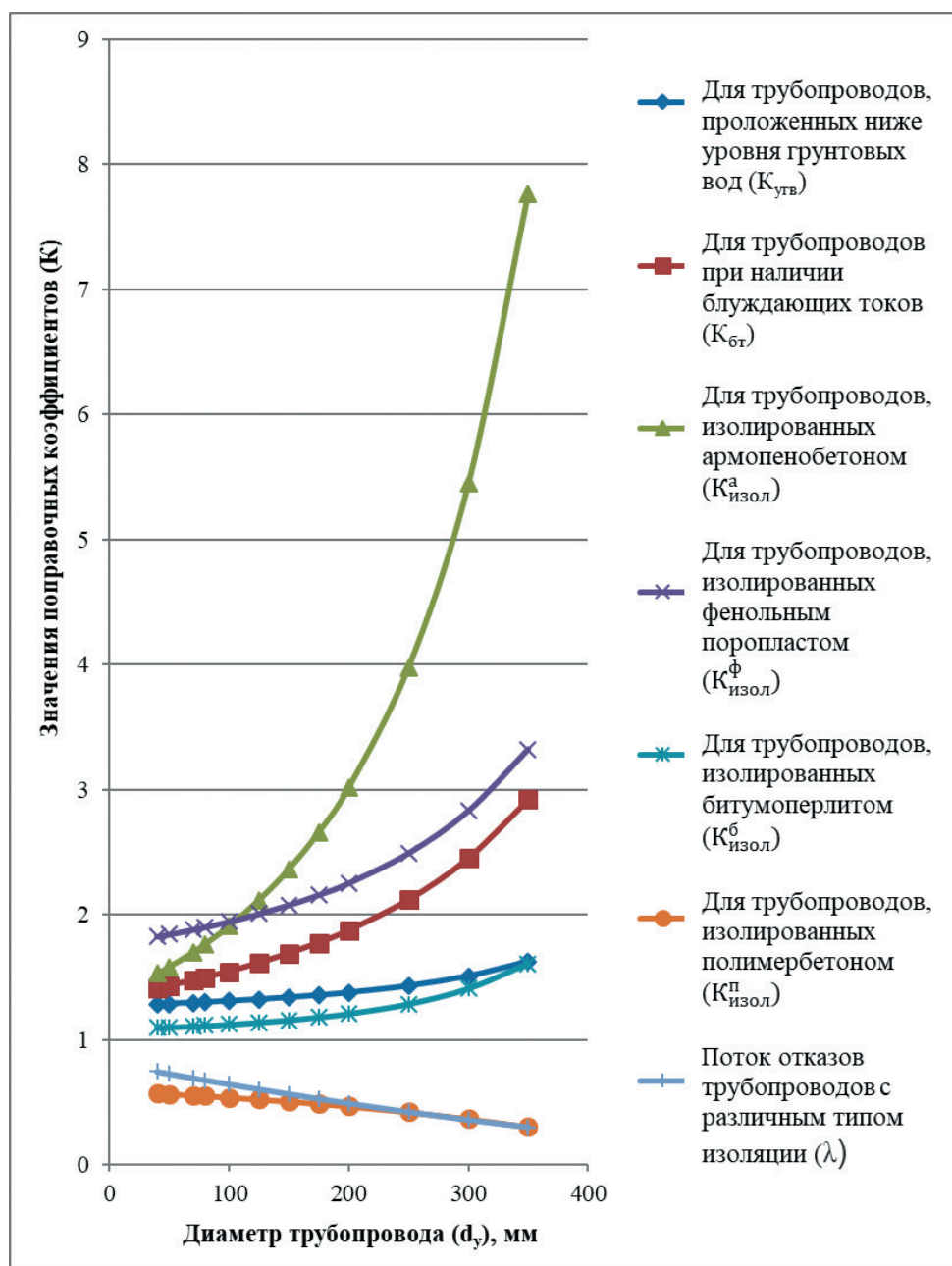


Рис. 4. График зависимостей значений коэффициентов K от диаметра d_y , мм, трубопровода

h_D — коэффициент их массопереноса в ядро потока с границы оксид-поток теплоносителя, м/с.

Определим значения величин, входящих в уравнение.

Коэффициент перерасчета определяется из выражения

$$\beta = 3,6 \cdot 10^6 \cdot \tau_p, \quad (21)$$

где τ_p — время работы теплосети в течение года, ч.

Значение принимается равным продолжительности отопительного периода или, в случае круглогодичной работы сети с учетом ее ежегодной остановки на плановый ремонт (15 суток), равным 8400 ч.

Коэффициент $q = q(d_e)$ — не учтенная в статье функция, полученная в ходе сопоставления средних за год рассчитанных значений K , мм/год, со скоростями внутренней коррозии, полученными в ходе обследо-

ний теплопроводов различных диаметров, и сглаживающая разницу между ними:

$$q = 2,1 \cdot 10^5 d_e + 1400, \quad (22)$$

Пористость пленки магнетита, доли ед., определяют из следующей системы уравнений:

$$\begin{aligned} &0,03 \text{ при } t < 150^\circ\text{C}; \\ \theta(t) &= 0,15 - 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ при } 150^\circ\text{C} \leq t \leq 175^\circ\text{C} \\ &0,03 \text{ при } t > 175^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

где t — температура теплоносителя.

Коэффициент D , м²/с, диффузии ионов железа в порах оксида и коэффициент h_D , м/с, их массопереноса в однофазный поток теплоносителя при турбулентном течении определены соответственно:

$$D = 1 \cdot 10^{-15} \frac{273+t}{\mu}; \quad h_D = \frac{D}{d_e} \left(2,0 + \alpha Re^b Sc^{\frac{1}{3}} \right), \quad (23)$$

где μ – динамическая вязкость теплоносителя, кг/(м·с);
 $a = 0,86 - 10,00/(4,70 - Sc)^3$, $b = 0,0165 - 0,011Sc \exp(-Sc)$ – эмпирические коэффициенты;

Re и Sc – числа Рейнольдса и Шмидта соответственно, которые имеют следующий вид: $Re = v d \rho / \mu$,
 $Sc = \mu(pD)$

где $v = \frac{4G}{3600 \pi d^2 \rho}$ м/с и ρ , кг/м³ – скорость и плотность теплоносителя соответственно;

G – расход теплоносителя на участке, кг/ч.

Для удобства проведения расчетов плотность $\rho(t)$, кг/м³, и вязкость $\mu(t)$, кг/(м·с), теплоносителя (воды) в диапазоне температур $t = 40-300$ °С предлагается определять по уравнениям:

$$\rho(t) = 1001,3 - 0,0026t^2 - 0,1569t, \quad (24)$$

$$\mu(t) = 0,0308t^{-1,0259}, \quad (25)$$

Опытные значения по растворимости магнетита для диапазона температур 40-300 °С записаны в виде зависимости $C_m(t, pH)$, кг/м³,

$$C_m(t, pH) = \rho (mt^2 - nt + p) \cdot 10^{-9}, \quad (26)$$

где m , n , p – коэффициенты, принимаемые для различных диапазонов температур и значений pH из приведенных ниже данных (табл. 2).

Зависимость скорости $k(t)$, м/с, реакции коррозии от температуры определяется формулой Аррениуса:

$$k(t) = A \exp\left(-\frac{E_a}{R(273+t)}\right) = 8,45 \cdot 10^{17} \exp\left(-\frac{17861}{273+t}\right), \quad (27)$$

где A и E_a – соответственно предэкспоненциальный множитель, $A = 8,45 \cdot 10^{17}$ м/с, и энергия активации

реакции коррозии, Дж/моль, (для коррозии углеродистой стали в потоке теплоносителя предложены значения м/с; $E_a = 148500$ Дж/моль);

$R = 8,3145$ Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная.

Таблица 2.

Значения коэффициентов m , n , p , принимаемые для различных диапазонов температур и значений pH

pH	t, °C	m	n	p
8,0	40-150*	0,0188	2,4384	321,6100
	150-300	0,0102	6,9738	1190,8000
8,3	40-150*	0,0153	2,3004	220,0400
	150-300	0,0054	3,7749	659,9500
8,5	40-150*	0,0045	0,4888	102,6900
	150-300	0,0012	1,3557	304,5500
8,7	40-150*	0,0048	0,5701	67,7370
	150-300	0,0012	1,0986	232,7400
8,9	40-175*	0,0013	0,1782	33,4750
	175-300	0,0010	0,7579	146,3600
9,0	40-175*	0,0011	1,1021	20,4610
	175-300	0,0019	1,1084	172,7800
9,2	40-150*	0,0027	0,3368	19,0500
	150-300	0,0009	0,5586	93,3330
9,4	40-300	0	0,0104	6,6066
9,6	40-300	0	0,0089	4,2359
10,0	40-300	0	0,0040	1,4210

* – включительно

Характер изменения скорости внутренней коррозии показан на рис. 5 (расчет выполнен по вышеприведенной методике).

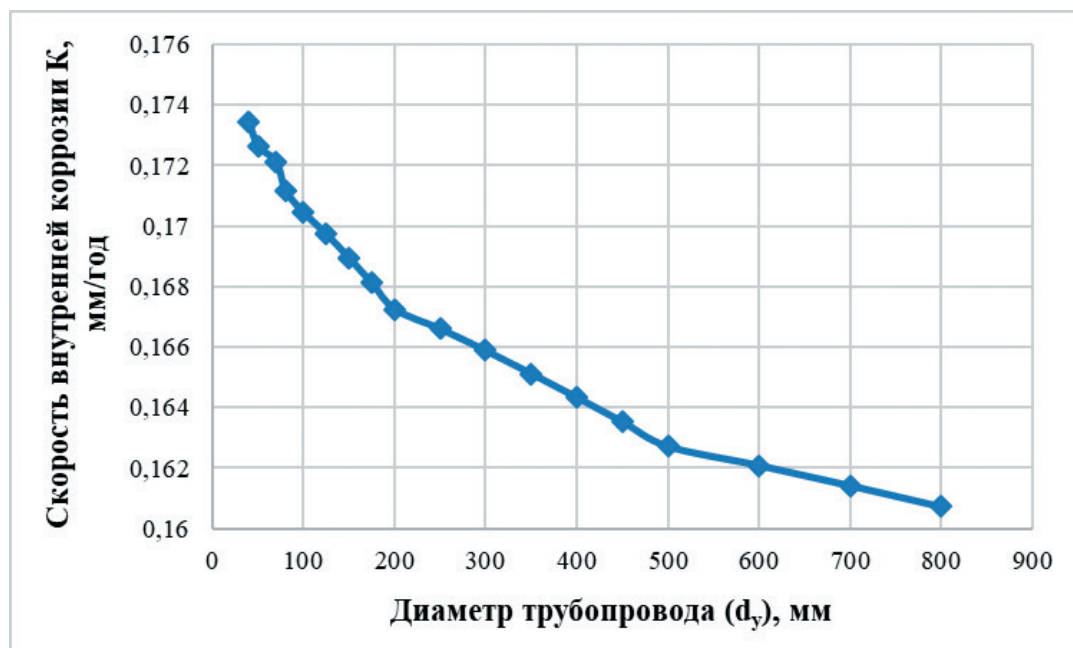


Рис. 5. Зависимость скорости внутренней коррозии K , мм/год от диаметра трубопровода d_y , мм, сетей теплоснабжения

ВЫВОД

Выполнен анализ зависимости параметра потока отказов в трех основных типовых условиях эксплуатации при наработке на отказ, в которых находится трубопровод: сухой грунт, обводненный грунт, блуждающие токи. Полученные результаты повышают точность прогноза потока отказов трубопроводов сетей теплоснабжения. Применение методики расчёта влияния условий эксплуатации трубопроводов на надежность ТС и расчёта скорости внутреннего коррозионного износа позволит спрогнозировать возможные аварии на тепловых сетях, тем самым повысить надежность теплоснабжения и сократить время ремонтных работ.

Список литературы

1. Плавич, А. Ю. Прогнозирование потока отказов теплопроводов тепловых сетей в различных условиях эксплуатации / А. Ю. Плавич // Труды VIII международной научной конференции «Инновации в науке и образовании-2010», посвященной 80-летию образования университета. — Калининград: Энергетика / Теплоэнергетика. Теплотехника, 2010. — С. 271-274.
2. Плавич, А. Ю. Оценка и обеспечение уровня надежности водяных тепловых сетей : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. — Нижний Новгород, 2004. — 17 с.
3. Malyavina, Olga Nikolaevna. Prognostication of determination [definition] the reliability of main heating networks pipelines / O. Malyavina // Journal: ENERGY SAVING. ENERGY. ENERGY AUDIT. 2015. — P. 7-13.
4. Чапаев, Д. Б., Оленников, А. А. Расчет скорости внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей из углеродистых сталей / Д. Б. Чапаев, А. А. Оленников // Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия. 2012.55(4):33-36.
5. Malyavina, O. N. «Analysis of failure rate of main pipelines of heat supply networks», Naukovyi visnyk budivnytstva. A collection of science and research papers, KhDTUBA [Analiz povregdaemosti tryboprovodov magistralnix teplovix setei] // O. N. Malyavina. Naykovii visnik bydivnictva: nayk.-tech.sb. Vip. 1 (75).: XDTUBA, 2014. — P. 72–77.
6. Glyuza, A. T. «Underground heat networks failure prediction», [Prognozirovanie povregdaemosti podzemnix teplovix setei] / Yakovlev B. V., Lysenko Yu. D., Meltser M. Ya., Shlenok O. F. // Teploenergetica. — 1989. — № 6. — P. 18–21.
7. Strigevskii, I. V. Protection of underground heat conduits from corrosion [Zawita podzemnix teploprovodov] / I. V. Strigevskii, M. A. Syris. — M.: Energoatomizdat, 1983. — 344 p.
8. Rodihev, L. V. Rodichev, L. V. «Statistical analysis of corrosive ageing of heat lines» [Sististiheskii analiz processa koroziionnogo starenia teploprovodov] / L. V. Rodihev // Stroitelstvo teploprovodov. — 1994. — № 9. — P. 9-11.
9. Lobko, O. N. Method of analysis of pipelines failure rate, Komunalnoe khozyastvo gorodov. A collection of science and research papers of KhNAMG [Metodika analiza povregdaemosti / O. N. Lobko // Kommynalnoe khozyaistvo gorodov: Naych.-texn. sb. XNAGX]. — K.:Technika, 2010. — Vup.93. — P. 321–324.
10. Плавич, А. Ю. Прогнозирование потока отказов теплопроводов тепловых сетей с учетом влияния грунтовых условий / А. Ю. Плавич // Изв. КГТУ. — 2004. — № 5. — С. 109-113.
11. Плавич, А. Ю. Прогнозирование потока отказов тепловых сетей / А. Ю. Плавич, Г. Ф. Богатое // Тез. докл. межд. науч. конф., Калининград, КГТУ. — 2003. — С. 225-226.
12. Плавич, А. Ю. Влияние условий эксплуатации трубопровода на надежность систем теплоснабжения / А. Ю. Плавич, Г. Ф. Богатое, Л. В. Эйтвид // Докл. науч.-практ. конф. В 3-х т., Смоленск, МЭИ(ТУ). — 2003. — Т.3. — С. 53-56.

АРХИТЕКТУРНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ РЕКОНСТРУКЦИИ: на примере городов Донбасса

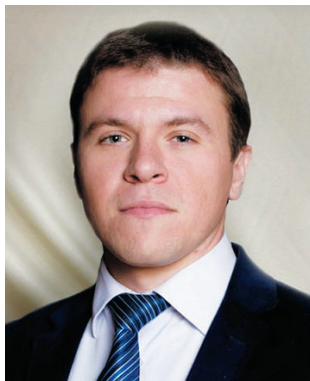
¹Т. В. Радионов, канд. арх., доцент; ²С. А. Андреева

¹ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка;

² ООО «Д.И.П.», г. Донецк

Аннотация. Принимая во внимание мировую повестку и события последних лет, необходимость развития учреждений здравоохранения с целью улучшения качества лечения, условий пребывания пациентов, а также условий труда медицинских работников вне всяких сомнений. Статья посвящена исследованию проблемы архитектурного совершенствования и развития медицинских учреждений, подлежащих реконструкции, что является актуальным для всего постсоветского пространства и для Донбасса в особенности, учитывая сложившуюся непростую социально-экономическую и геополитическую ситуацию в регионе. В работе обозначены последние тенденции в области проектирования медицинских учреждений, а также рассмотрена проблема несоответствия им существующих медицинских комплексов. Авторами статьи рассматриваются современные подходы, позволяющие в процессе реконструкции усовершенствовать архитектуру медицинских учреждений, рассмотреть возможность развития типологии учреждений данной отрасли, повысить комфорт среды для пребывания пациентов и работы медиков.

Ключевые слова: медицинское учреждение, реконструкция, динамическая архитектура, гуманизация архитектурной среды, салютотенная архитектура, медицинский кластер.



**Радионов
Тимур Валерьевич**

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проблема совершенствования архитектуры медицинских учреждений уже около полувека обсуждается мировым сообществом. Для постсоветского пространства же остро стоит вопрос реконструкции медицинских учреждений, поскольку многие здания медицинских комплексов уже морально и физически устарели. Однако следует отметить, что не только развитие технологий в медицине и строительстве является движущей силой данного процесса, но и изменение в подходах к проектированию зданий медицинских комплексов. Меняется концепция, закладываемая архитекторами в проект, и если раньше во главу угла ставилось функциональное назначение больницы порой в ущерб ее архитектурно-художественным качествам, то теперь акцент смещается на создание такого объекта, который будет сочетать в себе комфортную архитектурную среду для пациента и сотрудников учреждения с объемно-планировочным решением, обеспечивающим оказание качественной медицинской помощи с использованием новейшего оборудования.



**Андреева
София Андреевна**

АНАЛИЗ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Достаточно качественный обзор научных исследований, проведенных в области проектирования и реконструкции медицинских учреждений, был осуществлен в статье А. Н. Шинкарёва и Е. И. Прокофьева [10]. Содержание статьи затронуло научные работы О. Н. Чеберева [9] «Принципы архитектурной модернизации комплексов медицинских соматических стационаров на примере городских больниц Нижнего Новгорода» (2009 г.), и Б. Т. Геновой [4] «Принципы системного формирования гибкой планировочной структуры и ее применения при реконструкции больничных комплексов на примере окружных больниц в НРБ» (1981 г.). По результатам анализа данных работ авторы статьи приходят к выводам, что в данный момент наблюдается отсутствие научно-исследовательской литературы в данной области, вследствие отсутствия интереса со стороны архитекторов к объектам системы здравоохранения и что проблема реновации и реконструкции объектов здравоохранения по-прежнему

часто упирается в жесткую и замкнутую структуру зданий, спроектированных в прошлом веке. Помимо этого, в статье отмечается необходимость пересмотра существующего законодательства в области строительства и реконструкции учреждений данного типа.

Следует также отметить исследования Гайдук А. Р. [3] в области формирования новой типологии медицинских учреждений и работу Ерыкова А. А. [5], посвященную изучению устойчивого развития архитектуры современных медицинских центров.

Анализ состояния территорий больничных комплексов показывает общие проблемы, характерные для всего постсоветского пространства, связанные с отсутствием должного внимания к ее благоустройству (отсутствие благоустройства зоны въезда, информационных стендов, недостаточное количество парковочных мест для посетителей и персонала, невыполнение требований к благоустройству территории для маломобильных больных и т.д.) [7, 8]. Данные факты в очередной раз подчеркивают актуальность проведения исследований в области реконструкции медицинских учреждений.

ЦЕЛЬ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

Определить приоритетные подходы архитектурного совершенствования и развития медицинских учреждений в процессе их реконструкции на основе анализа существующих мировых тенденций в проектировании учреждений данной типологии.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

С целью формирования направления архитектурного совершенствования и развития медицинских учреждений в процессе реконструкции следует выявить современные тенденции в проектировании учреждений данного типа.

В проектировании медицинских комплексов, а также учреждений других отраслей науки и промышленности, интересным явлением в архитектуре и градостроительстве является *кластерный подход*. Он отличается сосредоточенностью на определенной территории медицинских учреждений, лабораторий, исследовательских, образовательных и научных центров, а также поставщиков медицинских услуг и потребителей [5].

Ярким примером архитектуры нового поколения можно считать Московский международный медицинский кластер, расположенный на территории инновационного центра «Сколково», над проектом которого работало Архитектурное бюро Асадова. Согласно техзаданию, в первом диагностическом корпусе требовалось разместить пять групп помещений (рис. 1). Первая — многофункциональное пространство на входе, объединяющее ресепшн, зону ожидания с кафе и зимним садом. Вторая — диагностический центр «check up» с кабинетами врачей и стационаром, занимающим три этажа справа от атриума. Слева от атриума находятся офисные помещения, а также конференц-зона на третьем этаже с отдельным лобби и конференц-залом. Над диагностическим блоком, на четвертом этаже клиники, размещен учебно-тренажерный центр с классами, оборудованными всем необходимым для

обучения врачей и медсестер, в том числе дистанционного. Последняя группа — технические и подсобные помещения. Сосредоточены в подвальном и частично на первом этаже, где они не мешают системе распределения потоков посетителей [1].

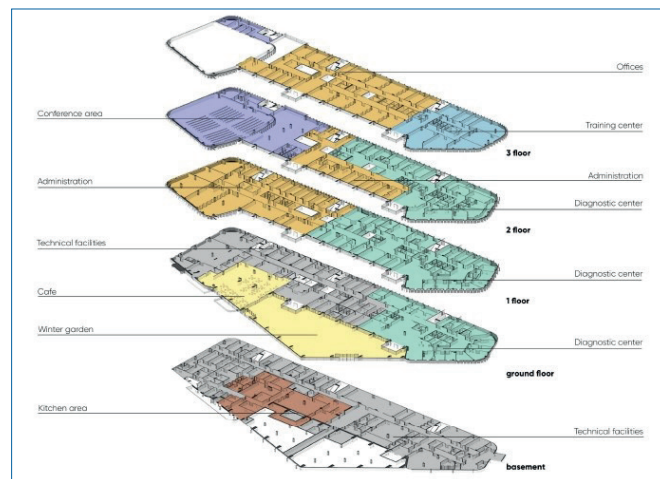


Рис. 1. Международный медицинский кластер в Сколково. Блок первой очереди. Архитектурное бюро Асадова (планы основных этажей)



Рис. 2. Международный медицинский кластер в Сколково. Архитектурное бюро Асадова (визуализация)

Объемно-планировочное решение соответствует разнообразию функций, заложенных в корпус первой очереди строительства (диагностическая клиника), а фасады отвечают образу больницы будущего, где сочетаются инновационный облик, энергоэффективность и экологичность конструктивных и инженерных решений, многофункциональность и комфорт.

Следует отметить, что современные объемно-планировочные решения медицинских учреждений отличаются гибкостью и трансформативностью, что повышает их адаптивность к непрерывным изменениям в сфере медицинских технологий. Подобный *динамический подход* актуален и при реконструкции медицинских учреждений, если это позволяет конструктивно-техническое решение здания.

Все более популярным становится термин «лечебная среда». «Салютогенная среда — это эффективная стратегия против заболеваний, которая переносит центр внимания с лечебных факторов на те, которые

сохраняют и укрепляют здоровье. В целом это экологическое проектирование (архитектурное, интерьерное и ландшафтное), основанное на научных исследованиях положительного влияния условий окружающей среды на здоровье человека. Эта методология обязательно включает в себя междисциплинарное проектирование и направлена интегрировать дизайн в более широкий спектр компетенций, чтобы поддержать проектные решения научными исследованиями и опытом предыдущих проектов» [2]. «Люди мысленно уязвимы, когда они входят в больницу», утверждает Тони Монк, «и если они сбивы с толку ужасным, страшным, бетонным, неинтересным, плохим помещением в жутких цветах, это принуждает их чувствовать себя еще хуже» [13], именно поэтому интерьеры современных больниц нацелены на создание атмосферы более гуманной и дружелюбной по отношению к человеку. Гуманизация среды актуальна, как тренд, не только для медицинских учреждений, но в учреждениях, где пребывают люди с ослабленным здоровьем, ощущается наиболее остро.

Интерьеры Международного медицинского кластера в Сколково (рис. 3) спроектированы с учетом этих условий. По задумке авторов в атриуме внешняя среда плавно перетекает во внутреннюю, эта связь подчеркивается деревьями, расположенными в катках, и напольным покрытием, напоминающим натуральный камень. Созданная атмосфера в атриуме больше напоминает торговый центр или какое-либо другое общественное пространство, нежели больницу, однако, это и есть воплощение идеи о позитивном отвлечении пациента, приходящего в учреждение на диагностику, и снижении у него уровня стресса.



Рис. 3. Международный медицинский кластер в Сколково. Блок первой очереди. Архитектурное бюро Асадова (фрагмент интерьера атриума)

Интерьеры современных лечебных учреждений нового поколения прекрасно демонстрируют совместную работу природного окружения и интерьера. Как пример, центр Navyas (рис. 4, 5), предназначенный для лечения и оздоровления, имеет зал-террасу для йоги и органический ресторан. Большой проблемой при проектировании здания стал городской контекст — медицинский центр должен был находиться на ожив-

ленном, шумном, загрязненном участке. Отправной точкой проекта стало присутствие огромного дерева на территории будущего строительства, что было использовано в проекте и в результате медицинский центр теперь практически утопает в зелени. Архитекторам и дизайнерам удалось создать настоящий оазис для расслабления и оздоровления среди городской суеты [9].

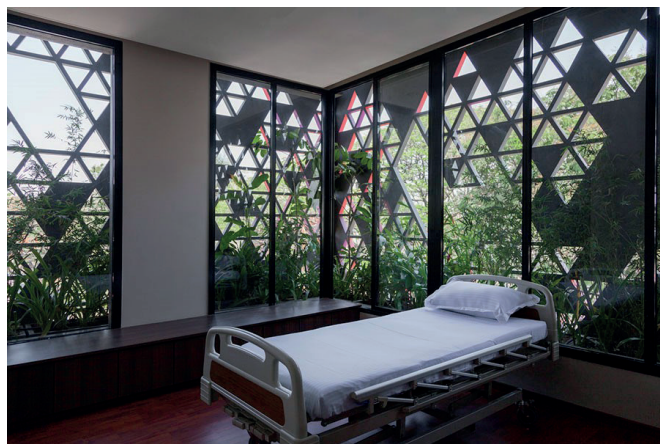


Рис. 4. Медицинский центр Navyas. Бангалор, Индия (фрагмент интерьера)

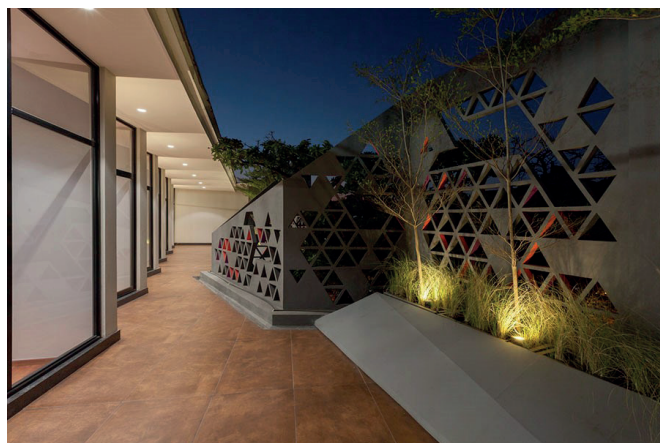


Рис. 5. Медицинский центр Navyas. Бангалор, Индия (терраса)

Ещё одним ярким примером удачной реконструкции и внедрения принципов оздоравливающей среды можно считать новый корпус больницы Foundation Santa Fe de Bogota (рис. 6, 7). Новый корпус был спроектирован архитекторами бюро El Equipo de Mazzanti и продолжил «кирпичную» тему уже существовавшего медицинского комплекса. Однако особенность здания заключается в том, что авторы решили отказаться от обычной кирпичной кладки и создали целую систему из металлических тросов и креплений, с помощью которых получились ажурные, узорчатые кирпичные фасады, обеспечивающие внутренние пространства естественным солнечным светом.

В здании 12 этажей, которые, помимо лечебных помещений, включают в себя актовый зал, кофейню и другие коммерческие помещения, а также сад на крыше, где пациенты могут проводить время, наслаждаясь цветущими растениями и чистым воздухом. Строительство нового корпуса было направлено

не только на расширение и обновление медицинских отделений, но безопасность, уважение к окружающей среде, интегрированность в существующий контекст [9].



Рис. 6. Корпус больницы Santa Fe de Bogota Foundation. Богота, Колумбия

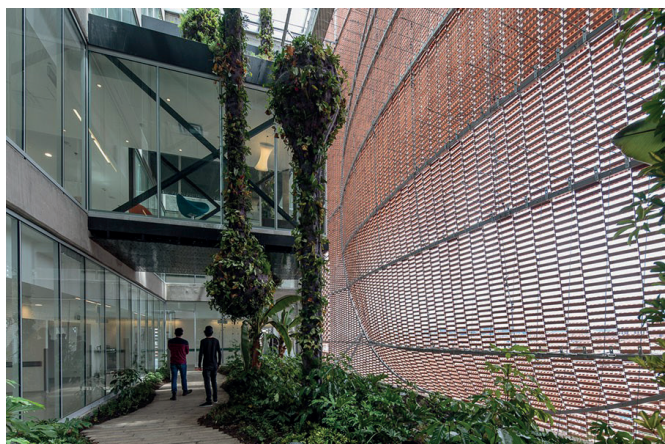


Рис. 7. Корпус больницы Santa Fe de Bogota Foundation. Богота, Колумбия (фрагмент интерьера)

По-прежнему в архитектурном проектировании сохраняется тренд *энергоэффективности и энергосбережения*. Во многом, эти проблемы при реконструкции решаются простыми средствами — внедрение новых фасадных решений и модернизация инженерных коммуникаций.

В эпоху развития коммуникаций нельзя не сказать о *цифровизации* и об изменениях, которые она вносит в архитектурные решения медицинских учреждений. Телемедицина сегодня выходит на новый уровень и позволяет проводить консультации с коллегами по всему миру, что способствует быстрому обмену опытом и повышению квалификации медицинского персонала. Необходимость хранить большие объемы данных о пациентах и проводимых исследованиях приводит к необходимости организации серверных и других, обслуживающих этот процесс, помещений.

Все вышеперечисленные тенденции в проектировании современных медицинских учреждений рекомендуется использовать и при реконструкции медицинских комплексов, учитывая сложившуюся градостроительную ситуацию и задание на проектирование.

Всего в Донецкой Народной Республике насчитывается 24 учреждения третичного уровня оказания медицинской помощи, 2 из которых находятся в Макеевке (Республиканский эндокринологический центр г. Макеевка, Клиническая Рудничная больница), остальные в Донецке (Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака, Республиканская детская клиническая больница, Донецкое клиническое территориальное медицинское объединение и др.) [6]. Третий уровень оказания медицинской помощи подразумевает лечение в специализированных центрах с применением высоких технологий и проведением клинических исследований. Именно на базе учреждений данного уровня с учетом сложившейся градостроительной ситуации и имеющихся транспортных связей, предлагается рассматривать проведение реконструкции с введением дополнительных функций, направленных на развитие науки и образования в сфере медицины.

Среди явных проблем физического износа зданий можно также выделить и необходимость совершенствования территории отечественных лечебных учреждений. Во многих учреждениях решения требует проблема недостаточного количества парковочных мест, благоустройство больничных парков тоже требует совершенствования в соответствии с принципами гуманизации и салютогенеза среды.

Следует отметить, что работы по реконструкции и капитальному ремонту зданий медицинских учреждений в Республике ведутся, однако в большей степени затрагивают процесс архитектурного совершенствования поверхности, ограничиваясь лишь устранением дефектов конструкций, заменой инженерных коммуникаций, утеплением и отделкой фасадов.

Безусловно, на масштабы реконструктивных мероприятий огромный отпечаток накладывает существующая социально-экономическая ситуация в ДНР, и всё же необходимость разработки стратегического плана развития медицинской отрасли существует, как и в любом другом государстве, что делает необходимым дальнейшее предметное исследование архитектурно-градостроительного потенциала наших медицинских комплексов.

ВЫВОДЫ

Наравне с созданием новых современных многофункциональных медицинских центров реконструкция существующих зданий и сооружений медицинских комплексов остается актуальной для Донбасса, как и для всего постсоветского пространства.

К вопросам обновления и совершенствования медицинских учреждений следует подходить комплексно. Среди современных подходов, которые можно использовать при реконструкции медицинских комплексов, можно выделить следующие:

- кластеризация — синтез медицины, научных исследований и образования на территории единого комплекса, позволяющий ускорить обмен опытом и повышение квалификации кадров и создать комфортные условия для проведения исследований;

- динамичность архитектуры — создание при реконструкции условий, способствующих последующей

быстрой адаптации зданий к изменяющимся условиям, необходимости расширения полезных площадей, установке нового оборудования;

– гуманизация и салютогенизация среды – создание архитектуры и дизайна, способствующих скорейшему выздоровлению пациентов и снижающих стресс у медперсонала;

– энергоэффективность и энергосбережение – модернизация инженерных систем и фасадов таким образом, чтобы учреждение становилось более автономным;

– цифровизация – использование новых возможностей телемедицины, проведение консультаций и обмен опытом с международным медицинским сообществом в режиме онлайн.

Для проведения масштабной реконструкции медицинских учреждений Республики, с целью развития медицинской отрасли, следует разработать стратегический план, который будет обоснован с архитектурно-градостроительной, социально-демографической и экономической точек зрения.

Список литературы

1. Архитектура здоровья [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://archi.ru/russia/81996/arkhitektura-zdorovya> (дата обращения 22.02.2021).
2. «Вестник. Строительство. Архитектура. Инфраструктура» Здоровая планировка. Солнце, воздух и вода – важнейшие составляющие грамотных архитектурных проектов [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.vestnikstroy.ru/articles/architecture/17461/> (дата обращения: 22.02.2021).
3. Гайдук, А. Р. Новая типология медицинских учреждений [Текст] / А. Р. Гайдук // Молодой ученый. – 2011. – № 3 (26). – Т. 2. – С. 212-216. – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/26/2846/> (дата обращения: 22.02.2021).
4. Генова, Б. Т. Принципы системного формирования гибкой планировочной структуры и ее применения при реконструкции больничных комплексов : на примере окружных больниц в НРБ : автореферат дис. ... кандидата архитектуры: 18.00.02 / Генова Боряна Тодорова: Московский архитектурный институт (государственная академия). – Москва, 1981. – 22 с.
5. Ерыков, А. А. Устойчивое развитие современных медицинских центров [Текст] // А. А. Ерыков // Электронный научный журнал «Инновации и инвестиции», № 3. 2020 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitiye-arhitektury-sovremennyh-meditsinskih-tsentrov/viewer> (дата обращения 22.02.2021)
6. Министерство здравоохранения ДНР. Учреждения здравоохранения [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://mzdnr.ru/health-facilities> (дата обращения 22.02.2021).
7. Радионов, Т. В. Формирование архитектурно-пространственной среды комплексов зданий медицинских учреждений в условиях реконструкции [Текст] / Т. В. Радионов, С. А. Андреева // Журнал ДонНАСА «Современное промышленное и гражданское строительство» Макеевка. – 2018. – Том 14, Номер 2. – С. 89-96.
8. Радионов, Т. В. Архитектурно-градостроительные условия, определяющие необходимость реконструкции комплексов медицинских учреждений [Текст] / Т. В. Радионов, С. А. Андреева // Научно-технический и производственный журнал «Архитектура. Строительство. Образование» Магнитогорск. – Вып. № 1 (13), 2019. – С. 10-17.
9. ТОП-10 примеров исцеляющей архитектуры / ARCHITIME.RU [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.architime.ru/specarch/top_10_hospital/hospitals.htm (дата обращения 22.02.2021).
10. Чеберева, О. Н. Принципы архитектурной модернизации комплексов медицинских соматических стационаров : на примере городских больниц Нижнего Новгорода : диссертация ... кандидата архитектуры : 18.00.02 / Чеберева Ольга Николаевна : Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2009. – 210 с.
11. Шинкарев, А. Н. Анализ отечественного и зарубежного опыта в исследовании проектирования объектов здравоохранения [Текст] / Шинкарев А. Н., Прокофьев Е. И. // Архитектура зданий и сооружений. Архитектурные концепции архитектурной деятельности. / Известия КГАСУ – 2016. – № 3(37). – С. 82-92. – [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://izvestija.kgasu.ru/files/3_2016/82_92_Shinkarev_Prokofev.pdf.
12. Chang, C. K., Chiari, L., Cao, Y., Jin, H., Mokhtari, M., Aloulou, H. ICOST 2016 – 14th International Conference on Smart Homes and Health Telematics: Inclusive Smart Cities and Digital Health / Carl K. Chang, Lorenzo Chiari, Yu Cao, Hai Jin, Mounir Mokhtari, Hamdi Aloulou. Springer International Publishing AG Swinzerland, 2016. – 515 p.
13. Tony Monk. Hospital Builders / John Wiley and Sons Ltd, 2004 – 224 p.

117 ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ДОННАСА ИЗУЧИЛИ ПЕРЕДОВОЕ РОССИЙСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗОВ В РАМКАХ КУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

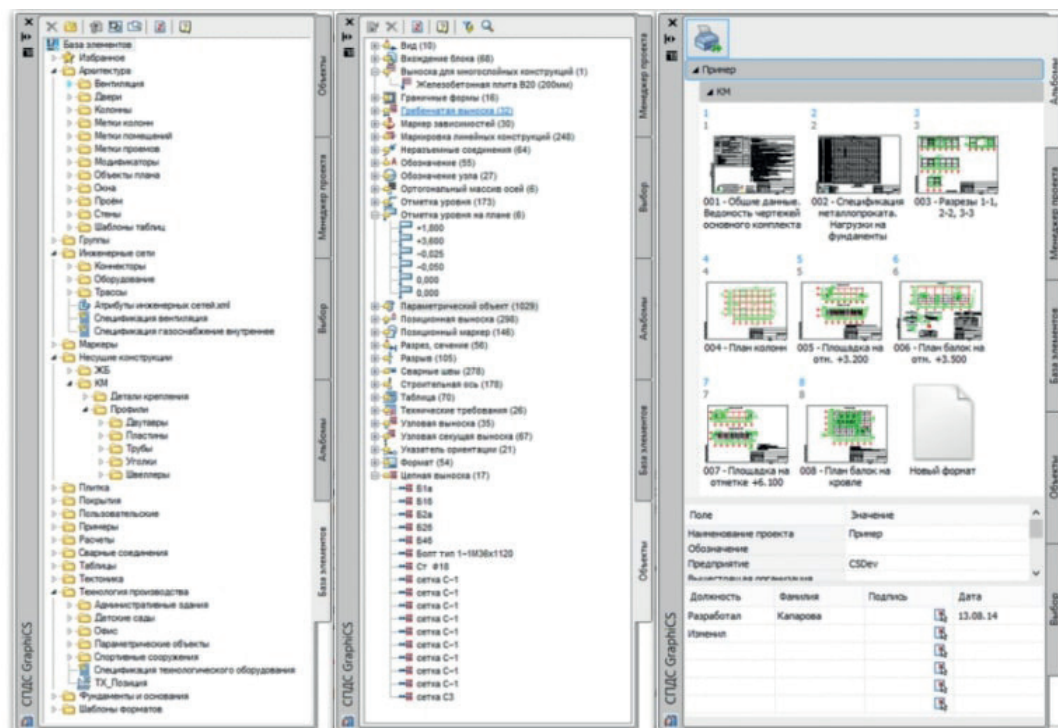
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры в рамках соглашения с ЗАО «СиСофт Омск» в январе-феврале 2021 года направила более 100 преподавателей на курсы дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) по применению специализированного передового программного обеспечения российского производства.



Повышение квалификации было реализовано с использованием дистанционных образовательных технологий и электронного обучения на обучающих платформах Центра разработки программного обеспечения «Магма Компьютер». В рамках реализации соглашения о сотрудничестве компанией «СиСофт Омск», авторизованным партнером компании «Нанософт», до начала обучения было передано ГОУ ВПО «ДОННАСА» более 400 учебных сетевых лицензий по 9 программным продуктам для установки в компьютерных классах и компьютерах кафедр академии. Также для прохождения обучения преподавателям были

предоставлены локальные временные лицензии для домашнего использования и организованы удаленные рабочие места для обучения с использованием доступа к среде общих данных.

Преподаватели ДОННАСА прошли курсы повышения квалификации с целью дальнейшего внедрения в систему обучения студентов академии ряда передовых российских компьютерных программ.



В общей сложности преподаватели академии изучили 9 программных продуктов: «СПДС GraphiCS», «nanoCAD СПДС», «MechaniCS», «nanoCAD Механика», «СПДС Стройплощадка», «nanoCAD СПДС Стройплощадка», «СПДС Металлоконструкции», «nanoCAD СПДС Металлоконструкции», а также систему «TDMS Фарватер». При этом, программное обеспечение СПДС и nanoCAD изучили 68 преподавателей (каждый по своему направлению), а в курсах по «TDMS Фарватер» участвовали 49 преподавателей. Кроме представителей ДонНАСА на курсах обучались также преподаватели двух технических российских ВУЗов — Донского государственного технического университета (ДГТУ, г. Ростов-на-Дону) и Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ, г. Омск), которые для себя также поставили целью внедрение в процесс обучения передовых импортозамещающих компьютерных программ в сфере строительства.

При подготовке данной статьи сотрудники отдела пресс-службы академии пообщались с некоторыми преподавателями, прошедшими повышение квалификации, и некоторые интервью приводятся ниже.

Доцент кафедры специализированных информационных технологий и систем Евгений Викторович Конопацкий прошел обучение по работе с системой «СПДС GraphiCS»/ «nanoCAD СПДС» и он так охарактеризовал возможности программного продукта:

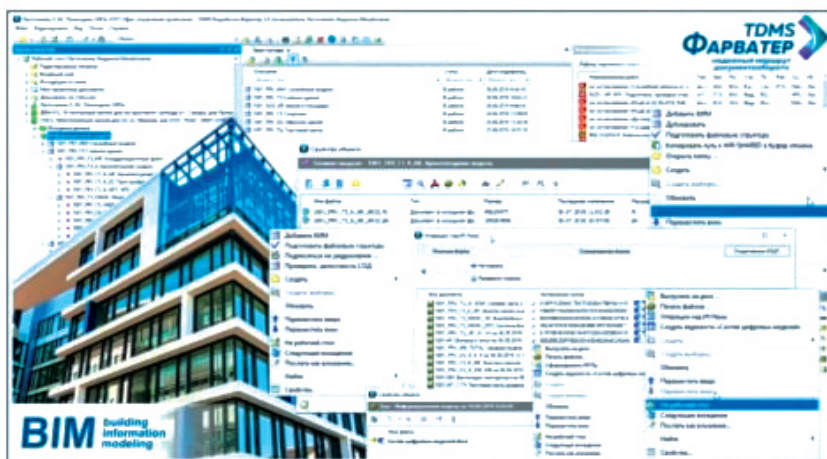
«Курс включал в себя подробное изучение инструментов модуля СПДС, предназначенного для оформления проектной документации в соответствии с действующими государственными стандартами. Эти инструменты позволяют выполнить отрисовку рутинных и графически насыщенных элементов рабочих чертежей. Многие из них несут в себе основы информационной системы, направленной на автоматизацию процесса подготовки проектной документации, включая создание различных спецификаций, ведомостей, таблиц и т.п. В этом и заключается основная практическая ценность изученного программного обеспечения. В части внедрения в учебный процесс возможны различные уровни интеграции программного обеспечения nanoCAD СПДС/СПДС GraphiCS как на общеобразовательных, так и на выпускающих кафедрах. Если говорить о младших курсах, то это, в первую очередь, дисциплины, направленные на формирование графической подготовки студента с применением современных систем автоматизированного проектирования. На старших курсах возможно внедрение такого программного обеспечения на стадии разработки и оформления графической части курсовых и дипломных проектов».

Следует отметить, что базовая продолжительность курсов повышения квалификации для всех прошедших обучение в ЗАО «СиСофт» преподавателей по программам СПДС — 16 академических часов. По применению системы «TDMS Фарватер» был реализован расширенный 24-часовой обучающий курс.

ПРОГРАММНЫЙ ИНСТРУМЕНТ BIM-МЕНЕДЖЕРА



TDMS Фарватер — это система, предназначенная для управления проектной организацией, разрабатывающей документацию для строительства и эксплуатации зданий и сооружений стадии П и Р по российским стандартам ГОСТ Р, Постановлению №87



- Организация CDE;
- Создание файлового дерева BIM-проекта на основе указанных шаблонов программ;
- Бизнес-роли : BIM-менеджер, BIM-координатор;
- Календарное планирование;
- Включает шаблоны с перечнем заданий от BIM-менеджера и BIM-координатора на разработку стадии: ИМ и маршруты согласования.
- Контроль процесс публикации модели для экспертизы. Формирование...
- Поддержка р... программным...



OPEN BIM

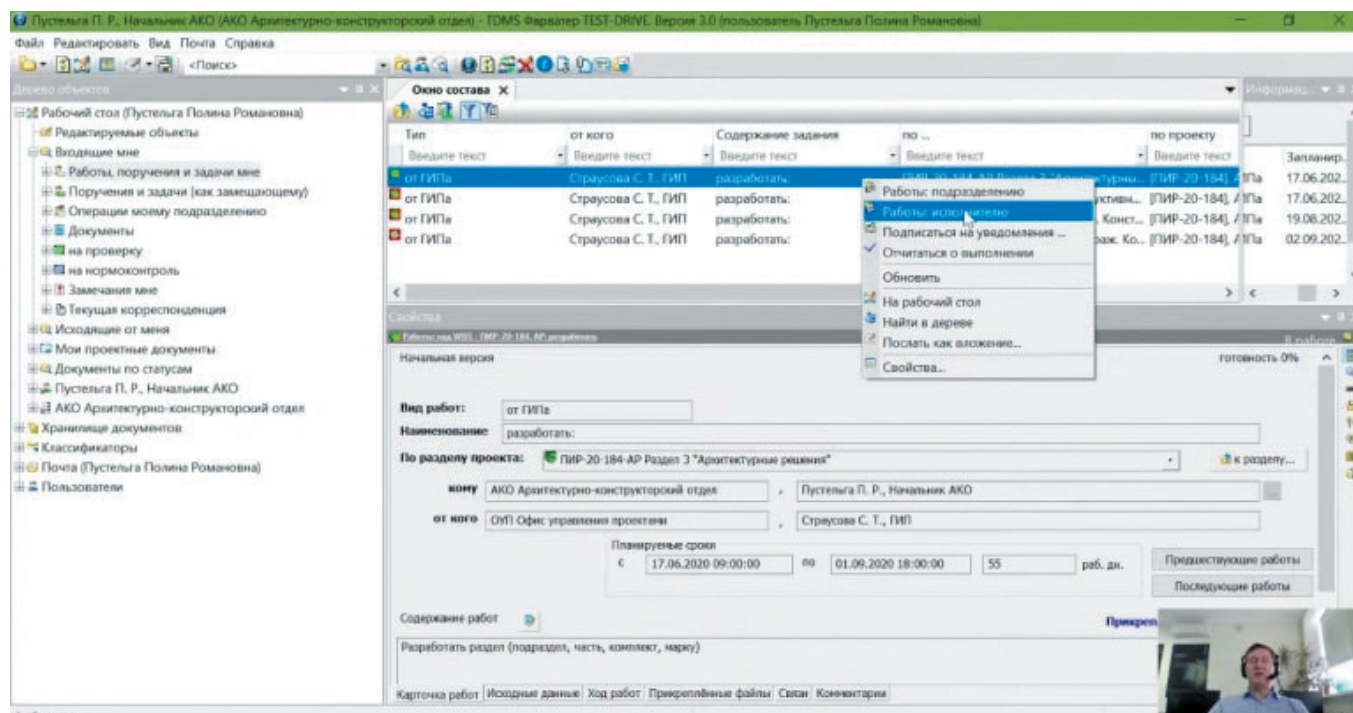
GRAPHISOFT
ARCHICAD

NANOCAD

CSOFT

TDMS
ФАРВАТЕР

УСЛА КОМПЛЕКТ



Яна Валентиновна Калустян, доцент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью, подчеркнула, что «TDMS Фарватер» — это удобное и понятное специализированное программное обеспечение, предназначенное для управления информационными потоками и электронной документацией проектных, конструкторских, производственных и любых других организаций, в работе которых используются технические данные и создаваемые на их основе документы.

«Прослушанный курс был полезен и интересен как с точки зрения внедрения в учебный процесс, так и для получения новых знаний и навыков. К примеру, экономисты, работая в сфере строительства, используя методы управления проектами, составляют бюджет проекта и, соответственно, отслеживают его выполнение. В «TDMS Фарватер» экономист может видеть ход выполнения проекта, извлекать необходимые данные из системы (кто из сотрудников, когда и над какой задачей работал; над какими разделами вели работу какие подразделения; какие фактические трудозатраты были понесены по анализируемому проекту), что позволяет анализировать их и формировать своего рода аналитические рекомендации о возможных корректировках сроков или скорости выполнения того или иного раздела, чтобы уложиться в бюджет проекта».

Заведующий кафедрой автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации Никита Владимирович Савенков также дал комментарий для данной статьи. На его взгляд, программы «MechaniCS» и «nanoCAD Механика» — универсальная графическая система, предназначенная для оформления конструкторской и технологической документации, проектирования систем гидropневмоэлементов, зубчатых зацеплений, валов, выполнения инженерного анализа, — имеют весьма широкую перспективу для дальнейшего применения в сфере обучения студентов, а также в дальнейшей работе молодых специалистов. При этом он отметил, что интерфейс этих программ несколько непривычен для тех студентов и преподавателей, которые привыкли использовать для проектирования программу «КОМПАС-График». Вместе с тем, «nanoCAD Механика» имеет ряд преимуществ по сравнению с вышеуказанной программой. Например, с ее помощью можно не только изобразить все необходимые элементы проекта графически, но и рассчитать всё с точки зрения вычислений. Также программа укажет на ошибку, если где-то на чертеже не хватает необходимой детали, и одна часть изображения не стыкуется с другой.

Также в двух словах охарактеризуем и другие программные продукты, изученные нашими преподавателями:

«СПДС Стройплощадка» / «nanoCAD СПДС Стройплощадка» — специализированное кроссплатформенное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации оформления чертежей по разделам «ПОС» и «ППР»;

«СПДС Металлоконструкции» / «nanoCAD СПДС Металлоконструкции» — специализированное кроссплатформенное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации проектирования

металлических конструкций и оформления проектно-конструкторской документации разделов «КМ», «КЖ» и «АС».

О полезности курсов ДПО, а также о дальнейшем применении программных продуктов «СиСофт», «Магма Компьютер» и «Нанософт» в обучении студентов и разработке проектов рассказал заведующий кафедрой специализированных информационных технологий и систем, проректор по научно-педагогической работе и международным связям Ярослав Викторович Назим:

«Внедрение данных программ в учебный процесс ДонНАСА открывает новые возможности для обучения студентов, а также существенно расширяет перспективы по их дальнейшему трудоустройству в крупнейших кампаниях, ориентированных на цифровизацию работы над проектами, а также процессы цифровой трансформации экономики в сфере строительства. Подобные обучающие курсы создают условия для массового перехода от использования импортного и нелегального программного обеспечения к цивилизованной работе с легальными российскими программными продуктами, отвечающими самым современным требованиям к системам автоматизированного проектирования и BIM».

По словам Ярослава Викторовича, пробное внедрение в процесс обучения студентов вышеперечисленных программ будет проводиться уже в весеннем семестре 2020-2021 учебного года, а в новом учебном году они уже будут включены в рабочие программы дисциплин по новым учебным планам.

Все прошедшие обучение преподаватели отмечают полезность, функциональность и удобство в использовании изученных программных продуктов и считают перспективным их внедрение в процесс обучения студентов академии. Важно также отметить, что всем студентам и преподавателям предоставляется возможность получения учебных лицензий на nanoCAD Plus и другие программные продукты бесплатно, для этого необходимо зарегистрироваться и оставить заявку на необходимые программные продукты на сайте компании «Нанософт» study.nanocad.ru.

Идти в ногу со временем в любой сфере жизни — вот что действительно важно.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Планируемый к изданию 15-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 стилиобразования, 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 14 мая 2021 г. по адресу:
286123, Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, ул. Державина, дом 2,
ГОУ ВПО «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

ДВОРЕЦ КУЛЬТУРЫ ДонНАСА СТАЛ ПЛОЩАДКОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗИМНЕГО КУБКА КВН



25 февраля 2021 года в стенах ДК Донбасской национальной академии строительства и архитектуры состоялась игра Зимнего Кубка КВН.

Наверное, стоило бы назвать это мероприятие Кубком веселых, молодых и находчивых, поскольку в этот раз в Зимнем Кубке КВН участвовало много новых команд, состоящих из активных и креативных ребят. Энергия была через край, атмосфера была просто потрясающей, а шутки настолько искрометными и яркими, что жюри непросто было определить-ся с победителем и призерами.



Однако, как бы трудно не было выделить среди команд лучших, победители все же были определены. Ими стали:

- 1 место — команда «Не плагиат»;
- 2 место — команда «Теперь всё по-другому»;
- 3 место — команды «Не за баром» и «Максим Мартынов»;
- 4 место — команда «Ход конём».

Было также отмечено, что авторы лучшей шутки — команда «Не за баром».

Мы призываем студентов участвовать в КВН, ведь это так весело, интересно и продуктивно: яркий запоминающийся досуг, дружеские связи и творчество в каждом моменте. Будьте частью КВН, создавайте себе прекрасные воспоминания!





ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2



+38(0623) 43-70-33



mailbox@donnasa.org