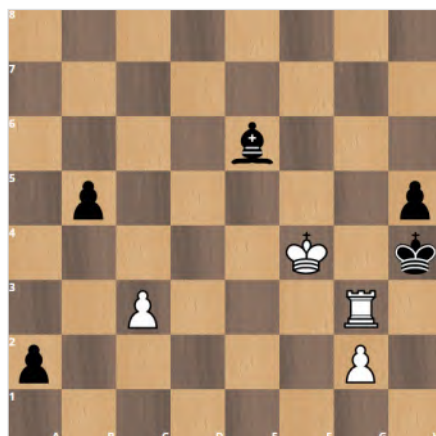


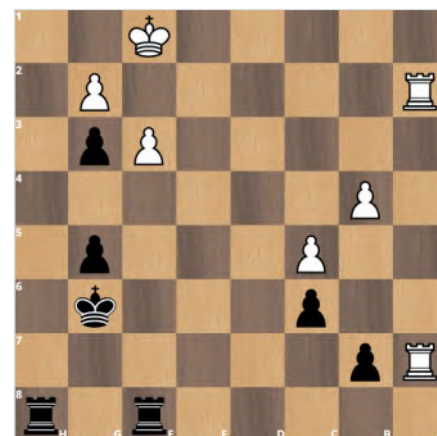
Шахматные задачи

ISSN 2227-5398

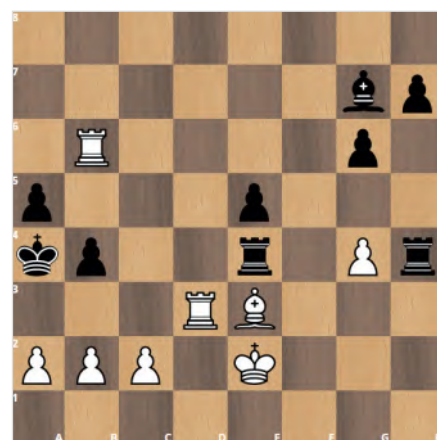
Предлагаем нашим дорогим читателям отвлечься немного от науки и решить шахматные задачи.



Мат в два хода



Мат в два хода



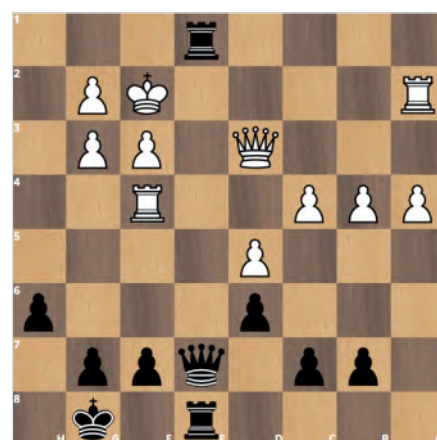
Мат в два хода



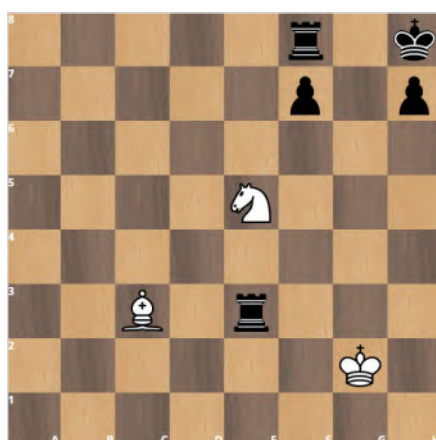
Мат в два хода



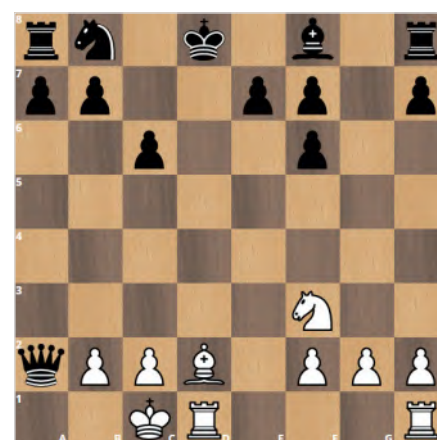
Мат в два хода



Мат в два хода



Мат в два хода



Мат в два хода

Подписной индекс журнала: 45040
В объединенном каталоге «Пресса России»
www.pressa-rf.ru
Подписку также можно оформить
в издательстве «Институт системных
технологий»
+7 8722 51-61-87
thesystemtechnologies.com
системтех.рф

ISSN 2227-5398



1 [46]
2023

Системные технологии

научно-практический
журнал

System technologies

scientific-practical
journal

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 (ВАК)

Журнал является ежеквартальным научным изданием. В выпусках журнала публикуются научные статьи ученых, аспирантов и соискателей ученых степеней, студентов по актуальным проблемам различных отраслей науки, содержащие результаты собственных исследований авторов. Редакционная коллегия издания сформирована из ведущих российских и зарубежных ученых, представляющих академическое и вузовское сообщество.

№1 (46) 2023 Системные технологии



thesystemtechnologies.com
системтех.рф

Системные технологии

научно-практический журнал

1 [46] 2023

System technologies

scientific-practical journal

Адрес редакции:

367025, респ. Дагестан, г. Махачкала,
пр. Акушинского, д. 21.
«Институт системных технологий»
Телефоны: 8 499 340-02-33; 8 8722 51-61-87
integralferma@gmail.com

Address of Editorial Office:

367025, rep. Dagestan, Makhachkala city,
Akushinskogo st, 21.
«Institute of system technologies»
Phone: +7 499 340-02-03; +7 8722 51-61-87
integralferma@gmail.com



Научно-практический журнал
Издается с 2011 г.
Выходит 1 экземпляр в квартал
Подписной индекс 45040

Scientific practical journal
Published 2011
Issue every 3 month
Index 45040

Журнал «Системные технологии» является периодическим ежеквартальным научным изданием. В выпусках журнала публикуются научные статьи ученых, аспирантов и соискателей ученых степеней, студентов по актуальным проблемам различных отраслей науки, содержащие результаты собственных исследований авторов. Редакционная коллегия издания сформирована из ведущих российских и зарубежных ученых, представляющих академическое и вузовское сообщество. **Журнал входит в систему РИНЦ, CyberLeninka, ВИНТИ РАН.** Научно-практический журнал «Системные технологии» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ №ФС77-46161 от 12 августа 2011г.

Главный редактор канд. физ.-мат. наук.	А.К. Курбанмагомедов	Editor in Chief Cand. physical -mat. sciences.	A.K. Kurbanmagomedov
Заместитель главного редактора (ответственный за рубрику Строительство) канд. техн. наук, профессор	Г.Э. Окольников	Deputy Editor-in-Chief (responsible for the heading Construction)	G.E. Okolnikova
Заместитель главного редактора (ответственный за рубрику Архитектура) канд. арх., профессор, член-корреспондент РАН	Е.Г. Трибельская	Deputy Editor-in-Chief (responsible for the Architecture heading)	E.G. Tribelskaya

Редакционная коллегия

Председатель ред.коллегии д-р техн. наук, профессор	А. В. Иवानайский	Московский политехнический университет
д-р архитектуры, профессор	Е. Р. Возняк	Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
д-р техн. наук, профессор, чл.-к. РААСН академик	М. М. Батдалов	Дагестанский государственный технический университет
д-р техн. наук, профессор	В. И. Жуков	Российская академия наук
канд. техн. наук, профессор	Е. М. Морозов	Московский инженерно-физический институт
д-р физ.-мат. наук, профессор	Г. Э. Окольников	Российский университет дружбы народов
д-р физ.-мат. наук, профессор	М. К. Гусейханов	Институт системных технологий
д-р физ.-мат. наук, профессор	В. П. Красин	Московский политехнический университет
д-р физ.-мат. наук, профессор	О. Б. Бутусов	Московский политехнический университет
д-р физ.-мат. наук, профессор	Г. С. Жукова	Финансовый университет при Правительстве РФ
д-р архитектуры, профессор	Ю. С. Янковская	Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
д-р физ.-мат. наук	М. Д. Коваленко	Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН
канд. техн. наук, доцент	Р. Т. Бржанов	Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова
д-р физ.-мат. наук, профессор	Е. А. Пушкарь	Московский политехнический университет
канд. техн. наук	С. М. Халаби	Российский университет дружбы народов
д-р техн. наук, профессор	Р. Л. Шаталов	Московский политехнический университет
д-р техн. наук, профессор	В. В. Гурьев	ОАО «Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования»
д-р техн. наук, профессор	И. Н. Тихонов	НИИЖБ им. А.А. Гвоздева
канд. техн. наук, профессор	Н. К. Пономарев	Российский университет дружбы народов
д-р техн. наук, профессор	А. В. Корнилова	Российский университет дружбы народов
д-р техн. наук, профессор	В. Н. Сидоров	Российский университет транспорта (МИИТ)
д-р архитектуры, профессор	Г. Н. Черкасов	Московский архитектурный институт
канд. архитектуры, доцент	О. Л. Банцерова	Московский государственный строительный университет
канд. техн. наук, доцент	Е. В. Орлов	Московский государственный строительный университет
канд. физ.-мат. наук	Т. С. Хачлаев	МИРЭА — Российский технологический университет

The editorial Board

The Chairman of Editorial Board Dr. Sc. (Eng.), Prof.	A.V. Ivanayskiy	Moscow Polytechnic University
Dr. Architecture, Professor	E. R. Voznyak	Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. Sc. (Eng.), Prof., cor.-m. of RAACS Academic	M. M. Batdalov	Dagestan state technical university
Dr. Sc. (Eng.), Prof.	V. I. Zhukov	Russian Academy of Sciences
Cand. Sc. (Eng.), Prof.	E. M. Morozov	Moscow engineering physics Institute
Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.	G. E. Okolnikova	RUDN University
Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.	M. K. Guseynhanov	Institute of system technologies
Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.	V. P. Krasin	Moscow Polytechnic University
Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.	O. B. Butusov	Moscow Polytechnic University
Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.	G. S. Jukova	Financial University under the Government of the Russian Federation
Dr. Architecture, Professor	Y. S. Yankovskaya	Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
Dr. Sc. (Phys.-Math.)	M. D. Kovalenko	Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics RAS
Cand. Sc. (Eng.), assistant professor	R. T. Brzhanov	Yessenov University
Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.	E. A. Pushkar	Moscow Polytechnic University
Cand. Sc. (Eng.)	S. M. Halabi	RUDN University
Dr. Sc. (Eng.), Prof.	R. L. Shatalov	Moscow Polytechnic University
Dr. Sc. (Eng.), Prof.	V. V. Guryev	OJSC «Moscow Research and Design Institute of Typology, Experimental Design»
Dr. Sc. (Eng.), Prof.	I. N. Tikhonov	NIYZHB them. A.A. Gvozdev
Cand. Sc. (Eng.), Prof.	N. K. Ponomarev	RUDN University
Dr. Sc. (Eng.), Prof.	A.V. Kornilova	RUDN University
Dr. Sc. (Eng.), Prof.	V. N. Sidorov	Russian University of Transport (MIIT)
Dr. Architecture, Professor	G. N. Cherkasov	Moscow Architectural Institute
Cand. Architecture, Associate Professor	O. L. Bantserova	Moscow State University of Civil Engineering
Cand. Tech. Sciences, Associate Professor	E. V. Orlov	Moscow State University of Civil Engineering
Cand. sc. (Phys.-math.)	T. S. Khachlaev	MIREA — Russian Technological University

СТРОИТЕЛЬСТВО

А. М. Агарков, А. Б. Семенов К вопросу определения мощности привода ротора траншейного экскаватора.....	5
A. Hazra, S. Bose, A. Chakraborty, S. Qasemi, M. A. A. Obeid, E. Behruz The BIM-based automated cost computation and visualization of cost data.....	12
И. А. А. Аль Вали, Л. И. Лесняк, М. Ш. Гатиев, Д. А. Зоалкфл, С. В. Литвинов К вопросу о ползучести полых цилиндров под действием нормального давления.....	28
Г. Э. Окольников, П. О. Коновалова, Е. М. Хамидуллина Снижение себестоимости строительства жилья на основе оптимизации организационно-технологических параметров.....	39
А. Ю. Гуркин Использование карбонатных пород для производства бетона.....	45
З. У. Джангидзе, И. И. Павлинова, А. О. Душко Опыт применения водосберегающих водоразборных приборов в системах внутреннего водопровода.....	51
Д. А. Зоалкфл, А. Т. Угрехелидзе, Е. Н. Пищереико Определение температурных полей и напряжения при возведении массивных монолитных фундаментов под ветрогенераторы.....	55
И. А. Синянский, Н. А. Шелапутина, П. А. Шелапутин Предложения по вариантам конструктивных решений пристроек с каменными стенами к малоэтажному сельскому дому.....	64
И. И. Павлинова, О. Л. Банцорова, Л. И. Хохлова Обеспечение бесперебойной работы водозаборных сооружений из поверхностных источников.....	72
И. К. Дмитриев, О. А. Стифеева, О. И. Шипков Надёжность и долговечность конструкций памятников русского деревянного зодчества.....	76
Б. А. Кятов, А. В. Котляревская Устройство и усиление у свайных фундаментов зданий и сооружений в вечномёрзлых грунтах.....	80
M. A. A. Obeid, S. Qasemi, A. Chakraborty, F. S. Akoev, D. L. Rodriguez Comparison the design guidelines for the steel truss elements using AISC and EUROCODE3.....	88
Б. А. Кятов, М. И. Бацаева, А. В. Котляревская Организация реконструкции фундаментов.....	97
И. Б. Машковцев, М. И. Абу Махади Проблемы перехода на BIM-технологии в современном строительстве.....	102
Г. Э. Окольников, Е. М. Хамидуллина, П. О. Коновалова Проблемы и перспективы развития инвестиционно-строительного комплекса.....	106
О. А. Ружицкая, А. В. Жолобова, В. С. Липатов Анализ современных технологий глубокой очистки сточных вод с целью внедрения на городские очистные сооружения.....	112
В. И. Скель Механизмы строительных машин с открытой зубчатой передачей и гидроприводом.....	120

И. Я. Харченко, К. А. Исрафилов, А. И. Харченко Инъекционные смеси на геополлимерной основе для уплотнения и упрочнения грунтов.....	124
Э. К. Агаханов, Г. М. Кравченко, Е. В. Труфанова, М. К. Агаханов Влияние способа моделирования свайного фундамента на напряженно-деформированное состояние каркаса здания сложной геометрической формы.....	131
Р. А. Шорстов, С. Б. Языев, А. С. Чепурненко Совершенствование расчета на устойчивость сжатых деревянных стержней переменного по длине прямоугольного сечения.....	140

АРХИТЕКТУРА

А. В. Астахова, О. А. Пастух Осмысление архитектуры советского космизма в современном мире.....	151
М. В. Горячкина, Л. В. Петрова Архитектурная организация культурно-образовательных центров на исторических промышленных территориях городов Московской области.....	156
И. Рахаф Особенности архитектурно-градостроительного развития Дамаска от зарождения ислама до начала XIX века.....	168
А. Е. Максимова, Н. А. Керимова Когнитивные подходы в разработке ландшафтной организации объектов здравоохранения.....	180
О. А. Пастух Эволюция архитектурно-планировочного формирования крупных портовых городов Арктического региона.....	187
М. М. Пантелеева Функционализм в проектировании общественных зданий и сооружений.....	192
Ван Яцзин, Н. С. Калинина Применение BIM технологии в проектировании «зеленых» зданий.....	198
С. Х. Алам Эль Дин, Н. С. Калинина Особенности архитектуры научно-исследовательских центров и развитие наукоградов со времен СССР по настоящее время.....	208



УДК 69.002.5

doi: 10.55287/22275398_2023_1_5

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ПРИВОДА РОТОРА ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА

А. М. Агарков

А. Б. Семенов

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

Аннотация

В статье рассмотрена методика определения мощности привода ротора траншейного экскаватора, учитывая сопротивления отделения стружки, разгона и подъема грунта и внутреннего сопротивления в трансмиссии.

Ключевые слова

ротор, мощность, сопротивление, грунт, экскаватор

Дата поступления в редакцию

18.01.2023

Дата принятия к печати

25.01.2023

Экскаваторы траншейные роторные (ЭТР) применяют для рытья траншей — выемок большой протяженности по сравнению с размерами поперечных сечений — на строительстве трубопроводов, кабельных линий связи, электроснабжения и других подземных коммуникаций.

Траншейный роторный экскаватор является самоходной землеройной машиной непрерывного действия. Рытье траншей с использованием ЭТР состоит из непрерывно следующих друг за другом и совмещаемых во времени операций отделения грунта от массива, выноса его на поверхность и отсыпка в отвал (бруствер) с одной стороны траншеи [1–4].

В процессе разработки траншеи мощность двигателя ротора (при многомоторном приводе) или соответствующая составляющая суммарной мощности (при одномоторном приводе) расходуется на преодоление следующих сопротивлений:

- отделение грунтовой стружки от забоя;
- разгон грунта до скорости перемещения ковшей;
- подъем грунта на высоту выгрузки;
- внутреннее трение в трансмиссии.

При работе с откосниками увеличивается объем грунта, выносимого ковшами, что учитывается при расчете мощности на преодоление трех последних видов сопротивлений [5]. Собственно, отделе-

ние грунта от забоя откосниками учитывается при расчете мощности, затрачиваемой на передвижение экскаватора.

Мощность, расходуемую на преодоление сопротивлений отделению грунтовой стружки от забоя, рассчитывают по следующей методике [6–8].

Сначала определяют силы сопротивления грунта копанию, считая их приложенными к режущим кромкам зубьев, установленных на ковшах [9–10]. Эти силы раскладываются на касательные P_{01} и нормальные составляющие P_{02} (по отношению к траекториям движения режущих кромок зубьев). Углы наклона касательных к этим траекториям и к окружности ротора по кромкам зубьев незначительно отличаются друг от друга. Поэтому можно приближенно считать, что составляющая P_{01} направлена по касательной, а P_{02} — по нормали к окружности ротора радиуса R_{cp} определяемого как среднестатистический радиус по кромкам зубьев с учетом их износа.

Указанные величины определяются по формулам:

$$P_{01} = k_1 \cdot b \cdot c, \text{ кН}; \quad P_{02} = \psi \cdot P_{01}, \text{ кН};$$

где k_1 — удельное сопротивление грунта копанию, кПа;

b и c — ширина и толщина стружки, м;

ψ — коэффициент пропорциональности.

Значение удельного сопротивления для копания грунтов роторным траншейным экскаватором k_{1T} вычисляют из соотношения:

$$k_{1T} = k_1 + \sqrt{A_1 / c}, \text{ кПа.}$$

Вторым слагаемым в этой формуле учитывается влияние толщины стружки на сопротивление грунта копанию, которая для траншейных роторных экскаваторов не превышает 0,035 м на ковш. Значения k_1 и A_1 принимают по справочным данным.

Составляющие силы сопротивления грунта копанию P_{01} и P_{02} рассчитывают по приведенной стружке постоянной (по ширине) толщины, отождествляя площадь поперечных сечений фактической и приведенной стружек. За расчетную модель принимается стружка, которую снимал бы ковш со сплошной (без зубьев) режущей кромкой при одинаковой фактической частоте вращения ротора, его подаче (скорости передвижения) и одинаковом расчетном радиусе R_{cp} . Ширина стружки этой расчетной модели принимается равной ширине траншеи: $b = B$, а толщина c определяется по приближенной зависимости:

$$c = C_0 \cdot \sin \varphi,$$

где C_0 — подача на ковш, м;

φ — угол, определяющий положение ковша на дуге копания (рис. 1).

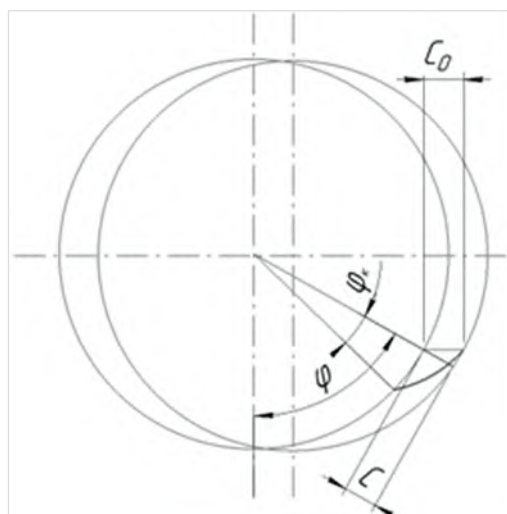


Рис. 1. Схема к определению толщины стружки

Подача на ковш C_0 есть путь перемещения экскаватора за время, в течение которого ротор повернется на угол φ_k — шаговый угол ковшей. Если, например, в некоторый момент времени режущие кромки двух смежных ковшей находились в положениях соответственно A и B , то при повороте ротора на угол φ_k режущая кромка второго ковша B , займет положение A . За то же время экскаватор переместится по горизонтали на расстояние C_0 , а следующий за ним ковш C займет исходное положение ковша B .

Величина C_0 определяется через угол φ_k (рад), частоту вращения ротора n (мин⁻¹) и скорость подачи V_n (м/ч) зависимостью:

$$C_0 = \varphi_k \cdot V_n / 120 \cdot \pi \cdot n = V_n / 60 \cdot n \cdot Z, \text{ м,}$$

где $\varphi_k = 2 \cdot \pi / Z$;

Z — количество ковшей на роторе.

Значение C_0 определяют для расчетной скорости подачи V_n . Далее представляют касательную, составляющую сопротивления грунта копанию P_{01} рабочей формулой:

$$P_{01} = k_{1T} \cdot B \cdot C_0 \cdot \sin \varphi, \text{ кН.}$$

В формуле все константы, кроме функции $\sin \varphi$ заменяют на их количественные значения.

Усилия P_{02} вычисляют согласно положению ковша в забое и площади поперечного сечения стружки, обеспеченной расчетной скоростью подачи. Коэффициент ψ выбирают из интервала $\psi = 0,6 - 0,9$ для талых и $\psi = 0,9 - 1,2$ — для мерзлых грунтов. Для нижней части забоя принимают меньшие, а для верхней части большие значения ψ . Силы P_{01} и P_{02} прикладывают к режущим кромкам ковшей на расстояния R_{cp} от оси вращения ротора.

Рис. 1 и табл. 3 см. на следующей странице

Средний радиус по режущим кромкам зубьев $R_{\text{ср}}$ определяется по формуле:

$$R_{\text{ср}} = R_0 \cdot K_L \cdot R_3, \text{ м},$$

где $R_{\text{ср}} = D_0 / 2 + l_p \cdot \cos \alpha$ — расчетный радиус середины длины вылета зуба, м;

l_p — расчётная длина зуба, равная конструктивной длине l уменьшенной на половину предельного износа, соответствующего длине металлокерамических пластинок, напаянных на передние грани зубьев. Для экскаваторов малой и средней мощности $l_p \approx 0,16$ м, для экскаваторов большой мощности $l_p \approx 0,26$ м;

$K_L = L/B$ — коэффициент учета кривизны дна траншеи;

L — длина дуги поперечного профиля дна траншеи, м:

$$L = R_3 \cdot \arcsin (B/2 \cdot R_3), \text{ м};$$

$$R_3 = (D_0 / 2) + l_p \cdot \cos \alpha, \text{ м}.$$

По найденным значениям P_{01} и $R_{\text{ср}}$ определяют работу одного ковша на дуге забоя:

$$A = R_{\text{ср}} \cdot \int_0^{\varphi_3} P_{01} \cdot d\varphi_3, \text{ кДж},$$

где $\varphi_3 = \arccos (l - 2 \cdot H/D_0)$, рад.

За один оборот ротора такую же работу выполнит каждый из Z ковшей, на нем расположенных. Следовательно, суммарная работа всех ковшей, установленных на роторе, за один оборот последнего будет равна:

$$\Sigma A = A \cdot Z, \text{ кДж}.$$

Среднюю мощность, расходуемую на отделение грунтовой стружки от забоя, определяют по формуле:

$$N_{1p} = \Sigma A \cdot n/60, \text{ кВт}.$$

Мощность, расходуемая на сообщение грунту скорости, численно равна кинетической энергии, которая затрачивается на изменение скорости от нуля до значения окружной скорости грунта в ковшах.

Эта мощность подсчитывается по формуле:

$$N_{2p} = \Pi \cdot \gamma \cdot V_{\text{ог}}^2 / 2 \cdot 3600 \cdot 1000, \text{ кВт}.$$

где Π — производительность экскаватора ($\Pi = F \cdot V_n$), м³/ч;

γ — объемная масса грунта, кг/м³;

$V_{\text{ог}}^2$ — окружная скорость грунта в ковшах, определяемая по центру его тяжести для одного ковша, м/с.

Значение $V_{\text{ог}}^2$ определяется по формуле:

$$V_{\text{от}}^2 = \pi \cdot n \cdot R_r / 30, \text{ м/с},$$

где R_r — радиус ротора по центру тяжести грунта в ковше:

$$R_r = (D_i + D_0) / 4, \text{ м}.$$

Фактические затраты мощности N_{2p} будут несколько выше расчетных вследствие того, что часть грунта, срезаемая ножевыми откосниками и обрушаемая в нижнюю часть траншеи, имеет отрицательную начальную скорость, а не нулевую, как принято в расчете. Однако ввиду малости этой величины в предварительных расчетах ею пренебрегают.

Далее определяют мощность, расходуемую на преодоление гравитационных сил, препятствующих перемещению грунта из его положения, соответствующего моменту начала взаимодействия с ковшами, в положение выгрузки.

За начальное положение частиц грунта средней, прямоугольной части траншеи следует считать их естественное положение в забое. Центр тяжести поперечного сечения этой части траншеи располагается на уровне $H/2$ от дна (или верха) траншеи, а среднее вертикальное перемещение грунта в положение выгрузки равно:

$$H'_p = D_0 / 2 + R_r - H / 2, \text{ м}.$$

Для грунта, срезаемого ножевыми откосниками, за начальное положение следует считать то, в которое он переходит в результате обрушения на дно траншеи. Приблизительно можно считать, что обрушенный грунт распределяется равномерно по дну траншеи слоем

$$h_0 = F_2 \cdot k_p / B, \text{ м}.$$

Тогда среднее вертикальное перемещение этой части грунта в положение выгрузки определяется из соотношения:

$$H''_p = D_0 / 2 + R_r - h_0 / 2, \text{ м}.$$

Среднее вертикальное перемещение, приведенное ко всему поперечному сечению траншеи:

$$H_p = (H'_p \cdot F_1 + H''_p \cdot F_2) / F, \text{ м}.$$

Мощность, затрачиваемая на подъем грунта в положение выгрузки:

$$N_{3p} = \Pi \cdot \gamma \cdot g \cdot H_p / 3600 \cdot 1000, \text{ кВт},$$

где g — ускорение земного притяжения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$).

Выводы

Таким образом, суммарная мощность, затрачиваемая на привод ротора, определяется как:

$$N_p = (N_{1p} + N_{2p} + N_{3p}) / \eta_p, \text{ кВт.}$$

Потери на внутреннее трение трансмиссии учитываются коэффициентом полезного действия η_p , который подсчитывается для всей кинематической цепи привода ротора по общим нормам машиностроения. Коэффициент полезного действия открытой зубчатой передачи «приводной вал — зубчатые венцы ротора» равен ($\eta_{3p} = 0,92$) и коэффициент опорно-направляющего устройства равен ($\eta_{op} = 0,94$).

Библиографический список

1. *Plavelsky E. P., Sharapov R. R.* The problems of dynamics of wheeled vehicles with flow able building cargo // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017 Volume 206, pp. 86–92.
2. *Агарков А. М.* Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования: практикум / *А. М. Агарков.* Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. 80 с.
3. *Давидович П. Я., Крикун В. Я.* Траншейные роторные экскаваторы. — М.: Недра. 1974. 320 с.
4. *Домбровский Н. Г.* Многоковшовые экскаваторы. Конструкции, теория и расчет. — Москва: Машиностроение. 1972. 432 с.
5. *Олейник П. П., Бродский В. И.* Организация подготовки к производству земляных работ в строительстве // Системные технологии. 2020. № 1 (34). С. 39–42
6. *Орлов В. А., Орешкина Р. Д.* Технология запахивания трубопроводов в грунт // Системные технологии. 2019. № 1 (30). С. 71–75.
7. *Скель В. И.* Современные оценки результатов измерений при испытании строительной техники // Строительные и дорожные машины. 2021. № 10. С. 3–5.
8. *Ципурский И. Л.* Параметры копания и подбор землеройных машин: учебное пособие / *Ципурский И. Л.* — Москва: Издательство АСВ. 2016. 224 с.
9. *Шемякин С. А., Иванченко С. Н., Мамаев Ю. А., Чебан А. Ю., Еренков А. В.* Оценка составляющих сопротивления копанию на ковшах роторного траншейного экскаватора при выемке мерзлых пород // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № S4. С. 96–104.
10. *Шемякин С. А., Сидорков В. В., Васильев Д. А.* Повышение эффективности работы роторных траншейных экскаваторов на мерзлых грунтах // Строительные и дорожные машины. 2022. № 9. С. 24–26.

TO THE QUESTION OF DETERMINATION OF THE ROTOR DRIVE POWER OF A TRENCH EXCAVATOR

A. M. Agarkov
A. B. Semenov

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

Abstract

The article considers a method for determining the power of a trench excavator rotor drive, taking into account the resistance of chip separation, acceleration and lifting of soil and internal resistance in the transmission.

The Keywords

rotor, power, resistance, soil, excavator

Date of receipt in edition

18.01.2023

Date of acceptance for printing

25.01.2023

Ссылка для цитирования:

А. М. Агарков, А. Б. Семенов. К вопросу определения мощности привода ротора траншейного экскаватора. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 5–11.





УДК 624.154

doi: 10.55287/22275398_2023_1_12

THE BIM-BASED AUTOMATED COST COMPUTATION AND VISUALIZATION OF COST DATA

A. Hazra *

S. Bose *

A. Chakraborty **

S. Qasemi **

M. A. A. Obeid **

E. Behruz **

* Narula Institute of Technology, Kolkata

** Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

Abstract

Material quantity take-off is frequently used in the construction industry to enhance efficacy of schedule and cost estimates, starting with the early stages of design and continuing through the building process. Identifying things and their connections with drawings, gathering data for computing units of measurement such as areas, volumes are all part of the quantity take-off method. BIM (Building information Modeling), on the other hand, make material quantity take-off more exact and quicker which in turn cut expenses. The paper focuses to compute the total cost of each element of the BIM model, as well as the total cost of the complete BIM model using REVIT. The entire cost data of the BIM model then exported to Microsoft Excel, and to visualize the cost data Microsoft Power BI application has been used. With the use of the developed dynamo script, we can analyses the cost data with element category. For example, if we want to know how much the structural, architectural, or interior portions would cost, it can easily compute it using this script and visualize it using Power BI. We may also assess materials depending on their cost and choose the most cost-effective alternative. Construction estimating is a large process with several procedures and estimation sections, as well as a large number of things that must be computed minutely, which can result in numerous inaccuracies. It will save a lot of time and avoid human error if we can compute item costs using the BIM model.

The Keywords

Building information modeling (BIM), BIM-based cost analysis of element quantity, Dynamo Script, Cost analysis

Date of receipt in edition

05.12.2022

Date of acceptance for printing

14.12.2022

Introduction

In terms of building procedures, planning, coordination, and the use of information technology tools, the construction industry has changed dramatically over the last couple of decades [1]. There have been several modifications which starts from the ways of preparing different papers necessary for a tendering procedure

of a building project to completion. Bill of quantities generation is still a time-consuming task that is prone to significant degrees of mistake if done manually [2, 3]. The cost of materials, labor, and parts is included in the bill of quantities (BOQ). For the tendering process, a bill of quantities is generated together with other documentation. It's essentially a cost estimate for a project. Because of the many assumptions used while calculating the bill of materials, they exhibit a lot of fluctuation with the actual cost of the project. The overall quantity of material, labor, and parts utilized in the building project is listed in the bill of quantities. Along with the tender documentation, a bill of quantities is created. It provides an estimate of the entire project cost as well as the total quantities of materials necessary for the project. Traditionally, manual calculations are used to create bill of quantities [4]. The BOQ document is manually computed and includes all contents in the usual format. The preparation of a BOQ document is a time-consuming task that takes up a significant amount of time prior to the tendering process. The amount of inaccuracy in bill of quantities calculations is considerable [5]. When any aspect of the project work changes, the bill of quantities must be rechecked and recalculated. Changes in construction activities that occur after the project is completed may not be accounted for in the computed bill of quantities. The traditional quantity take-off technique is less dependable, precise, and time-consuming than quantity take-off based on building information modeling (BIM) [6]. The quality of BIM models, on the other hand, has an impact on the quality of BIM-based quantity take-off. The study is focused on drywalls, which are made up of wall framings and panels. Contractors and subcontractors cannot execute quantity take-off for purchasing materials if BIM models from the design phases do not include wall framing models [7]. In the building phase, developing wall framing models on a tight timeline is time-consuming, costly, and error-prone. Increased geometries in a BIM model delay software performance as well. As a result of this study, an automated approach for determining wall framing quantities from drywalls in a BIM model is provided.

BIM (Building Information Modeling) it is utilized for scheduling and cost computation, quantity take-off (QTO) is an essential aspect of building projects. Obtaining precise QTOs from 2D conventional drawings, on the other hand, is time-consuming and tiresome [8]. As a result, the usage of BIM for QTO is growing. The correct, automated estimation of formwork areas from BIM, according to literature, is still a challenge. This is mostly due to a lack of modelling norms, processes, and categorization, as well as modelling faults such as overlapping structural parts and BIM software constraints [9]. It's vital to remember that QTO is required at various stages of the design and building process, depending on the requirements and information available. Furthermore, the bulk of BIM technologies do not offer automated formwork production, despite the fact that it is a time-consuming job that is required for construction phase planning, visualization, and interference check [10].

Building Information Modeling (BIM)-based quantity take-off is a quicker and more reliable way than traditional 2D-based quantity take-off. However, the accuracy of the derived numbers is influenced by the quality of BIM models. Extracted amounts deviate due to incomplete information and ineffective modelling methodologies. Because compound elements, like as walls and floors, comprise many material layers of varying sizes, this is always a concern [11]. Each compound element layer, which is made up of a core layer and additional layers, must be produced according to the real structure in order to acquire precise amount take-offs of these layers. This is a time-consuming and error-prone solution, though. Furthermore, if a model's design is not finished, it may be difficult to alter it in the future. Using information from BIM-based conflict detection to delete excess amounts and add missing quantities, this study presents a method to increase the accuracy of extracted quantities of compound elements from incomplete or erroneous BIM models. Accurate material quantities may be provided via the BIM process, and time spent editing BIM models is reduced. It can also be used on other construction elements that have similar problems [12].

The technique of quantity take-off has been transformed by Building Information Modeling (BIM), a digital modelling approach that represents geometric and semantic information of a facility. By extracting

geometric data and semantic features of each architectural element from BIM models, quantity may be measured automatically. This process is known as BIM-based quantity take-off, and the quantities retrieved may be insufficient or wrong if the BIM model is incomplete or incorrect [13]. A BIM model that is as similar to the actual building as feasible should be constructed in order to achieve accurate numbers. In practice, a BIM model's detail is generated during the design and construction phases. For quantity take-off and cost estimate, the BIM model from the design phases must usually be verified and changed, or even generated [14]. This is due to the fact that the BIM model created by the design teams during the design process may not contain fully detailed architectural features. Furthermore, depending on the modelling technique, the amounts may be minimal or excessive.

The major goal of this study is to devise a strategy for improving the accuracy of different element quantities derived from incomplete or erroneous BIM models. The suggested technique can cut modelling or editing time in half, resulting in better BIM-based quantity take-off and cost estimating results [15]. Without modifying the BIM model, this method automatically removes excess quantities of compound components that overlap with other elements and calculates the amounts of each layer of a compound element with a separate dimension. This approach is useful during the design development phase, when a cost estimate is required for design appraisal and decision-making [16]. This approach may also be used to develop a quick and precise bill of quantities for tendering after the design is complete. Architectural walls and floors, which are significant architectural components, are the main compound elements in this study. The proposed technique was based on the authors' prior research; however, it was expanded by applying the basic concept to a different building element category, architectural floors. The computation methods have also been updated. For example, instead of requiring user input, the algorithms may now divide and arrange values based on element kinds or room names, and the ceiling height in the computation is now automatically assigned [17]. The BIM software used in this research is Autodesk Revit 2020, Dynamo (visual programming extension in Revit), Microsoft Power BI and the prototype system is developed in Revit 2020, a visual programming extension in Revit. The research begins with a literature review of related research. Subsequently, the inaccuracy of BIM-based quantity takes off for compound elements is explained in detail. This article uses Revit to calculate the total cost of each BIM model piece as well as the overall cost of the whole BIM model. The whole cost of the BIM model will be exported to Microsoft Excel, and the cost data will be shown using the Microsoft Power BI tool. We may analyse the cost data using the items category using the dynamo script. For example, if we want to know how much the structural, architectural, or interior components would cost, we can use this script to simply calculate it and visualize it using Power BI. We may also evaluate materials based on their cost and select the most cost-effective option [18, 19].

Description of the proposed method

Building model elements, such as walls, columns, beams, floors, doors, and windows, are loaded from a BIM model to the system using dynamo programming application in our BIM-based cost calculating of quantities.

The building model elements should have at least LOD 300 (Level of Development as per industrial specification), with correct size, form, orientation, and placement, as well as the necessary data and parameters such as description, unit cost, cost or element group, and take-off unit for accurate computation [20].

The algorithms compute the overall cost of each element by automatically generating volume and area from the imported building model parts. The application then generates a Microsoft Excel output with the element's type, category, description, take-off unit, unit cost rate, and total cost.

The process of BIM-based cost calculating of quantities consists of three major processes.

Process 1:

Area and volume are generated from a BIM model, with the elements picked from the BIM model. The overall area and volume of any element, such as a wall, floor, beam, column, or foundation are calculated using the dynamo program itself as shown in the **fig 1**. We put the unit cost of each element in their description, so each element knows its unit cost [21]. As a result, the dynamo program determines the overall cost of each element by multiplying the unit cost by the area and volume of the element as shown in the **fig 2**.

The cost computation dynamo script is depicted in the diagram below.

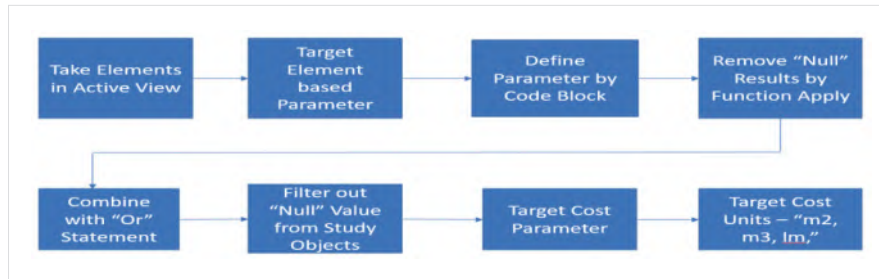


Fig. 1. Cost Computation, Dynamo Script flow Chart one (Process-1)

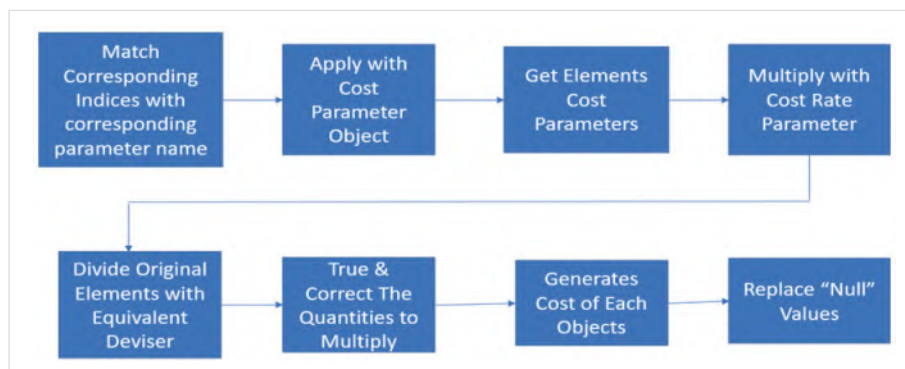


Fig. 2. Cost Computation, Dynamo Script flow Chart two (Process-1)



Fig. 3. Cost Computation, Dynamo Script flow Chart three (Process-1)

Process 2:

We'll export the total cost schedule to Microsoft Excel after establishing the total cost of each element. The schedule has been divided into the following sections: item category, cost group, description, unit cost, take-off rate, and total cost [22]. as shown in the **fig 3**. Item category defines its item element, cost group defines its function (architecture, structure, or interior), description defines the model description, unit cost defines the unit cost of the element to be constructed, take-off rate defines its unit, and total cost defines the total cost of that element to be constructed as shown in the **fig 4**. The flow chart below depicts the visual programming process as a whole.

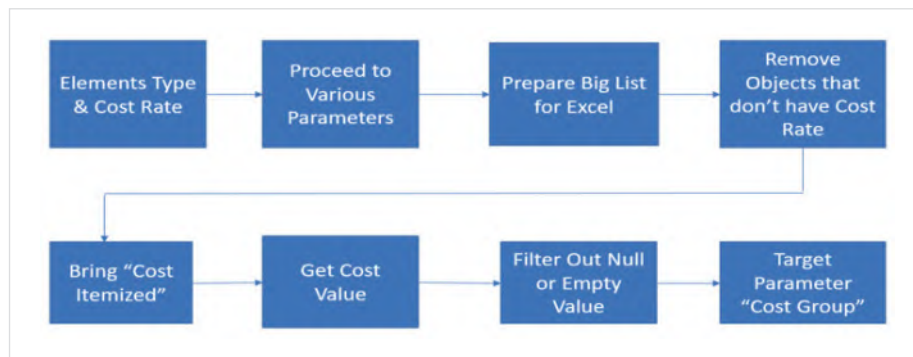


Fig. 4. Cost Data Export, Dynamo Script flow Chart one (Process-2)

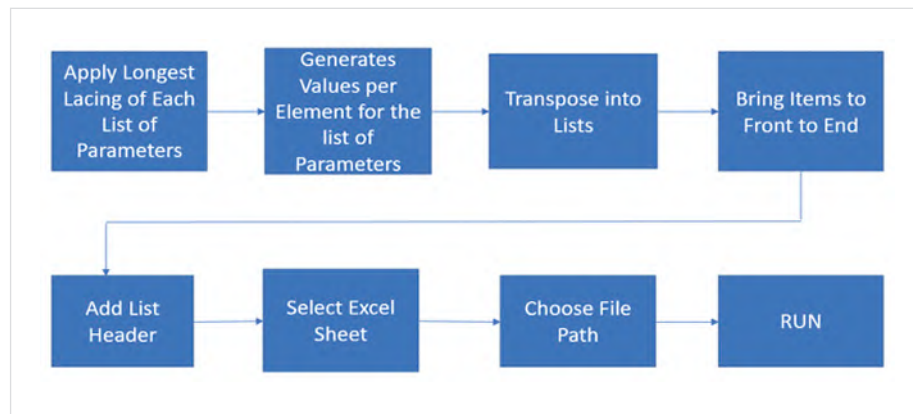


Fig. 5. Cost Data Export, Dynamo Script flow Chart two (Process-2)

Process 3:

Microsoft Power BI is a business intelligence tool that helps companies/ individuals to identify insights in their data. Connecting different data sources, transforming and cleaning the data into a data model, and creating charts or graphs to visualize the data are all possible with Power BI. To further visualize the cost data, we are utilizing the Power BI tool.

The total cost of the BIM model will be exported to Microsoft Excel and shown using the Microsoft Power BI tool. Using Microsoft Power BI tool, we can analyze the cost data by customize with the appropriate templates. For instance, if we want to know how much structural, architectural, or interior components would cost, if we just want to view the total structural costs, if we may check either the structural foundation cost or the entire cost of the column or we may calculate the total cost of the exterior wall or tiles, all of these cost data can be categorized and visualize using power BI. We may also compare materials by price and choose the most cost-effective solution. As a result, we may use the Power BI tool to visualize the cost data and make decisions based on our construction budget.

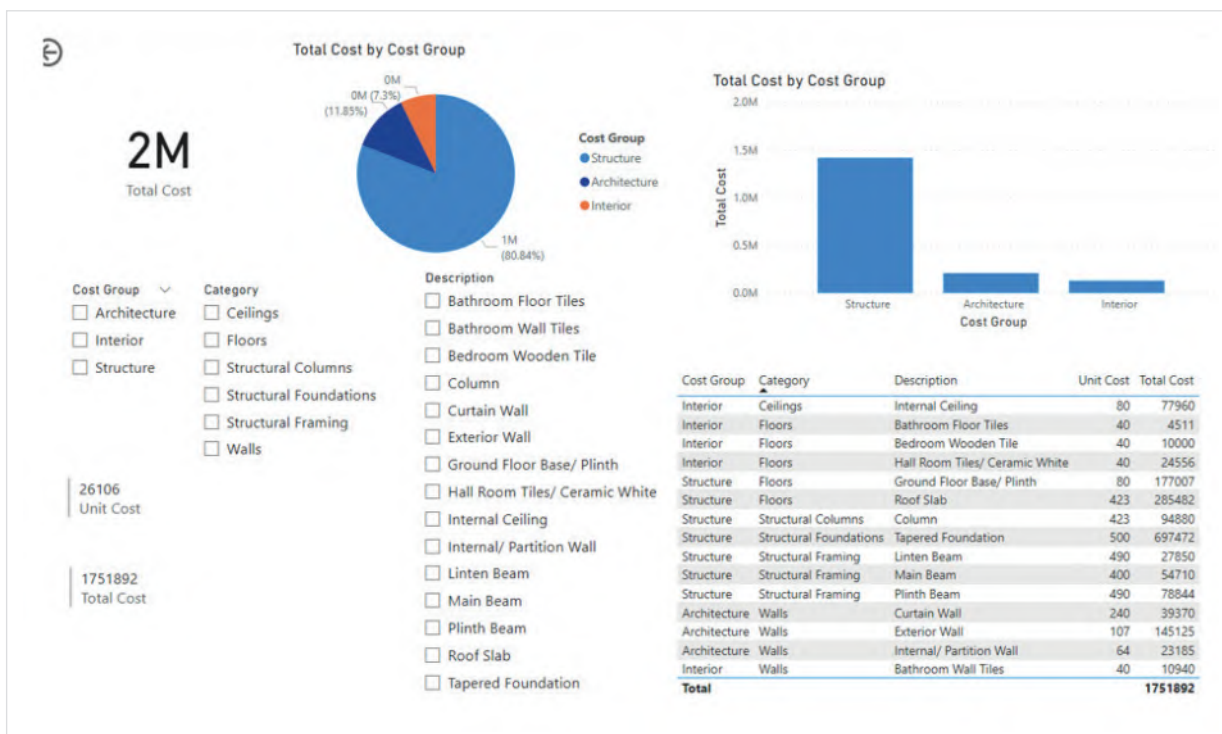


Fig. 6. Cost Data Diagram using Power BI

The prototype system development



Fig. 7. BIM Model (LOD 300)

For this testing we have taken a small house ($38' \times 29'$) with consisting of 1 master bedroom, 1 toilet and attached kitchen/dining/drawing hall. In this building we have used different types of doors, window, curtain wall, floor tile etc. This building, as structural members, consists of tapered footing, column, Plinth beam, second beam, main beam, structural slab. **Figures 8 and 9** depict aspects of a BIM model, such as structural, architecture, and interior elements. The components are shown in the diagram below.

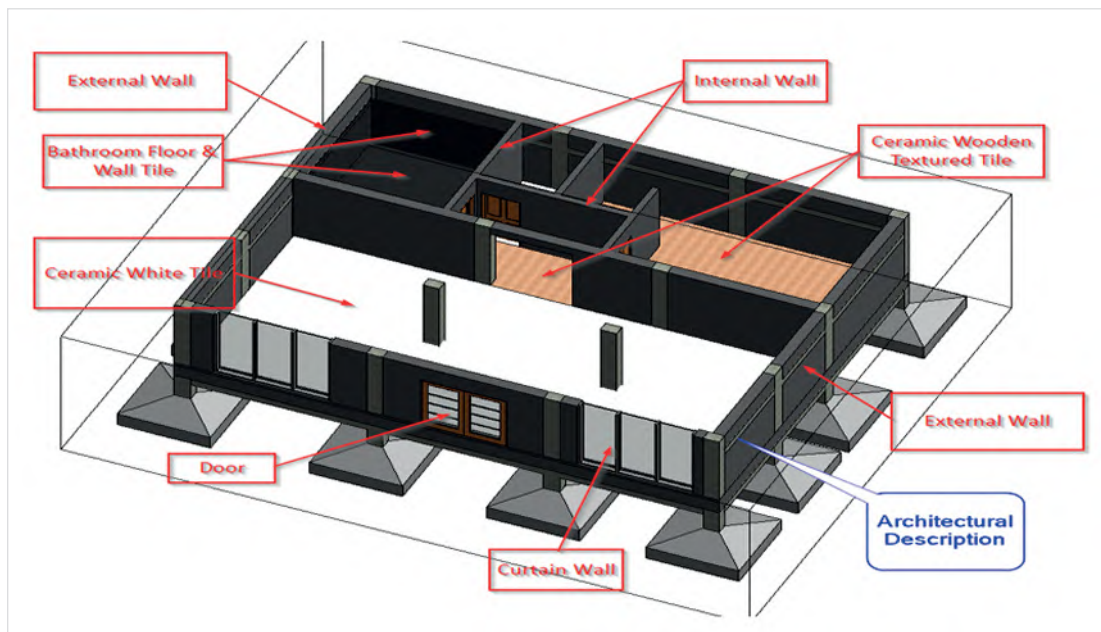


Fig. 8. Architectural and Interior elements

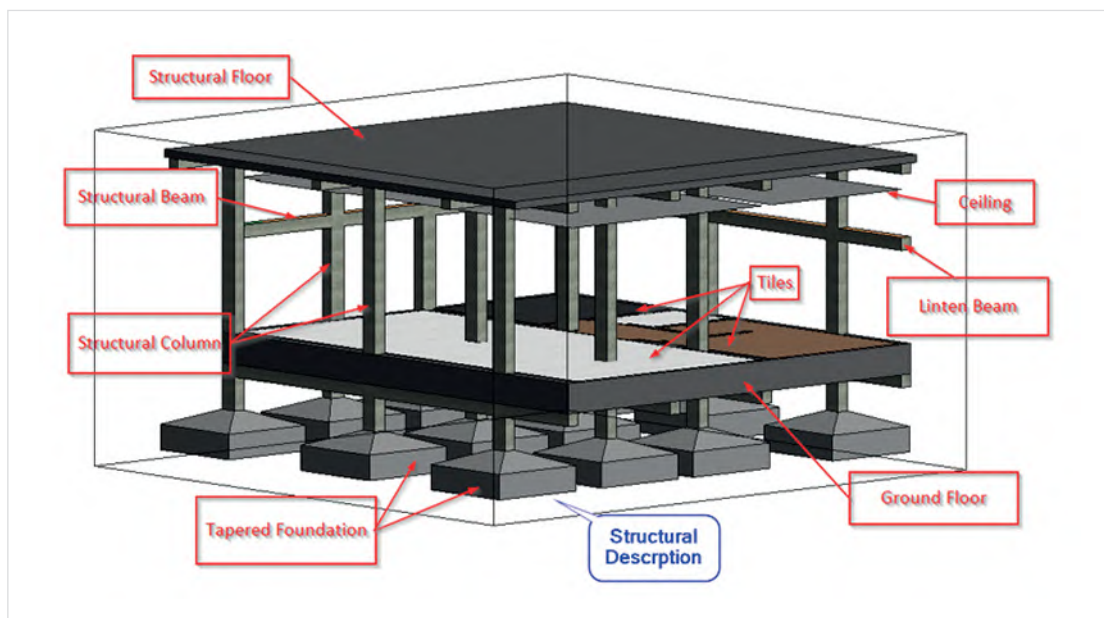


Fig. 9. Structural elements-

Process 1: Cost Computation of the BIM Model using Dynamo Script

We will compute the total cost of each part as well as the total cost of the entire BIM model, and this is calculated using Revit and Dynamo.

We have created 3 parameters for this cost analysis,

- Cost Group (Type Parameter), it signifies the type of element (Architecture/Structure/Interior).
- Take-off Rate (Type Parameter), it signifies the unit in (SF/CF).
- Total Cost (Instance Parameter), it signifies the total cost in Rs.

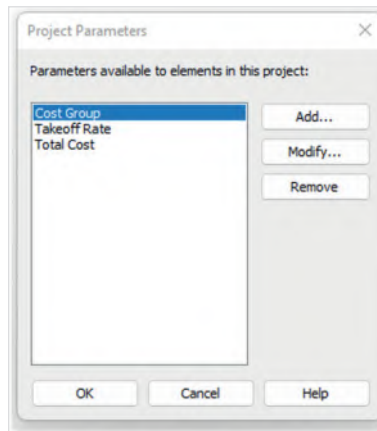


Fig. 10. Project Parameters

We put in the Cost Group, Take-off Rate, description, and Unit Cost once we've created the parameters.

Total cost = steel cost + cement cost + sand cost + aggregate cost + labor & shuttering cost, has been used to compute the unit cost.

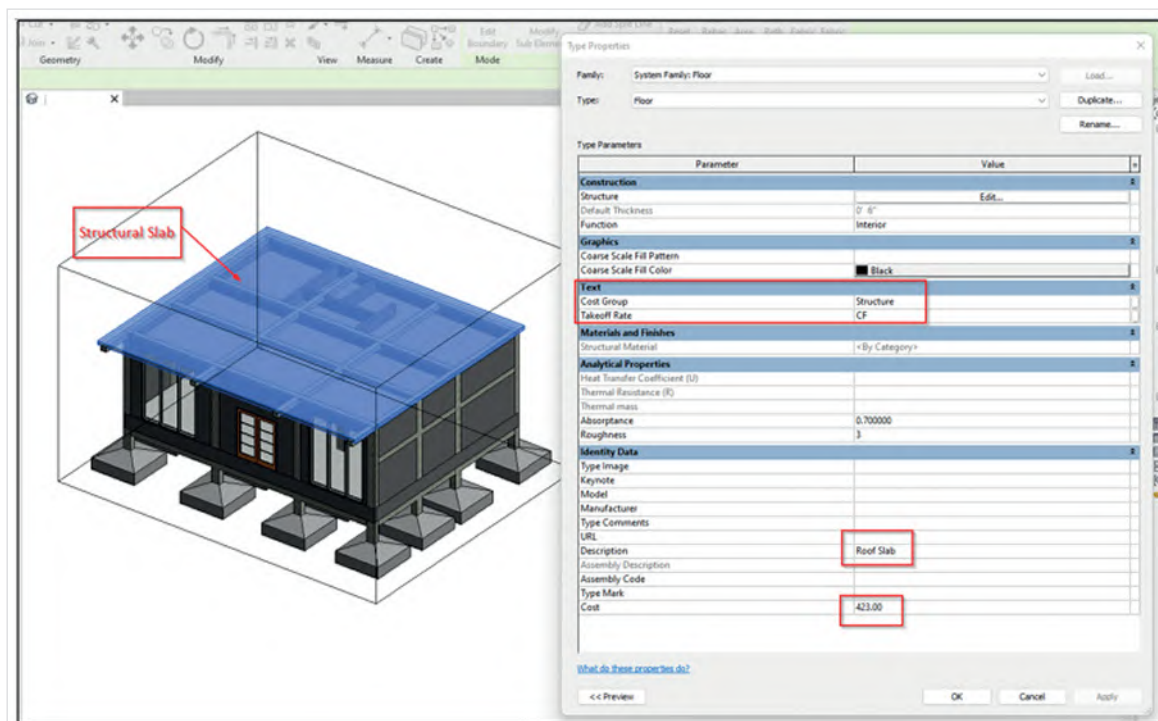


Fig. 11. Project Setup Description / Type Properties

We'll use dynamo script to compute the overall cost of the BIM model after setting the parameters and their values.

Process 2: Export the Cost Data using Dynamo Script

After determining the total cost of each part, we'll export the entire cost schedule to Microsoft Excel. The following components make up the schedule: item category, cost group, description, unit cost, take-off rate, and

total cost. Item category specifies the item element, cost group specifies the function (architecture, structure, or interior), description specifies the model description, unit cost specifies the unit cost of the element to be constructed, take-off rate specifies the unit, and total cost specifies the total cost of the element to be constructed.

We must select the path of the excel file in the Dynamo script's "File Path" before extracting the cost data (fig. 12).

To extract the data from Revit in Excel form after choosing the Excel file location, click the RUN button on the Dynamo script (fig. 13), because the data is so large, fig. 13 is a sample picture of the excel data.

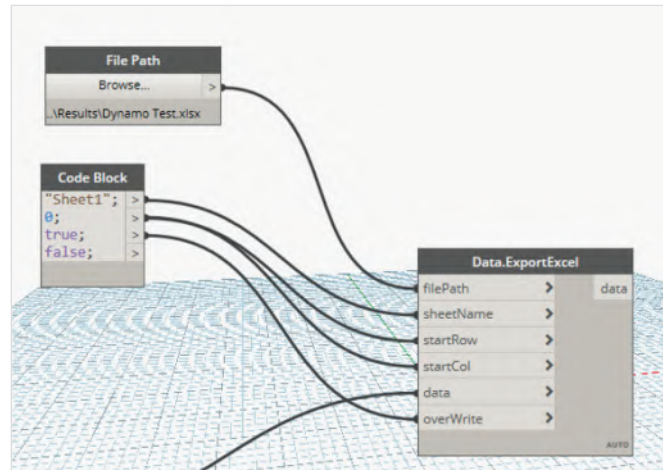


Fig. 12. File path selection in dynamo script

1	Category	Cost Group	Description	Unit Cost	Rate	Total Cost
2	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		36775
3	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		27581
4	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		35527
5	Walls	Architecture	Internal Partition Wall	64 SF		4587
6	Walls	Architecture	Internal Partition Wall	64 SF		4888
7	Walls	Architecture	Internal Partition Wall	64 SF		6679
8	Walls	Architecture	Internal Partition Wall	64 SF		7031
9	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		27581
10	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		1907
11	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		14115
12	Walls	Architecture	Exterior Wall	107 SF		1639
13	Walls	Architecture	Curtain Wall	240 SF		19685
14	Walls	Architecture	Curtain Wall	240 SF		19685
15	Floors	Structure	Ground Floor Base/ Plinth	80 CF		177007
16	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
17	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
18	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
19	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
20	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
21	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
22	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
23	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
24	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
25	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
26	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
27	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
28	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
29	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		6616
30	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		5832
31	Structural Columns	Structure	Column	423 CF		6616
32	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		8355
33	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		11140
34	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		8355
35	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		11140
36	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		8571
37	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		8571
38	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		11356
39	Structural Framing	Structure	Plinth Beam	490 CF		11356
40	Structural Framing	Structure	Linen Beam	490 CF		8355
41	Structural Framing	Structure	Linen Beam	490 CF		8355
42	Structural Framing	Structure	Linen Beam	490 CF		11140
43	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		6350
44	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		7188
45	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		6350
46	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		7188
47	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		6490
48	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		6490
49	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		7327
50	Structural Framing	Structure	Main Beam	400 CF		7327
51	Floors	Structure	Roof Slab	423 CF		285482
52	Floors	Interior	Hall Room Tiles/ Ceramic Whit	40 SF		23123
53	Floors	Interior	Bathroom Floor Tiles	40 SF		4511
54	Walls	Interior	Bathroom Wall Tiles	40 SF		3056
55	Walls	Interior	Bathroom Wall Tiles	40 SF		2789

Fig. 13. Plotting of Cost Data in Excel

Process 3: Cost Data Analysis using Power BI

The total cost of the BIM model will be exported to Microsoft Excel and shown using the Microsoft Power BI tool. Using Microsoft Power BI tool, we can analyze the cost data by customize with the appropriate templates. For instance, if we want to know how much structural, architectural, or interior components would cost, if we just want to view the total structural costs, if we may check either the structural foundation cost or the entire cost of the column or we may calculate the total cost of the exterior wall or tiles, all of these cost data can be categorized and visualize using power BI. We may also compare materials by price and choose the most cost-effective solution. As a result, we may use the Power BI tool to visualize the cost data and make decisions based on our construction budget.

Microsoft Power BI is a business intelligence tool that helps companies/ individuals to identify insights in their data. Connecting different data sources, transforming and clean-ing the data into a data model, and creating charts or graphs to visualize the data are all possible with Power BI. To further visualize the cost data, we are utilizing the Power BI tool by importing Excel data into Microsoft Power BI, then customize using the appropriate templates which allow to visualize the cost data in several ways. For example, if you just want to view structural costs, you may check either the structural foundation cost or the entire cost of the column. You may calculate the total cost of the exterior wall or tiles by using the calculator.

Total building cost based on the BIM model and anticipated unit cost data.



Fig. 14. Total Estimated Cost

The building will cost 18,91,380 Rs round of 2M in total., according to the BIM model. So, using this script, we can estimate the cost roughly. The following graph depicts the overall cost of a certain cost group, such as architecture, structural, and interior design.

Result and Discussion

We can determine the total cost of each piece or elements from figure 14, and power BI enables us to split the total cost of each constituent individually.

Similar to how pulling out the entire cost data from Revit would take a long time, using this script allows us to acquire the cost data quickly and see it independently for each element in Power BI.

As an illustration, if we want to extract the floor material cost data from Revit, we must first go to the material take off and then choose the appropriate parameters before we can obtain the cost data (as **fig. 15**).

The live dashboard provided by Power BI, in contrast, allows us to click on the cost group and category to view the cost statistics (as **fig. 16**).

<Floor Material Takeoff>						
A	B	C	D	E	F	G
Description	Type	Cost Group	Material: Area	Material: Volume	Takeoff Rate	Total Cost
Interior						
Hall Room Tiles/ Ceramic Wh	Tiles	Interior	578 SF	38 CF	SF	23123.00
Bathroom Floor Tiles	Bathroom Tile	Interior	113 SF	7 CF	SF	4511.00
Bedroom Wooden Tile	Wooden Tile	Interior	250 SF	16 CF	SF	10000.00
Hall Room Tiles/ Ceramic Wh	Tiles	Interior	36 SF	2 CF	SF	1433.00
Interior: 4						
Structure						
Ground Floor Base/ Plinth	Ground Floor	Structure	1124 SF	2213 CF	CF	177007.00
Roof Slab	Floor	Structure	1350 SF	675 CF	CF	285482.00

Fig. 15. Total Estimated Cost

It would take a lot of time to extract all of the material cost data from Revit separately, thus this Dynamo script was created to extract the cost data quickly and view it separately on power BI with just a few clicks.

The cost information is shown in **figures 17 to 21** below separately for each element.



Fig. 16. Total Estimated Cost

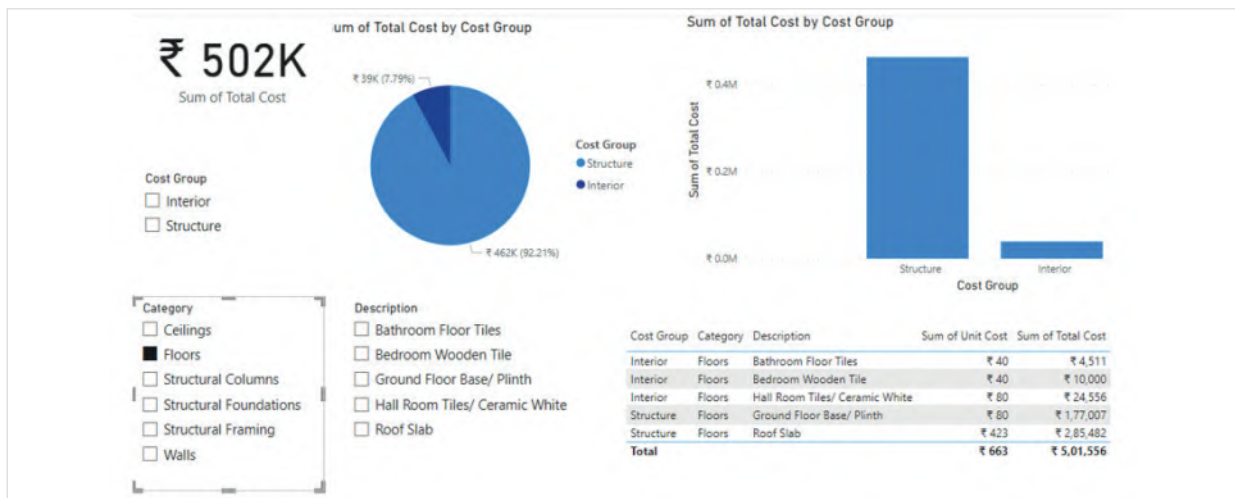


Fig. 17. Total Structural Cost

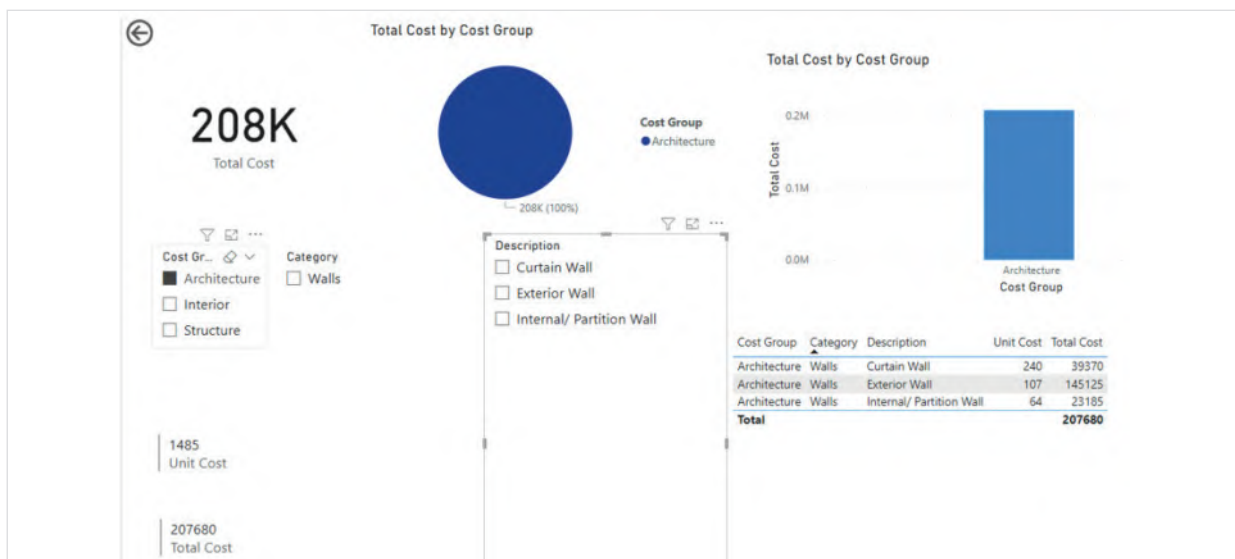


Fig. 18. Total Architecture Cost



Fig. 19. Total Interior Cost

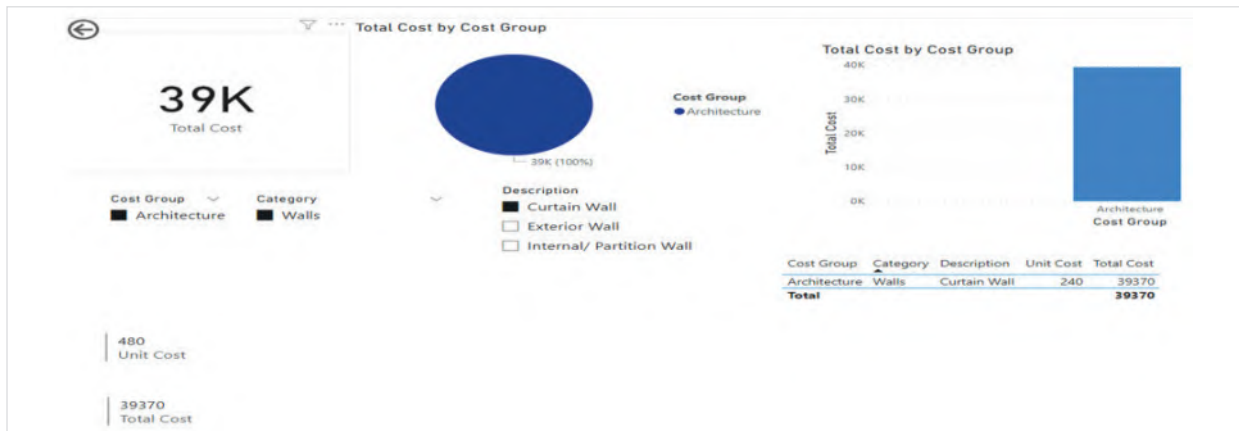


Fig. 20. Total Curtain Wall Cost



Fig. 21. Total Interior Floor Cost

We can calculate cost of the BIM model using this script. Furthermore, various cost data can be analyzed utilizing the Power BI application. Interior costs, like overall structural costs or interior cost can be broken down into several categories. Specific parts can also be examined, such as if we want to calculate the whole ceiling cost or just the tile cost or the wall cost.

Conclusion

Material quantity take-off is widely utilized in the construction industry, beginning with the early phases of design and continuing through the construction process to improve scheduling and cost predictions. The quantity take-off procedure includes identifying items and their connections on drawings, gathering dimensions, and computing units of measurement such as areas, volumes, and linear meters. As a result, quantity take-off takes a long time to interpret traditional printed and CAD designs, despite its relevance. In order to avoid mistakes caused by duplicate counts and omissions, estimators must extensively analyse each drawing set and do calculations with precision. BIM, on the other hand, can enable more precise and faster material quantity take-off while also lowering costs.

In this paper we have calculated the total item cost of each element by dynamo programming to remove the manual process of estimating and to properly visualize that cost data by element category using power BI.

In this paper, we used dynamo script to calculate the total cost of each item in the BIM model, as well as the overall cost of the entire BIM model in REVIT. The total cost of the BIM model is determined, and the cost sheet is exported together with the BIM model's element data. Using the Microsoft Power BI application, we visualize the cost data as per element category. We just split the pieces into cost categories using the dynamo script for improved cost analysis. For example, utilizing the dynamo script and visualizing using Power BI, we were able to determine how much structural, architectural, and interior work costs, as well as appraise materials based on cost and chose the most cost-effective option.

Manually extracting the cost data from each element in Revit takes a lot of time. With the help of this Dynamo script, we can acquire the cost data of the elements in Excel form and then import the data into Power BI to view the cost data individually for each element in dashboards.

References

1. *Chukwuma Nnaji and Ali A. Karakhan*, “Technologies for Safety and Health Management in Construction: Current Use, Implementation Benefits and Limitations, and Adoption Barriers,” *Journal of Building Engineering* 29 (May 2020): 101212, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101212>.
2. AACE International (2011). “Supporting Skills and Knowledge of a Cost Engineer”. Based Upon AACE® International Recommended Practice 11R-88, Required Skills and Knowledge of Cost Engineering.
3. *Bansal, V. K., and Pal, M.* (2007). “Potential of geographic information systems in building cost estimation and visualization.” *Automation in Construction*, 16(3), 311 – 322.
4. *Becerik-gerber, B., Asce, A. M., Jazizadeh, F., Li, N., and Calis, G.* (2012). “Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management.” (March), 431 – 442.
5. *Becerik-gerber, B., Asce, A. M., and Kensek, K.* (2010). “Building Information Modeling in Architecture, Engineering, and Construction: Emerging Research Directions and Trends.” (July), 139 – 147.
6. *Becerik-gerber, B., Asce, A. M., Ku, K., and Jazizadeh, F.* (2012). “BIM-Enabled Virtual and Collaborative Construction Engineering and Management.” (July), 234 – 245.
7. *Abushwereb M., Liu H. and Al-Hussein M.* (2019). A knowledge-based approach towards automated manufacturing-centric BIM: wood frame design and modelling for light-frame buildings. In *Modular and Offsite Construction (MOC) Summit*. Alberta, Canada, 100 – 107.
8. AGACAD (2020). BIM Software & Autodesk Revit Apps T4R (Tools for Revit) — AGACAD TOOLS4BIM. Available at: <http://www.aga-cad.com/> [Accessed 23 September 2019].
9. *Andersson L., Farrell K., Moshkovich O. and Cranbourne C.* (2016). *Implementing virtual design and construction using BIM: current and future practices*. Routledge.
10. Autodesk (2016). *Dynamo BIM*. Available at: <http://dynamobim.org/> [Accessed 10 January 2018].
11. *Ečvarovská R. and Matějka P.* (2014). Comparative analysis of creating traditional quantity takeoff method and using a BIM tool. In *Construction Economics Conference*.
12. *Brook M.* (2017). *Estimating and tendering for construction work*. 5th ed. New York: Routledge.

13. *Cho J. and Chun J. (2015). Cost estimating methods for RC structures by quantity takeoff and quantity prediction in the design development stage, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, Vol. 14, 65 – 72. DOI: 10.3130/jaabe.14.65.*
14. *Firat C. E., Arditi D., Hämäläinen J. P., Stenstrand J. and Kiiras J. (2010). Quantity take-off in model-based systems. In Proceedings of the 27th CIB W78 International Conference. Cairo, Egypt, 16 – 18.*
15. *Franco J., Mahdi F. and Abaza H. (2015). Using building information modeling (BIM) for estimating and scheduling, adoption barriers, Universal Journal of Management, Vol. 3, 376 – 384. DOI: 10.13189/ujm.2015.030905.*
16. *Hardin B. and McCool D. (2015). BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. 2nd ed. Wiley.*
17. *Holm L., Schaufelberger J. E., Griffin D. and Cole T. (2005). Construction cost estimating: process and practices. 1st ed. Pearson.*
18. *Zima K. (2017). Impact of information included in the BIM on preparation of bill of quantities, Procedia Engineering, Vol. 208, 203 – 210. DOI: 10.1016/J.PROENG.2017.11.039.*
19. Autodesk (2022). Dynamo BIM. Available at: <http://dynamobim.org>.
20. BIMForum (2019). Level of development (LOD) specification part 1 & commentary for building information models and data. Available from: <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2019/04/LOD-Spec-2019- Part-I-and-Guide-2019-04-29.pdf>.
21. *Alavi, H., Bortolini, R. & Forcada, N. BIM-based decision support for building condition assessment. Autom. Constr. 135, 104117. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104117> (2022).*
22. *Burggräf, P.; Dannapfel, M.; Ebade-Esfahani, M.; Scheidler, F. Creation of an expert system for design validation in BIM-based factory design through automatic checking of semantic information. Procedia CIRP 2021, 99, 3 – 8.*

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ОСНОВЕ BIM И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ О ЗАТРАТАХ

А. Хазра *
С. Босе *
А. Чакраборти **
Ш. Касеми **
М. А. А. Обейд **
Е. Бехруз **

* Технологический институт Нарула, г. Калькутта

** Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Аннотация

Расчет количества материалов часто используется в строительной отрасли для повышения эффективности планирования и оценки стоимости, начиная с ранних стадий проектирования и продолжая в процессе строительства. Идентификация вещей и их связи с чертежами, сбор данных для вычисления единиц измерения, таких как площади, объемы, — все это часть метода учета количества. С другой стороны, BIM (моделирование информации о строительстве) делает расчет количества материалов более точным и быстрым, что, в свою очередь, снижает расходы. В документе основное внимание уделяется расчету общей стоимости каждого элемента модели BIM, а также общей стоимости полной модели BIM с использованием REVIT. Все данные о затратах модели BIM затем экспортируются в Microsoft Excel, а для визуализации данных о затратах используется приложение Microsoft Power BI. С помощью разработанного динамо-скрипта мы можем анализировать данные о стоимости с категорией элемента. Например, если мы хотим узнать, сколько будут стоить структурные, архитектурные или внутренние части, он может легко вычислить их с помощью этого скрипта и визуализировать с помощью Power BI. Мы также можем оценить материалы в зависимости от их стоимости и выбрать наиболее выгодный вариант. Смета строительства — это большой процесс с несколькими процедурами и сметными разделами, а также большим количеством моментов, которые необходимо просчитывать поминутно, что может привести к многочисленным неточностям. Это экономит много времени и позволит избежать человеческих ошибок, если мы сможем рассчитать стоимость товара с помощью модели BIM.

Ключевые слова

моделирование зданий (BIM), анализ стоимости количества элементов на основе BIM, скрипт Дупато, анализ затрат.

Дата поступления в редакцию

05.12.2022

Дата принятия к печати

14.12.2022

Ссылка для цитирования:

A. Hazra, S. Bose, A. Chakraborty, S. Qasemi, M. A. A. Obeid, E. Behruz. The BIM-based automated cost computation and visualization of cost data. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 12–27.



УДК 624.04

doi: 10.55287/22275398_2023_1_28

К ВОПРОСУ О ПОЛЗУЧЕСТИ ПОЛЫХ ЦИЛИНДРОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НОРМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

И. А. А. Аль Вали *

Л. И. Лесняк *

М. Ш. Гагиев **

Д. А. Зоалкфл *

С. В. Литвинов *

* Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

** Ингушский государственный университет, г. Магас

Аннотация

В статье представлен вывод разрешающего уравнения для определения остаточных напряжений в полимерном цилиндре при внутреннем давлении с учетом ползучести материала. Рассматривается процесс остаточной деформации полого цилиндра с учетом изменения напряжений и деформаций во времени.

Окончательно задача сводится к интегро-дифференциальному уравнению второго порядка относительно функции напряжений. Решение данного уравнения выполняется методом конечных разностей в комбинации с методом Эйлера. Приведено решение тестовой задачи для полимерного цилиндра, материал которого подчиняется обобщенному нелинейному уравнению Максвелла. Представлены графики изменения во времени нормальных напряжений и деформаций. Установлено, что соотношение упругой и остаточной деформаций в разные моменты времени существенно различно.

Ключевые слова

ползучесть, остаточные напряжения, метод конечных разностей, время релаксации, метод последовательных приближений, окружные напряжения и деформации, скорость нарастания нагрузки

Дата поступления в редакцию

25.01.2023

Дата принятия к печати

25.01.2023

Введение

В настоящей работе рассматривается процесс остаточной деформации полого цилиндра с учетом изменения напряжений и деформаций во времени.

Эта задача представляет интерес в связи с теорией сейсмического режима, как простейший пример концентрации напряжений во времени, а также в связи с наблюдавшейся экспериментально проф. А. Ф. Головиным ползучестью труб под действием внутреннего давления. В частности, интересно исследовать, как зависят остаточные напряжения и деформации от времени

нагружения и от скорости изменения нагрузки и как они релаксируют при хранении остаточного деформированных труб.

В качестве модели деформируемой среды мы используем уравнение типа уравнения Максвелла, с тем отличием, что время релаксации T считается зависящим от напряженного состояния [1–3].

Необходимо отметить, что зависимость T от напряжений, определенная в [4], проверялась экспериментально только для одномерного напряженного состояния, когда выражение для T выражается к простому виду, принципиально отличному от выражений для двух- и трехмерных случаев.

В связи с каждой конкретной задачей эта зависимость может уточняться после сопоставления с экспериментальными данными [5–11].

Цель настоящей работы — дать расчетный аппарат для такого сопоставления и выявить некоторые качественные закономерности, возможно представляющие практический интерес.

Ползучесть цилиндра под действием внутреннего давления исследовалась академиком В. И. Андреевым [5, 6, 12–14]; однако применявшиеся им уравнения справедливы, по-видимому, лишь в ограниченном интервале давлений.

Постановка задачи

Рассмотрим полимерную трубу $R_a \leq r \leq R_b$ (рисунок 1), вдоль поверхностей которой равномерно распределены нормальные давления наружное $P_b(t)$ и внутреннее $P_a(t)$, приложенные в момент $t = 0$, так что при $t < 0$ $P_b(t) = P_a(t) = 0$. Будем считать, что напряжения и деформации не зависят от координат z и φ .

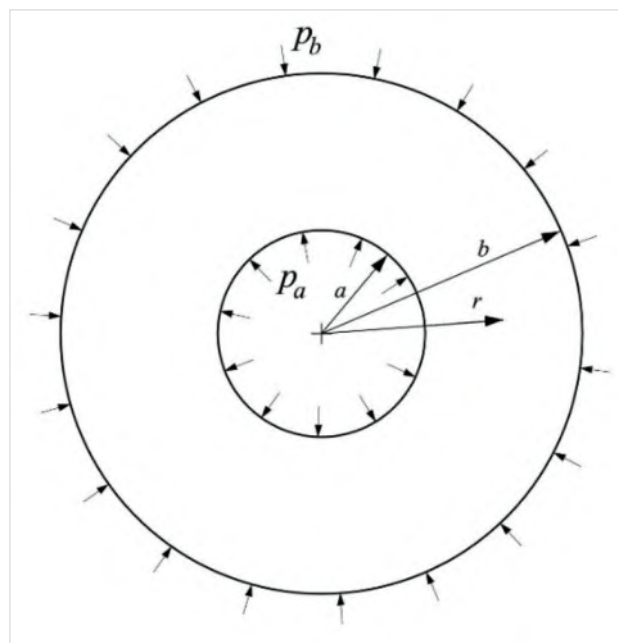


Рис. 1. Толстостенный цилиндр под действием внутреннего и внешнего давления

Вследствие осевой симметрии смещение в плоскости нормального сечения направлено по радиусу; все напряжения зависят только от r и времени t .

Будем рассматривать достаточно медленные процессы, когда инерционными силами можно пренебречь.

Напряжения и деформации рассматриваемой трубы определяются следующими уравнениями, которые легко вывести из общих уравнений [Рабинович]:

$$\varepsilon_r = e_{rr}^{el} + \varepsilon_r^{res}; \quad \varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}; \quad E e_{rr}^{el} = \sigma_r - \nu(\sigma_\theta + \sigma_z); \quad \varepsilon_r^{res} = \int_0^t \frac{e_{rr}^{el} - \frac{\theta}{3}}{T} dt \quad (1)$$

$$\varepsilon_\theta = e_{\theta\theta}^{el} + \varepsilon_\theta^{res}; \quad \varepsilon_\theta = \frac{u}{r}; \quad E e_{\theta\theta}^{el} = \sigma_\theta - \nu(\sigma_r + \sigma_z); \quad \varepsilon_\theta^{res} = \int_0^t \frac{e_{\theta\theta}^{el} - \frac{\theta}{3}}{T} dt; \quad (2)$$

$$\varepsilon_z = e_{zz}^{el} + \varepsilon_z^{res}; \quad \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}; \quad E e_{zz}^{el} = \sigma_z - \nu(\sigma_\theta + \sigma_r); \quad \varepsilon_z^{res} = \int_0^t \frac{e_{zz}^{el} - \frac{\theta}{3}}{T} dt \quad (3)$$

$$\sigma_\theta = r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \sigma_r, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \varepsilon_\theta}{\partial r} + \frac{\varepsilon_\theta - \varepsilon_r}{r} = 0. \quad (5)$$

Здесь:

u — радиальное смещение в плоскости нормального сечения (сумма упругого и остаточного);

$\varepsilon_r, \varepsilon_\theta, \varepsilon_z$ — полные деформации;

$e_{rr}^{el}, e_{\theta\theta}^{el}, e_{zz}^{el}$ — упругие компоненты деформаций растяжения – сжатия;

$\varepsilon_r^{res}, \varepsilon_\theta^{res}, \varepsilon_z^{res}$ — остаточные деформации.

$\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$ — нормальные напряжения (в данном случае совпадающие с главными нормальными напряжениями): σ_z считается не зависящим от r и θ , однако его можно задавать переменным во времени.

E — модуль Юнга материала трубы; ν — коэффициент Пуассона;

Относительное изменение объёма:

$$\theta = \theta_e = e_{rr}^{el} + e_{\theta\theta}^{el} + e_{zz}^{el};$$

Как видно из (1), (2), (3), θ равно также сумме полных деформаций. Время релаксации T определяется формулой [1]:

$$T = \bar{T}_0 \exp \left\{ \frac{U_0 - \bar{m}P - \bar{n}|\sigma_i - P|_{\max}}{k\vartheta} \right\}. \quad (6)$$

Здесь k — постоянная Больцмана; ϑ — абсолютная температура; $\bar{T}_0, \bar{m}, \bar{n}, U_0$ — константы, характеризующие свойства материала,

$$P = \frac{\sigma_r + \sigma_\theta + \sigma_z}{3},$$

$|\sigma_i - P|_{\max}$ — максимальный из модулей трех функций:

$$\sigma_r - P; \sigma_\theta - P; \sigma_z - P.$$

Для простоты, считая $\vartheta = \text{const}$, мы представим T в виде:

$$T = T_0 \exp \{-mP - n|\sigma_i - P|_{\max}\} \quad (7)$$

где T_0 , m , n связаны с \bar{T}_0 , \bar{m} , \bar{n} очевидными из (6) соотношениями. Напомним, что согласно [1] m существенно меньше n .

Продифференцируем (1) и (2) по t :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varepsilon_r}{\partial t} &= \left(\frac{\partial \sigma_r}{\partial t} - \mu \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial t} \right) \frac{1}{E} + \left(\frac{e_{rr}^{el} - \theta}{T} \right); \\ \frac{\partial \varepsilon_\theta}{\partial t} &= \left(\frac{\partial \sigma_\theta}{\partial t} - \mu \frac{\partial \sigma_r}{\partial t} \right) \frac{1}{E} + \left(\frac{e_{\theta\theta}^{el} - \theta}{T} \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Начальные условия однородны:

$$\text{при } t = 0; \quad \sigma_r = \sigma_\theta = 0; \quad \varepsilon_r = \varepsilon_\theta = 0; \quad u = 0; \quad (9)$$

Приведенных выше совместно с граничными и начальными условиями достаточно для определения напряжений и деформаций. Перемещения их находят из конечного соотношения (1) и (2). В общем случае решения удается получить только численными методами, при этом возможны различные схемы вычислений. В частности, можно исключить σ_θ и получить два совместных нелинейных уравнения относительно σ_r и u .

Ниже будет приведена иная последовательность вычислений, предложенная в [6, 13].

Из (1)–(5) можно вывести разрешающее уравнение относительно напряжения σ_r . Предположим, для простоты, что $\sigma_z = 0$ (плоское напряженное состояние).

Интегральные соотношения в (1), (2), (3) продифференцируем по t :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varepsilon_r^{res}}{\partial t} &= \frac{f_r^{res}}{T}; \quad f_r^{res} = e_{rr}^{el} - \frac{\theta}{3}; \\ \frac{\partial \varepsilon_\theta^{res}}{\partial t} &= \frac{f_\theta^{res}}{T}; \quad f_\theta^{res} = e_{\theta\theta}^{el} - \frac{\theta}{3}; \end{aligned} \quad (10)$$

С учетом компонентов суммарной деформации согласно (8), внося в уравнение совместности (5) выражения заменяя компоненты упругой деформации по формулам закона Гука, а затем, исключив σ_θ с помощью статического уравнения (5), окончательно имеем уравнение относительно σ_r :

$$\frac{\partial^2 \sigma_r}{\partial r^2} + \frac{3}{r} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} = -\bar{\Phi}. \quad (11)$$

где:

$$\begin{aligned} \bar{\Phi} &= \frac{1+\nu}{3T_0} \int_0^t f e^{\psi} dt; \\ f &= \frac{4}{r} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + 2 \frac{\partial^2 \sigma_r}{\partial r^2} + \left[\sigma_r + 2r \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} - \sigma_z \right] \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r}; \\ \psi &= mP - n|\sigma_i - P|_{\max} \end{aligned} \quad (12)$$

Задача сводится к решению (11) при краевых условиях:

$$\text{при } r = b \quad \sigma_r = -P_b(t); \quad \text{при } r = a \quad \sigma_r = -P_a(t); \quad (13)$$

Методика расчета

Определение постоянных m и n — задача новая и малоразработанная. T_0 тоже известно далеко не всегда. Поэтому целесообразно построить расчетную схему так, чтобы получаемые результаты были применимы к возможно более различным значениям констант. Введем безразмерные переменные

$$\bar{\sigma} = n\sigma_r; \quad \bar{\sigma}_\theta = n\sigma_\theta; \quad \bar{t} = \frac{t}{T_0}; \quad \bar{r} = \frac{r}{r_0}; \quad \bar{P} = nP.$$

Тогда (11) и (12) будут иметь вид:

$$\frac{\partial^2 \bar{\sigma}_r}{\partial \bar{r}^2} + \frac{3}{\bar{r}} \frac{\partial \bar{\sigma}_r}{\partial \bar{r}} = -\Phi[\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t})\bar{t}], \quad (14)$$

$$\Phi = \frac{1+\nu}{3} \int_0^{\bar{t}} f[\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t})] e^{\bar{\psi}} dt;$$

где $\bar{\psi} = \frac{m}{n}P - n|\bar{\sigma}_i - \bar{P}|_{max}$ (15)

Краевые условия будут иметь прежний вид (9) и (13), если считать, что P_0 и P_1 выражены в долях $1/n$ и что $r_0 = 1$. Решение (14) принципиально несложно; его можно свести к интегральному уравнению:

$$\bar{\sigma} = A - \frac{B}{\bar{r}^2} + I(\bar{r}, \bar{t}) \quad (16)$$

где

$$I(\bar{r}, \bar{t}) = \int_{\bar{r}_1}^{\bar{r}} \frac{1}{x^3} \int_{\bar{r}_1}^x \Phi[\bar{\sigma}(y, t), \bar{t}] y^3 dy dx, \quad (17)$$

$$A = \frac{P_1 r_1^2 - I(1, \bar{t}) - P_0}{1 - r_1^2}; \quad B = \frac{P_1 - I(1, \bar{t}) - P_0}{1 - r_1^2}; \quad (18)$$

При $t = 0$ ($I_0 = 0$) (16)–(18) переходят в решение аналогичной задачи теории упругости [Андреев].

Уравнение (16) решается численно, методом последовательных приближений. Если $\bar{\sigma}$ известно в интервале $0 < \bar{t} < \bar{t}_1$, то

$$\bar{\sigma}^{i+1}(\bar{r}, \bar{t}_1 + \Delta t) = \tilde{\Phi}[\bar{\sigma}^{(i)}(\bar{r}, \bar{t} + \Delta t), \bar{t} + \Delta t]; \quad (19)$$

где индекс (i) обозначает номер приближения; $\tilde{\Phi}$ — правая часть (16). За первое приближение можно взять $\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t}_1)$; расчет начинается с $t_1 = 0$, когда $\tilde{\Phi} = 0$ и $\bar{\sigma}$ точно вычисляется из (16).

Для расчета на ЭВМ удобнее другой способ, предложенный проф. Б. М. Языевым и доц. С. В. Литвиновым.

Разобьем интервал $1 \geq \bar{r} > r_1$ на n отрезков одинаковой длины h точками $\bar{r}_i = r_1 + h$ ($i \approx 0, 1, 2 \dots n$); $\bar{r}_n = 1$.

Заменим в уравнении (2.1) производные по \bar{r} центральными конечными разностями с шагом h . Чтобы не вычислять интеграл в правой части, продифференцируем (14) по \bar{t} и обозначим:

$$\dot{\sigma}_i = \frac{\partial}{\partial \bar{t}} \bar{\sigma}(r, t) |_{\bar{r}=\bar{r}_i}$$

Тогда вместо (19) будем иметь систему уравнений:

$$\begin{cases} -\frac{2}{h^2} \dot{\sigma}_1 + \left(\frac{1}{h^2} + \frac{3}{2h\bar{r}_1} \right) \dot{\sigma}_2 = I_1 \\ \left(\frac{1}{h^2} - \frac{3}{2h\bar{r}_i} \right) \dot{\sigma}_{i-1} - \frac{2}{h^2} \dot{\sigma}_i + \left(\frac{1}{h^2} + \frac{3}{2h\bar{r}_i} \right) \dot{\sigma}_{i+1} = I_i \\ (i = 2, 3 \dots n-2) \\ \frac{1}{h^2} - \frac{3}{2h\bar{r}_{n-1}} \dot{\sigma}_{n-2} - \frac{2}{h^2} \dot{\sigma}_{n-1} = I_{n-1} \end{cases} \quad (20)$$

где, как видно из (14) и из определения центральных разностей:

$$\begin{cases} I_1 = -\left(\frac{1}{h^2} + \frac{3}{2h\bar{r}_1} \right) \dot{\sigma}_0 - \frac{\partial}{\partial \bar{t}} \Phi[\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t}), t] \\ I_i = -\frac{\partial}{\partial \bar{t}} \Phi[\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t}), t], (i = 2, 3 \dots n-2) \\ I_n = \left(\frac{1}{h^2} - \frac{3}{2h\bar{r}_{n-1}} \right) \dot{\sigma}_n - \frac{\partial}{\partial \bar{t}} \Phi[\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t}), t] \end{cases}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \Phi(\bar{\sigma}, \bar{t}) = \frac{1+\nu}{3} f(\bar{\sigma}, \bar{t}) e^{\bar{\psi}}. \quad (21)$$

Значения σ_i и $\dot{\sigma}_n$ при всех t известны из краевых условий. Если при некотором значении $\bar{t} = \bar{t}_1$, функция $\bar{\sigma}(\bar{r}, \bar{t})$ и, следовательно, I_i известны, то из системы (20) можно найти $\bar{\sigma}_i(\bar{r}, \bar{t})$, а затем приближенно вычислить $\bar{\sigma}(\bar{r}_i, \bar{t}_1 + \Delta \bar{t})$ по формуле:

$$\bar{\sigma}(\bar{r}_i, \bar{t}_1 + \Delta \bar{t}) = \bar{\sigma}(\bar{r}_i, \bar{t}_1) + \Delta \bar{t} \bar{\sigma}_i(\bar{r}_i, \bar{t}_1) \quad (22)$$

При $\bar{t} = 0$, $\bar{\sigma}(\bar{r}, t)$ совпадает с решением упругой задачи [3] и $\dot{\sigma}_i$ может быть вычислено по формуле:

$$\dot{\sigma}_i |_{t=0} = \frac{\dot{P}_1(0) \bar{r}_1^2 - \dot{P}_0(0)}{1 - \bar{r}_1^2} + \frac{1}{\bar{r}_1} \frac{\dot{P}_1(0) - \dot{P}_0(0)}{1 - \bar{r}_1^2}$$

Наиболее громоздкая часть расчетов-последовательное вычисление $I_i(\bar{\sigma}, \bar{t})$. Вычисление σ_i сводится к умножению вектора (I_i) на обратную матрицу системы (20); эта матрица вычисляется раз навсегда, так как она не зависит от \bar{t} и от краевых условий. Чтобы в промежуточных выкладках (особенно при вычислении экспоненты) не получались слишком большие числа, удобнее сразу вычислить $\Delta \bar{t} \sigma(r, t)$, умножая правые части системы (20) на $\Delta \bar{t}$ и представляя $\Delta \bar{t} \frac{\partial}{\partial t} \Phi(\bar{\sigma}_i)$ в виде: $\frac{1+\nu}{3} f(\bar{\sigma}) e^{\bar{\psi} + \ln(\Delta \bar{t})}$.

Тестовые задачи. Результаты и обсуждение

Для расчёта рассмотренной задачи по способу, описанному в п. 2, составлена программа для ЭВМ.

Программа применима при любых кусочно непрерывных функциях $\bar{\sigma}(\bar{t})$, $P_0(\bar{t})$, $P_1(\bar{t})$ с ограниченными производными.

Были выполнены расчеты следующего частного случая: внутренний радиус равен половине внешнего ($r_i = 0,5$): нормальное осевое напряжение $\sigma_z = 0$, коэфф. Пуассона $\nu = 0,33$, $n = 0,03 \frac{\text{мм}^2}{\text{кг}}$; $m = 0,1n$; $T_0 = 2 \cdot 10^5$ сек.

Внешнее давление $P_b = 0$; внутреннее давление P_a имеет вид, показанный на **рисунке 2**.

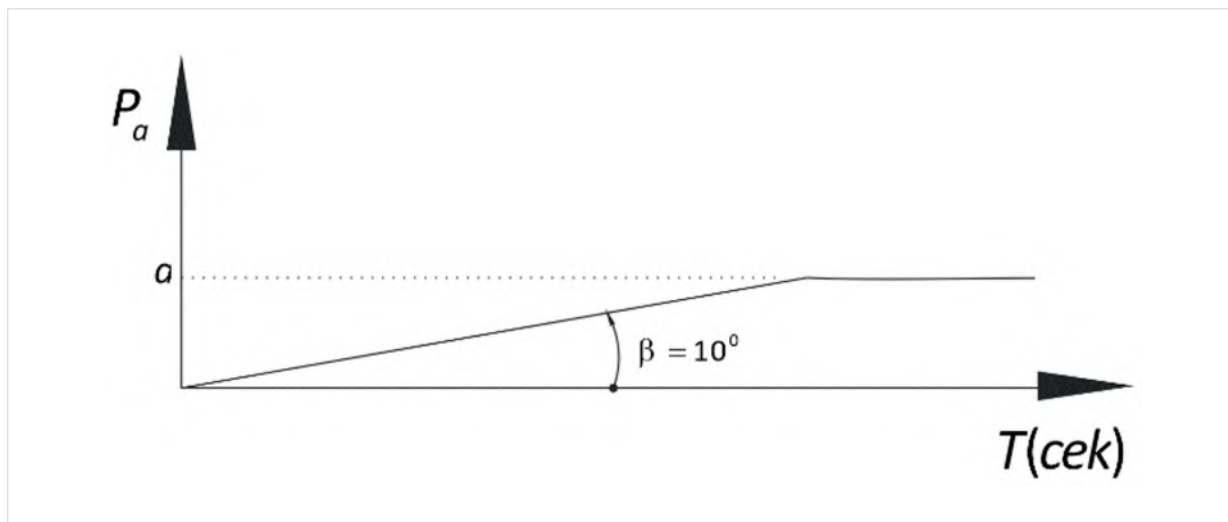


Рис. 2. Зависимость роста внутреннего давления от времени

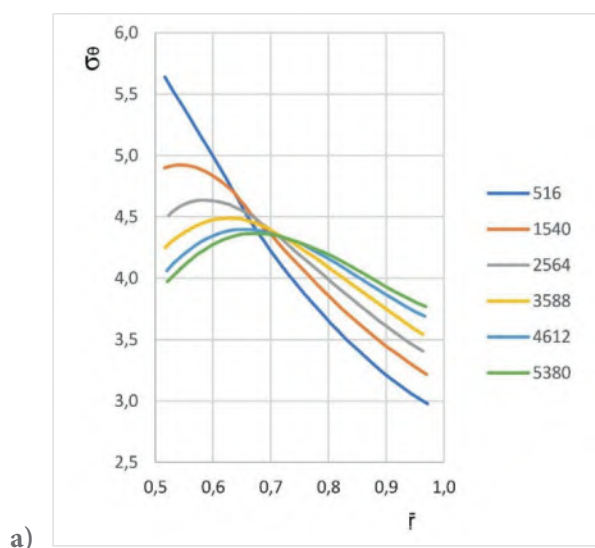
На **рисунке 3** и **4** представлены соответственно случаи:

$$a = 41 \text{ кг/мм}^2; \text{tg } \beta = 10 \text{ и } a = 80,8 \text{ кг/мм}^2; \text{tg } \beta = 1.$$

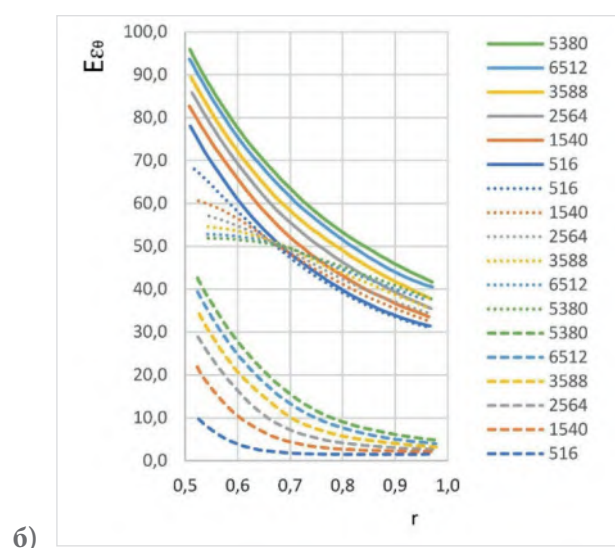
Обозначения на фигурах следующие: r — расстояние от оси цилиндра деленное на внешний радиус; σ_θ и σ_r — нормальные напряжения, направленные перпендикулярно и параллельно r (в кг/мм^2), ε_θ — полная деформация растяжения ($\varepsilon_\theta = \frac{u}{r}$), где u — полное радиальное смещение перпендикулярно радиусу; E — модуль Юнга.

Длинным пунктиром на **рисунке 3(б)** и **4(б)** показаны величины Ee_θ ; e_θ — та часть ε_θ , которая уравнивается упругими напряжениями ($Ee_\theta = \sigma_\theta - \nu\sigma_r$).

Коротким пунктиром дана величина $E(\varepsilon_\theta - e_\theta)$ — интегральный член в формуле (2) не следует смешивать $\varepsilon_\theta - e_\theta$, с остаточной деформацией, остающейся после снятия нагрузки: для расчета остаточных напряжений и деформаций следует задать соответствующее спадание нагрузки во времени.



а)



б)

Рис. 3(а). Распределение окружных напряжений в течении времени ($a = 41 \text{ кг/мм}^2$; $\text{tg } \beta = 10$)

Рис. 3(б). Распределение окружных деформаций в течении времени ($a = 80,8 \text{ кг/мм}^2$; $\text{tg } \beta = 1$)

Каждая кривая соответствует данному по цвету значению времени t . Радиальные напряжения σ_r , меняется во времени сравнительно мало; однако на σ_θ ползучесть сказывается сильно, и тем больше, чем больше нагрузка.

В начале процесса σ_θ мало отличается от рассчитанных по теории упругости. Однако с течением времени напряжения у внутренней (нагруженной) поверхности сильно убывают, а у внешней — возрастают; максимум σ_θ , смещается от внутренней поверхности к середине сечения (аналогичное распределение получалось в некоторых расчетах по теории пластичности).

Физически это можно объяснить тем, что у внутреннего края упругие деформации быстро переходят в остаточные, что и приводит к убыванию σ_θ . Поэтому с течением времени распределение σ_θ по r несколько выравнивается.

Однако неравномерность распределения σ_r сохраняется, поддерживаясь положительной нагрузкой.

Интересно отметить, что в середине имеется область, где σ_θ и ε примерно постоянны во времени.

Если $\text{tg } \beta$ — скорость нарастания нагрузки — сильно (на несколько порядков) убывает, то максимальные напряжения внутри цилиндра при данной нагрузке убывают; остаточные напряжения при этом не уменьшаются, но их распределение по r изменяется.

Рис. 4(а) и 4(б) см. на следующей странице

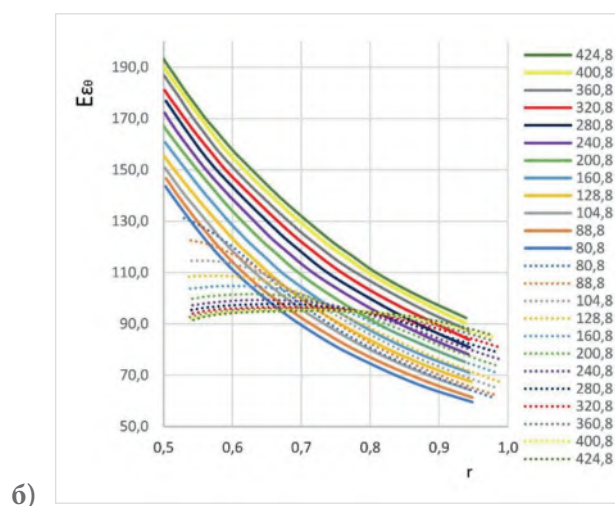
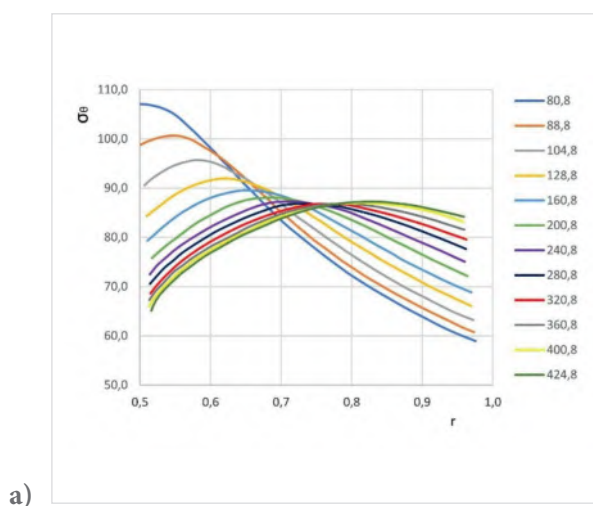


Рис. 4(а). Распределение окружных напряжений в течении времени ($a = 80,8 \text{ кг/мм}^2$; $\text{tg } \beta = 10$)

Рис. 4(б). Распределение окружных деформаций в течении времени ($a = 80,8 \text{ кг/мм}^2$; $\text{tg } \beta = 10$)

Полная деформация ϵ_θ при постоянной нагрузке монотонно возрастает. Однако соотношение упругой и остаточной деформаций в разные моменты времени существенно различно.

Разумеется, в течение всего процесса меняется и скорость деформации удлинения вдоль оси цилиндра. Из сравнения рисунка 3 и рисунка 4 видна также существенная нелинейность процесса.

Выводы

Приведённые расчеты иллюстрируют возможности применяемого теоретического аппарата. Однако количественное сравнение с экспериментальными данными должно быть предметом специального исследования. Прежде всего необходимо определить $T_{0,n}$ путем испытания образцов материала на растяжение при различной длительности нагрузки или скорости деформации, при этом может оказаться необходимым дополнительно учитывать упрочнение, вводя некоторые функции деформации в выражение для ψ (этот вопрос рассматривается в работе [4]). После таких испытаний (опыт которых имется) можно проводить расчет для сравнения с экспериментальными данными о деформации цилиндров.

В первую очередь представляется интересным рассмотреть:

- 1) влияние вида функции $P_0(t)$, $P_1(t)$ (т. е. зависимости нагрузки от времени ее длительности, скорости нарастания, спадания и т. п.) на величину и распределение напряжений, соотношение упругих и остаточных деформаций в разных направлениях и на остаточные напряжения и деформации;
- 2) релаксацию остаточных напряжений и изменение остаточных деформаций во времени при отсутствии внешней нагрузки;
- 3) влияние повторной нагрузки на напряжения (явления гистерезиса);
- 4) влияние небольшого наружного давления на распределения напряжений; оно существенно, так как исследуемый процесс сильно зависит от производных σ_r , по r ; это может открыть возможность управления процессом остаточных деформаций.

Расчет перечисленных закономерностей можно провести по той же программе, что и расчет приведенных графиков на **рисунке 3 и 4**.

Библиографический список

1. Гуревич, Г. И. Об обобщении уравнения Максвелла на случай 3 измерений с учетом малых деформаций упругого поледствия / Г. И. Гуревич // Труды ИФЗ АН СССР. — 1959. — № 2. — С. 169.
2. Андреев, В. И. Некоторые задачи и методы механики неоднородных тел: монография / В. И. Андреев. — М.: Издательство АСВ, 2002. — 288 с.
3. Рабинович, А. Л. Некоторые основные вопросы механики армированных пластиков: дис. д-ра техн. наук. / Рабинович Андрей Львович. — М., 1966. — 368 с.
4. Гольдман, А. Я. Прочность конструкционных пластмасс / А. Я. Гольдман. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979. — 320 с.
5. Andreev, V. I. Model of Equal-stressed Cylinder based on the Mohr Failure Criterion / V. I. Andreev, A. S. Cherurnenko, B. M. Jazyjev // Advanced Materials Research Trans Tech Publications. — Switzerland, 2014. — Vols 887–888. — С. 869–872.
6. Языев, Б. М. Плоская деформация элементов цилиндрических конструкций под действием физических полей / Б. М. Языев, С. В. Литвинов, Ю. Ф. Козельский // Инженер. вестник Дона. — 2013. — № 2. — Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/I>.
7. Литвинов, С. В. Расчёт цилиндрических тел при воздействии теплового и радиационного нагружений [Электронный ресурс] / С. В. Литвинов, Ю. Ф. Козельский, Б. М. Языев // Инженер. вестник Дона. — 2012. — № 3.
8. Аскадский, А. А. Расчет параметров релаксации напряжения первичных и вторичных полимеров в линейной и нелинейной областях механического поведения / А. А. Аскадский // Новые технологии. — 2009. — № 3 — С. 76–83.
9. Сметанников О. Ю. Об одной модели регулирования остаточных напряжений в изделиях из склеиваемых полимеров // Вестник Самарского государственного университета. — 1995. — №. 65. — С. 309–321.
10. Сергеев А. Ю., Баурова Н. И. Исследование остаточных напряжений в кольцевых образцах из полимерных композиционных материалов однонаправленной структуры // Клеи. Герметики. Технологии. — 2015. — №. 4. — С. 28–32.
11. Малкин А. Я. и др. Остаточные напряжения, обусловленные кристаллизацией расплава полимера // Высокомолекулярные. соединения. — 1987. — С. 1992–1999.
12. Бояршинова И. Н., Дробинин М. М. Снижение уровня остаточных напряжений в изделиях из полимеров путем оптимизации процесса производства // Научно-технический вестник Поволжья. — 2013. — №. 2. — С. 19–23.
13. Литвинов С. В. Остаточные напряжения в телах вращения с учетом реологии // Актуальные проблемы науки и техники. 2020. — 2020. — С. 1594–1597.
14. Дробинин М. М., Бояршинова И. Н. Снижение уровня остаточных напряжений в изделиях из полимеров путем оптимизации процесса производства // Сборник научных трудов SWorld. — 2012. — Т. 4. — №. 4. — С. 72–78.

ON THE ISSUE OF CREEP OF HOLLOW CYLINDERS UNDER NORMAL PRESSURE

I. A. A. Al Wali*

L. I. Lesnyak*

M. S. Gatiev**

D. A. Zoalkfl*

S. V. Litvinov*

* Don State Technical University, Rostov-on-Don

** Ingush State University, Magas

Abstract

The article presents the derivation of a resolving equation for determining residual stresses in a polymer cylinder at internal pressure, taking into account the creep of the material. The process of residual deformation of a hollow cylinder is considered, taking into account changes in stresses and deformations over time.

Finally, the problem is reduced to an integro-differential equation of the second order with respect to the stress function. The solution of this equation is performed by the finite difference method in combination with the Euler method. The solution of the test problem for a polymer cylinder whose material obeys the generalized nonlinear Maxwell equation is given. Graphs of changes in time of normal stresses and deformations are presented. It is established that the ratio of elastic and residual deformations at different time points is significantly different.

The Keywords

creep, residual stresses, finite difference method, relaxation time, sequential approximation method, circumferential stresses and deformations, load growth rate

Date of receipt in edition

25.01.2023

Date of acceptance for printing

25.01.2023

Ссылка для цитирования:

И. А. А. Аль Вали, Л. И. Лесняк, М. Ш. Гатиев, Д. А. Зоалкфл, С. В. Литвинов. К вопросу о ползучести
полюх

цилиндров под действием нормального давления. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 28–38.



УДК 69.003.13

doi: 10.55287/22275398_2023_1_39

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЬЯ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Г. Э. Окольникова ^{*/**}

П. О. Коновалова ^{*}

Е. М. Хамидуллина ^{*}

^{*} Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

^{**} Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы усовершенствования деятельности строительных предприятий, поиска действенных мер, направленных на снижение расходов строительного производства (себестоимости), повышения прибыли и стимулирования спроса, что особенно важно для современной сферы строительства жилья.

Ключевые слова

строительная отрасль, строительство жилья, себестоимость строительства, экономическая эффективность

Дата поступления в редакцию

24.01.2023

Дата принятия к печати

30.01.2023

В общепринятом понимании экономическая эффективность является относительной величиной, характеризующей соотношение полученных от реализации определенных действий эффекта (прибыли) к расходам, которые выполнимы для получения этого эффекта [1]. Учитывая это, все меры, которые внедряются для повышения эффективности деятельности предприятий любой отрасли, в том числе и строительной, можно поделить на три группы [2].

Первая группа включает мероприятия, направленные на повышение объема производства товаров, выполнения работ и предоставление услуг. Как известно из экономической теории, с каждой дополнительно выпущенной единицей продукции ее себестоимость в части постоянных расходов будет уменьшаться. Следовательно, при росте объема производства и реализации товаров (работ, услуг) при прочих равных условиях доходы от реализации растут, а себестоимость реализованной продукции снижается, что приводит к росту прибыли предприятия, а отсюда и к повышению эффективности его деятельности

Вторая группа включает мероприятия, которые направлены на повышение прибыли предприятия при неизменных объемах производства и постоянном размере операционных расходов, например, за счет повышения цен на продукцию предприятия.

К третьей группе можно отнести мероприятия, направленные на снижение себестоимости производства и реализации продукции, и в целом операционных расходов по предприятию. При снижении затрат при условии неизменных объемов производства и реализации продукции (работ, услуг) и цены единицы продукции будет расти величина прибыли предприятия, а отсюда и повышаться эффективность его деятельности.

Анализ деятельности предприятий строительной отрасли в сегменте строительства жилья, например, показал, что в современных условиях развития национальной экономики не все из приведенных групп мер могут быть в равной степени использованы для повышения эффективности их деятельности. Рост себестоимости значительно ограничивает возможности и для ценовой конкуренции и для повышения эффективности деятельности строительных предприятий за счет увеличения цен на свою продукцию [3].

Таким образом, учитывая вышеприведенное, наиболее целесообразным направлением повышения эффективности строительного производства в современных условиях хозяйствования в Российской Федерации является понижение операционных расходов [4].

Угроза уменьшения прибыли и банкротства предприятий в условиях конкурентной борьбы требует пересмотра принципов управления себестоимостью в целях сокращения времени строительного процесса, улучшения качества услуг и снижения непроизводственных затрат. Следовательно, показатель себестоимости позволяет глубоко анализировать экономическое состояние предприятия, является важнейшим фактором, влияющим на финансовый результат работы строительной организации, а его грамотное управление приводит к повышению эффективности его деятельности [5].

Управление затратами — это эффективное ведение бизнеса и эффективное управление бизнес-процессом, что требует и предполагает разработку теоретически обоснованной методологической модели, отражающей современные эффективные экономическо-производственные требования. Адекватные методы оценки состояния, определение факторов воздействия, создание оптимальных условий для внедрения эффективных методов снижения общепроизводственных затрат, а также снижение себестоимости, должны содержать: доступность информации для менеджеров всех звеньев, возможность адаптации на месте, гибкость использования и применения инструментов, контроль и качество исполнения [6].

Столкнувшись с растущим конкурентным давлением, промышленные в целом и строительные предприятия в частности стремятся улучшить свои производственные линии с точки зрения качества и стоимости, используя концепцию «экономного производства», тем самым направлять больше инвестиций на усовершенствование, а также позволяет оценить, насколько отвлеченно можно усовершенствовать формирование общепроизводственных затрат в комплексе, с учетом влияния всего комплекса внешних и внутренних факторов. В том числе позволяет оценить эффективность внедрения концепции «экономного производства» на строительном предприятии, по экономическому и социальному аспектам, выбрав оптимальную стратегию внедрения — усовершенствование. Управление издержками производства продукции означает экономию материальной части живого труда, в том числе — за счет оптимизации общепроизводственных расходов как важнейшего фактора повышения эффективности производства [7].

В процессе производства любого продукта всегда возникает необходимость усовершенствования технологического процесса, вида, свойств производимого продукта, поскольку конечный потребитель изменяется и его требования к качеству продукта возрастают, при этом происходит снижение стоимости. Изменение, усовершенствование продукта возможны и без дополнительных инвестиций, при повышении эффективности производства, сокращении затрат, максимального использования в производстве вторичного сырья, отходов, использование энергоэффективного подхода в производстве, изменения человеческого сознания путем внедрения концепции «экономного производства» с целью повышения про-

изводительности труда. Использование на предприятии концепции «экономного производства» должно уменьшить экстенсивные факторы и увеличить производительность труда [8].

Сумма общепроизводственных расходов на промышленных предприятиях определяется как расходы на отдельные составляющие (статьи расходов): расходы на оплату труда, стоимость материалов, стоимость энергоресурсов, амортизационные отчисления, стоимость услуг ремонта, обслуживания оборудования и здания, стоимость запчастей и изготовление деталей. Каждая из статей несет в себе информацию о количестве ресурса и их стоимости. Очень важно не только делить и рассматривать общепроизводственные расходы по статьям, но анализировать отдельно влияние ресурсных факторов для обоснованной и объективной оценки результата деятельности производства [9].

Как свидетельствуют исследования ученых, проведение основательного анализа влияет на качество выводов. Поэтому, для усовершенствования методики формирования общепроизводственных расходов производства целесообразно построить факторную модель. С этой целью необходимо провести оценку эффективности использования внедрения концепции «экономное производство» на предприятии для планового и контролируемого снижения общепроизводственных затрат [10].

Широко известно, что сокращение издержек возможно в том числе и за счет сокращения численности персонала с целью повышения производительности и, соответственно, прибыли предприятия. Поэтому при расчете факторной модели с учетом фактора численности необходимо максимально увеличить производительность труда, но при этом не слишком сокращать персонал [11].

Авторы научных работ, посвященных концепции «экономного производства», утверждают, что при внедрении этой идеологии сократятся не только потери рабочего времени, но затраты в виде материальных ресурсов. Существуют примеры отечественных предприятий, где производительность работы персонала увеличилась вдвое благодаря социальной ответственности, повышению эффективности использования производственных мощностей и снижению внеплановых простоев [12].

В результате приведенного исследования относительно усовершенствования методических подходов по формированию векторов управления расходами с целью уменьшения себестоимости на строительных предприятиях были сформулированы следующие выводы [13]:

1. Выяснено, что инновационный потенциал на строительном предприятии выступает сложным элементом хозяйственной деятельности и включает в себя определенные экономические показатели, имеющие между собой тесную связь, поэтому предлагается усовершенствованный методический подход к оценке результатов управления затратами с целью дальнейшего стратегического планирования инновационного развития предприятия, основанного на расчете интегрального показателя результативности и включает в себя экспертную оценку весомости группы показателей, характеризующих технологическую, экономическую, финансовую и кадровую деятельность предприятия. Такой подход к оценке затрат на предприятиях приведет к осуществлению качественного комплексного анализа хозяйственной деятельности предприятия, обосновывает и выявляет результат инновационного развития, позволяет принять удобные, важные решения по поводу инноваций, положительно влияет на развитие предприятия, техническое состояние производства [14].

2. Целевое результативное исследование и определение значимости показателей методики оценки результативности механизма управления затратами с учетом инновационного развития

способствует использованию экспертного метода, расчета коэффициента весомости, проведению опроса группы экспертов. Использование такого методического подхода на строительных предприятиях поможет получить конкретные результаты по комплексной оценке производства отдельной продукции с целью прогнозных расчетов инновационного развития предприятия [15 – 16].

3. Существует необходимость постоянного контролируемого совершенствования методических подходов к управлению затратами, инновационного развития производства с использованием модели возникновения затрат на инновации, максимального сбыта, использования полной мощности производства, переменных затрат, что позволяет определить «узкие» места при формировании издержек производства. В процессе деятельности предприятия такой методический подход позволит современным строительным предприятиям спрогнозировать инновационные расходы на будущую деятельность и спланировать стратегический план развития компании.

4. В результате определения влияния показателей производительности труда на резервы снижения затрат на оплату труда и, как следствие, снижение себестоимости, необходимо объективное совершенствование методического подхода к управлению затратами путем расчета оптимального соотношения и определенности количества основных, вспомогательных рабочих и служащих с учетом мотивационных факторов производства, направленного на повышение эффективности производства и оптимизации структуры предприятия. Благодаря использованию факторной модели ограничений оплаты труда появляется возможность объективного прогнозирования показателей фонда оплаты труда и общих экономических характеристик хозяйственной деятельности компании.

5. Исследованием установлено, что главным при оптимизации затрат производства становится анализ зависимости общепроизводственных затрат от эффективности использования предприятием мощности производства и задействованного общецехового персонала на производстве, разрешающих учесть изменения общецехового персонала, производственных мощностей, материальных затрат, по ремонту и содержанию цехов, поэтому предлагается использование методического подхода к определению зависимости общепроизводственных расходов от изменения условно-переменных и условно-постоянных издержек. Введение данного методического подхода предполагает выявить изменения в структуре общепроизводственных затрат, их величины, вовремя скорректировать производственный процесс и управление расходами, а также сформировать факторную модель, способную обеспечить объективную оценку эффективности внедрения концепции «экономного производства», что позволит произвести улучшения в управлении затратами на предприятии, будет способствовать ориентированию отдельных подразделений на достижение финансовых целей, а также поможет повысить эффективность управления себестоимостью продукции и конкурентоспособностью предприятия.

Таким образом, основная задача решения путей снижения себестоимости, в том числе и в таком капиталоемком сегменте, каким является строительство жилья, состоит в разработке программ активизации организационно-технического развития за счет усовершенствования организационно-технологических решений строительных проектов, учитывая современные возможности отрасли знаний логистики.

Поэтому нуждаются в дальнейшем исследовании и усовершенствовании методы рационализации расходов предприятий строительной отрасли, адаптированные к современным условиям хозяйствования и разработка комплексного подхода к управлению ими по приведенным направлениям.

Вывод

Таким образом, анализ состояния развития строительной отрасли РФ в секторе жилищного строительства позволяет сделать вывод, что на сегодняшний день для повышения эффективности деятельности строительных организаций наиболее целесообразными являются мероприятия, направленные на оптимизацию операционных расходов строительного производства.

В статье определена необходимость разработки новой методики планирования, организации и управления оптимальными объемами производственного процесса за счет логистических подходов-концепций, которые дают реальные возможности сократить основные показатели себестоимости и трудозатраты выполнения строительно-монтажных работ. Это сегодня является одним из вариантов решения производственных задач строительной отрасли, как составляющей общей экономической системы страны.

Библиографический список

1. Юдин А. В., Шевченко С. А. Рентабельность как показатель эффективности деятельности предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2022. — № 2. — С. 171 – 173.
2. Якушенко М. А. Применение концепции бережливого производства к стартапам // Синергия Наук. — 2019. — № 31. — С. 615 – 619.
3. Выборнов Н. А., Маковецкий М. Ю. Особенности стратегического управления в строительных организациях в Российской Федерации // Управленческий учет. — 2022. — № 3. — С. 687 – 697.
4. Харченко С. Г.; Дорохина Е. Ю. Организация управления рисками на строительном предприятии / Харченко С. Г.; Е. Ю. Дорохина. — Москва: ИЛ, 2020.
5. Ширишиков, Б. Ф. Организация, планирование и управление строительством. Учебник / Б. Ф. Ширишиков. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2016.
6. Гаврилова Э. Н. Особенности управления доходами и расходами в организации // Актуальные вопросы современной экономики. — 2019. — № 4. — С. 555 – 557.
7. Управление проектами: учебник / под ред. Н. М. Филимоновой, Н. В. Моргуновой, Н. В. Родионовой. — М.: ИНФРА-М, 2018.
8. Мустафина О. В. Теоретические аспекты учетно-аналитического обеспечения управления доходами и расходами // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. — 2020. — Т.14. — № 1. — С. 127 – 139.
9. Нарижный В. Н. К вопросу о совершенствовании управления формированием прибыли предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2019. — Т.81. — № 1. — С. 485 – 491.
10. Меделяева З. П., Трунова Е. Б., Широбоков В. Г. Совершенствование управленческого учета как элемента системы управления затратами организации // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2019. — Т.12. — № 1. — С. 180 – 192.
11. Селютин Л. Г. Методологические основы формирования и развития системы управления процессом преобразования жилого фонда крупного города // Общество. Среда. Развитие (TerraHumana). 2019. № 2. С. 212 – 218.

12. Байрамуков С. Х., Долаева З. Н., Салтагарова А. У. Концепция устойчивого строительства // Инженерный вестник Дона. — 2020. — № 10. — С. 330–336.
13. Кузина, А. Ф., Павленко, Е. А. Современный подход к совершенствованию учета и управлению затратами экономического субъекта / А. Ф. Кузина, Е. А. Павленко // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2018. № 6–7. С. 198–200.
14. Диденко, Ю. С. Управление затратами на уровне предприятия / Ю. С. Диденко // В сборнике: Политика импортозамещения: проблемы и перспективы материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции. 2017. С. 21–24.
15. Путьянина, Л. М. Управление затратами предприятия в современных финансовых условиях / Л. М. Путьянина // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2017. Т. 1. № 2. С. 139–141.
16. Кондратеня В. В., Кондратеня А. В., Окольников Г. Э., Данилова Е. А. Проблематика внедрения инновационных технологий управления в строительстве. — Системные технологии. — 2020. — № 37. — С. 9–12.

REDUCTION OF THE COST OF HOUSING CONSTRUCTION BASED ON OPTIMIZATION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS

G. E. Okolnikova ^{*/**}

P. O. Konovalova ^{*}

E. M. Khamidullina ^{*}

^{*} Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

^{**} Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

Abstract

This article discusses the issues of improving the activities of construction enterprises, the search for effective measures aimed at reducing the costs of construction production (cost), increasing profits and stimulating demand, which is especially important for the modern sphere of housing construction.

The Keywords

construction industry, housing construction, construction cost, economic efficiency

Date of receipt in edition

24.01.2023

Date of acceptance for printing

30.01.2023

Ссылка для цитирования:

Г. Э. Окольников, П. О. Коновалова, Е. М. Хамидуллина. Снижение себестоимости строительства жилья на основе оптимизации организационно-технологических параметров. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 39–44.



УДК 69.05

doi: 10.55287/22275398_2023_1_45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА

А. Ю. Гуркин

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

Аннотация

На сегодняшний день сфера строительства является одной из самых приоритетных, что обуславливает создание и активную апробацию новых видов строительных материалов, в том числе создание новых и уникальных производственных технологий. Основными заявленными характеристиками материалов должны выступать долговечность, прочность, низкая себестоимость и т.д. В комплексе с заявленными свойствами используемые материалы должны производиться на основе компонентов, добываемых в средней полосе РФ, а равно местности, в которой хорошо налажено логистическое сообщение. Одним из доминирующих аспектов при производстве строительных материалов, является экологичность, что в указанном случае обуславливает использование отходов промышленного производства. В последнее время наибольший исследовательский и научный интерес представляют карбонатные осадочные породы, поскольку характеристики указанных пород полностью соответствуют заявленным требованиям, а их количественные запасы на территории РФ масштабные.

Ключевые слова

бетон, карбонатные породы, добавки, преимущества, отходы

Дата поступления в редакцию

12.12.2022

Дата принятия к печати

15.12.2022

В первую очередь необходимо выделить неоспоримое преимущество карбонатных пород, которым является большие залежи на территории РФ, в том числе производств по из добыче. В комплексе с заявленными природными характеристикам, карбонатные породы имеют хорошие шансы стать заменой дорогих импортных смесей, что в первую очередь благотворно скажется на строительных затратах и экономике страны в целом, которая держит курс на импортозамещение и поддержку отечественных производителей.

Ввиду разнообразия карбонатных пород, они подлежат классификации, а главным классификатором являются природные свойства пород (химические, механические и т. д.), которые в свою очередь обладают как преимуществами так и недостатками при сравнительном анализе с иными видами пород и бетонными компонентами. Наглядным примером недостатка карбонатных пород является низкие показатели в разрезе механической прочности породы по сравнению в аналогичными бетонными компонентами на основе горных пород. В противовес явным недостаткам,

карбонатные породы обладают неоспоримым преимуществом, которое заключается в высоких показателях химической активности в разрезе процесса гидратации кристаллизации [2].

В целях полноты и всесторонности указанной научной статьи обратимся к постулатам научной литературы, которая посвящена использованию карбонатных пород. С нашей точки зрения наибольшей фундаментальностью отличаются научные труды Куляева В. П., согласно которых карбонатные породы в формате отсевов могут быть использованы по следующим направлениям, которые наглядно отражены на **рисунке 1** [2].

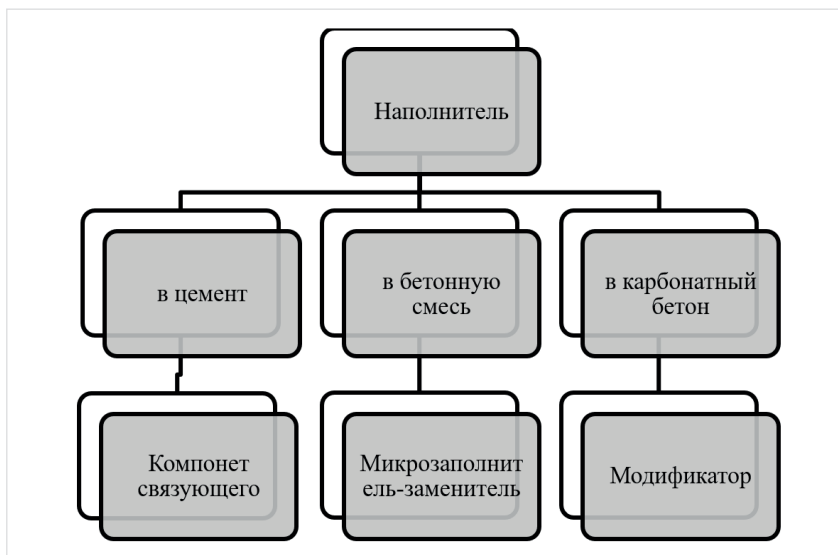


Рис. 1. Виды использования отсевов дробления карбонатных пород [2]

Далее перейдем непосредственно к производственному процессу, для чего наглядно отразим на **рисунке 2** основные производственные направления, выделенные Куляевым В. П. в своих научных трудах, которые основаны на использовании карбонатных пород в разрезе их фракции.

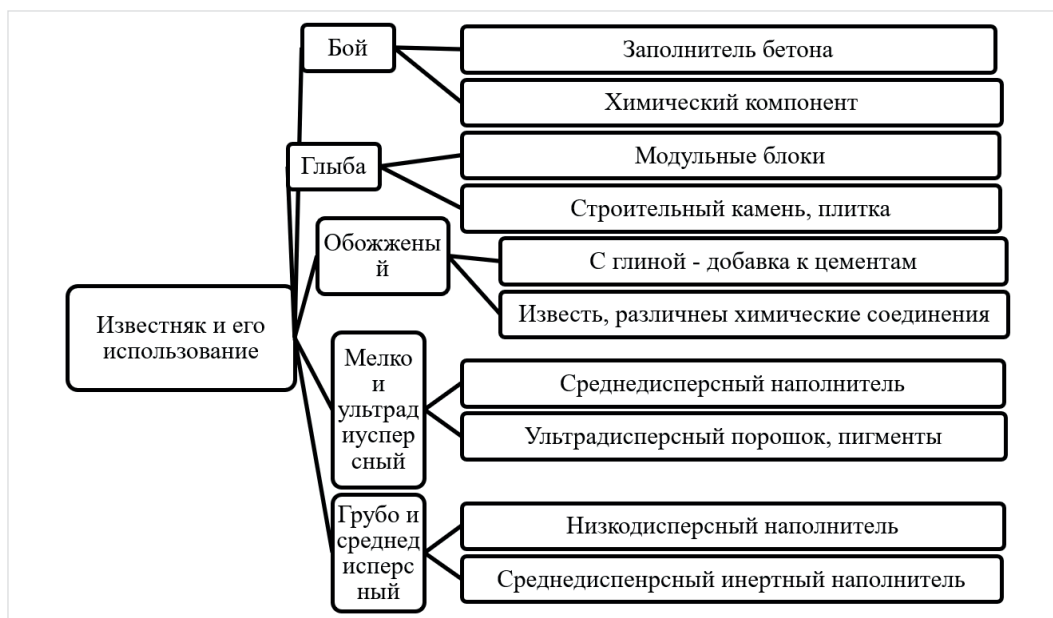


Рис. 2. Использования карбонатных пород в производстве [1]

Далее перейдем к рассмотрению особенностей производства мелкозернистого бетона на основе полученных отсеков, особенности и этапы которого сформулированы в научных трудах Куляева В. П. и наглядно отражены на **рисунке 3**:



Рис. 3. Применение отсеков дробления карбонатных пород [2]

Взаимодействие карбонатных и цементных частиц представлено на **рисунке 4**.

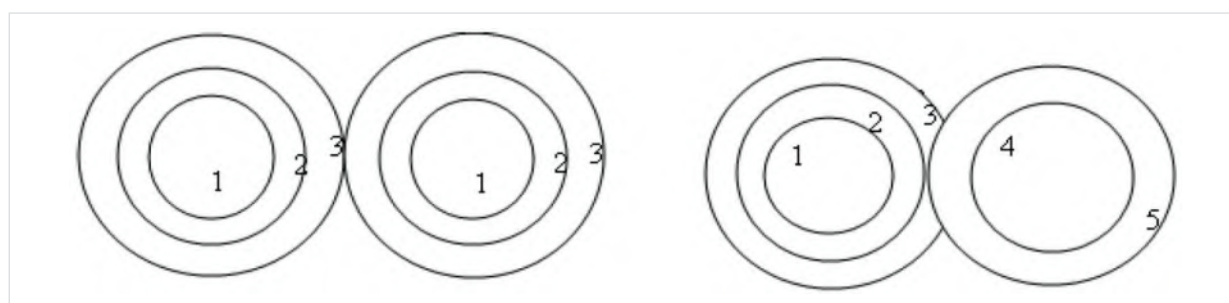


Рис. 4. Взаимодействие карбонатных и цементных частиц [4]: 1 — частица карбонатной породы, 2 — адсорбционный слой воды с противоионами Mg^{2+} и Ca^{2+} , 3 — диффузный слой воды с противоионами, 4 — частица цемента, 5 — слой кристаллогидратов

Ценность пород обуславливается их природными свойствами, доминантными из которых являются прочность и плотность. На основании данных, полученных в результате многочисленных научных исследований, карбонатные породы имеют следующие исходные показатели:

- прочность (усредненная) — измеряется в МПа, в разрезе карбонатных пород составляет от 1 до 250;
- плотность (усредненная) — измеряется в $кг/м^3$, в разрезе карбонатных пород составляет от 800 до 2600.

В зависимости от разновидностей карбонатных пород, количественные показатели могут изменяться. Примером являются пористые карбонатные породы, плотность которых минимизирована до показателей 15 МПа [3], что обуславливает обязательность процесса испытаний в разрезе дробимости исходной марки щебня, а ровно его сортировки.

Важным моментом является выявление примесей в составе карбонатных пород, поскольку они напрямую влияют на заявленные свойства (плотность и прочность).

Однако ввиду достаточной изученности добываемых на территории РФ горных пород и наличия мощной / фундаментальной исследовательской базы (институты, промышленные предприятия и т. д.), на сегодняшний день низкие количественные показатели заявленных характеристик подлежат видоизменению по средствам применения добавок. Наглядным примером видоизменения является повышения уровня морозостойкости по средам апробации химической добавки СДО в незначительных количествах.

На сегодняшний день карбонатные породы, а ровно его отсева получили широкое применение при производстве бетонных смесей из-за своих свойств, которые наделяют смеси привлекательными параметрами в разрезе эксплуатационно-реологическими характеристиками.

Доминирующим положительным свойством карбонатных пород является их химический состав, который обуславливает появление хорошего уровня вязкости в бетонных смесях. Ученые выделяют следующие аспекты появления вязкости, перечень которых наглядно отражен на **рисунке 5**:

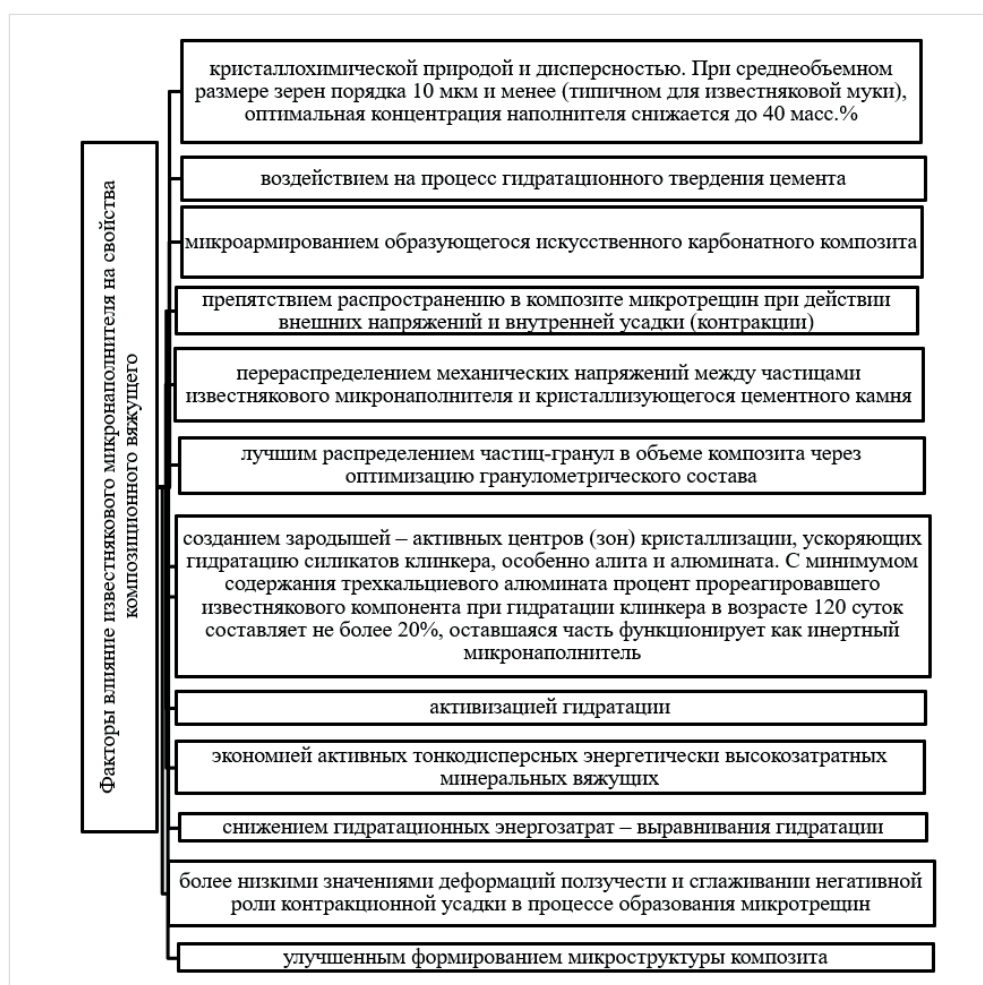


Рис. 5. Факторы влияние известнякового микронаполнителя на свойства композиционного вяжущего [1]

В комплексе с хорошими заявленными химическими и физическими свойствам карбонатных пород, они являются наиболее экономически выгодными для производства ввиду низкой себестоимости по сравнению с другими аналогами и бетонными компонентами. Следовательно к хорошим химическим свойствам, низкой плотности и легкости обработки добавляется низкая себестоимость.

Весь спектр положительных свойств карбонатных пород, в том числе карбонатного отсева и композита, на сегодняшний день нашли применение по следующим направлениям, которые отражены на **рисунке 6**:



Рис. 6. Направления спектра положительных свойств карбонатных пород [2]

Существенные залежи карбонатных пород и достаточная изученность их положительных химических и физических свойств обуславливает их активное применение в производственных масштабах, что на сегодняшний день является одним из приоритетных направлений строительной отрасли. Кроме того, переработка карбонатных пород предполагает использование всех полученных отходов во вторичном производственном цикле, что дает приоритетность над аналогичными производствами с использованием пород, поскольку способствует сохранению экологии, а равно характеризуется как высоко-экологичное.

Таким образом, карбонатные породы имеют хорошие шансы стать заменой дорогих импортных смесей, что в первую очередь благотворно скажется на строительных затратах и экономике страны в целом, которая держит курс на импорто замещение и поддержку отечественных производителей.

Библиографический список

1. Балыков А. С. Разработка составов высокопрочных мелкозернистых бетонов на природном и техногенном заполнителях и критериев оценки их эффективности // А. С. Балыков, Т. А Низина., Л. В. Макарова //Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, Высокопрочные Цементные Бетоны: Технологии, Конструкции, Экономика (ВПБ-2016), 2016. С. 19.

2. Иванко, М. В. Исследование состава высокопрочного бетона из отходов стекла и совершенствование технологии его приготовления / Иванко М. В. // Магистерская дис. — Тольятти: 2018. — С. 83.

3. Кононова О. В. Структурообразование искусственного камня на основе отсеков дробления карбонатных / О. В. Кононова, В. Д. Черепов // *Фундаментальные исследования*. — 2014. — № 9–6. — С. 1200–1204.

4. Куляев, П. В. Эффективный мелкозернистый карбонатный бетон / Куляев, П. В. // дис. канд. техн. наук. — Тверь: 2017. — С. 163.

5. Уруев В. М. Генезис карбонат кальциевых отходоовиих характеристика. / В. М. Уруев, К. Н. Алексеева, И. Е. Соловьева, О. М. Шанина // сборник материалов XVI МНТК «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии промышленности» Тула ГУ. 2015. С. 149.

THE USE OF CARBONATE ROCKS FOR THE PRODUCTION OF CONCRETE

A. Yu. Gurkin

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

Abstract

Today, the construction sector is one of the highest priorities, which leads to the creation and active testing of new types of building materials, including the creation of new and unique production technologies. The main declared characteristics of materials should be durability, strength, low cost, etc. In combination with the declared properties, the materials used should be produced on the basis of components extracted in the middle zone of the Russian Federation, as well as an area in which logistics communication is well established. One of the dominant aspects in the production of building materials is environmental friendliness, which in this case causes the use of industrial waste. Recently, carbonate sedimentary rocks have been of the greatest research and scientific interest, since the characteristics of these rocks fully meet the stated requirements, and their quantitative reserves on the territory of the Russian Federation are large-scale.

The Keywords

concrete, carbonate rocks, additives, advantages, waste

Date of receipt in edition

12.12.2022

Date of acceptance for printing

15.12.2022

Ссылка для цитирования:

А. Ю. Гуркин. Использование карбонатных пород для производства бетона. — *Системные технологии*. — 2023. — № 1 (46). — С. 45–50.



УДК 628.6

doi: 10.55287/22275398_2023_1_51

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ВОДОРАЗБОРНЫХ ПРИБОРОВ В СИСТЕМАХ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА

З. У. Джангидзе *

И. И. Павлинова **

А. О. Душко **

* Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

** АО «МосводоканалНИИпроект», г. Москва

Аннотация

Рассмотрены вопросы, связанные с применением в системах внутреннего водопровода зданий различных водоразборных приборов водосберегающего типа, способных значительно снизить потери воды в системе. Приведена информация о бесконтактных смесителях и особенностях их работы. Рассмотрен вариант бесконтактного смесителя со встроенной сушилкой для рук. Показан принцип действия водосберегающих насадок, устанавливаемых на излив вместо стандартного аэратора. Рассмотрен принцип работы однорычажных моделей смесителей. Даны рекомендации по размещению определенных видов водосберегающих смесителей в квартире над приемниками сточных вод. Выполнение перечисленных рекомендаций, а также инструкций, разработанных водоканалами и управляющими компаниями жилых домов, позволят значительно снизить потери воды и платить только за ту воду, которая используется.

Ключевые слова

внутренний водопровод, смеситель, водосбережение, вода, экономия, фотоэлемент, канализация

Дата поступления в редакцию

27.01.2023

Дата принятия к печати

30.01.2023

Вода, являясь необходимым для жизни человека важнейшим природным ресурсом, активно используется на различные цели [1].

Сегодня состояние многих водных ресурсов не только в нашей стране, но и во всем мире вызывает определенные опасения. Это связано, прежде всего с тем, что экологическая ситуация ежегодно ухудшается и требует незамедлительного решения [2].

Подготовка воды питьевого качества на различные нужды городов и населенных пунктов — это важная задача, которую решают современные системы водоснабжения.

Ежегодно увеличивается стоимость воды для населения. Например, цена 1 м³ воды в начале 2023 года составила 50,93 рубля в городе Москве (по данным АО «Мосводоканал»). В то время как

для сравнения по данным 2017 года в столице стоимость 1 м³ питьевой воды для населения была всего лишь 33,03 рубля [3]. Таким образом, за 6 лет стоимость воды увеличилась более чем в 1,5 раза.

Приведенная выше информация говорит о том, что каждому пользователю следует научиться экономить воду. Это позволит избежать излишних финансовых потерь.

Излишние траты воды у населения наблюдаются там, где все еще продолжают использовать устаревшие модели водоразборных приборов, которые по своему принципу работы сливают чистую питьевую воду в канализацию, в то время как пользователь еще не приступил к водным процедурам [4 – 5]. В данном случае речь идет об устаревших конструкциях моделей двухвентильных смесителей, которые еще продолжают использоваться жителями в квартирах. Они находятся над мойкой, умывальником, ванной или душевым поддоном.

Сегодня промышленностью широко выпускаются новые виды водоразборных приборов — бесконтактные смесители [6 – 7]. Их применение позволит значительно снизить водопотребление, а главное — тратить только то количество воды, которое необходимо пользователю, избегая излишних сливов в систему внутренней канализации.

Бесконтактный смеситель — это водоразборный прибор, который позволяет подавать воду из излива при поднесении к нему рук. За включение отвечает фотоэлемент, который встраивается в конструкцию прибора. Пользователь, перекрывая своими руками световой поток, заставляет смеситель открывать электроздвижку, что приводит к моментальной подачи воды через излив прибора. Когда человек убирает руки от фотоэлемента, то электроздвижка закрывается, вода прекращает подаваться через излив. Такой принцип работы позволяет полностью использовать всю воду, выходящую из прибора, не происходит излишних сливов, пользователь платит только за ту воду, которой воспользовался. Такой высокотехнологичный водоразборный прибор следует устанавливать непосредственно над умывальником или рукомойником.

Также бесконтактный смеситель имеет встроенный терморегулятор, через который можно задавать требуемую пользователю максимальную температуру выходящей воды, например, не более 37 С°. Это позволит избежать излишних сливов не только холодной, но и горячей воды, стоимость которой значительно выше, чем холодной.

Сегодня имеются модели бесконтактных смесителей, в которые встраивается автоматическая сушилка для рук (**рис. 1**). Теплый воздух подается из отверстий на руки пользователя, сбивая с них воду. Это позволяет экономить, например, в торговых центрах или общественных зданиях на бумажных полотенцах, а также снижает передачу различных видов инфекций через сам прибор.



Рис. 1. Бесконтактный водоразборный прибор со встроенной сушилкой для рук (фото сделано и предоставлено доц., к. т. н. Орловым Е. В.)

Бесконтактный смеситель не рекомендуется устанавливать над мойкой. Его прерывистый режим работы не позволит аккуратно и удобно пользователю осуществлять мытье посуды. Для этой цели разработаны специальные водосберегающие насадки. Принцип их работы следующий. Водосберегающая насадка представляет собой эволюционное развитие аэратора – прибора, который монтируется на излив любого смесителя. Он позволяет не только делать струю выходящей воды более плотной и объемной, благодаря чему увеличивается моющая способность, но и экономить воду. На практике было доказано, что аэраторы снижают расход воды на 5–8%. Что касается водосберегающей насадки, то она, обладая функцией аэратора, способна сделать любой смеситель высокотехнологичным водоразборным прибором, который позволит тратить именно столько воды, сколько необходимо. Кроме того, данный прибор имеет небольшую стоимость.

Водосберегающая насадка, установленная на излив смесителя вместо классического аэратора, включается путем небольшого нажатия на специальный шток, торчащий вниз из его корпуса. Предварительно до нажатия следует открыть вентили смесителя (или рычаг) и «на глаз» отрегулировать напор и температуру (в это время вода не будет изливаться из смесителя, т. к. водосберегающая насадка без нажатия на шток не будет пропускать через себя воду). После нажатия на шток вода сразу же будет выходит из излива и пользователь моментально начинает пользоваться водой, полностью исключаются излишние сливы. Затем для перекрытия потока следует также аккуратно опять нажать на шток.

Кроме того, в качестве альтернативы бесконтактному смесителю возможно использовать на кухне над мойкой, ванной или душевым поддоном смеситель однорычажного типа. Он работает следующим образом. Регулировка температуры воды осуществляется быстрым движением рычага влево или вправо. Регулировка расхода происходит путем поднятия или опускания рычага вверх или вниз. Такой принцип работы позволяет быстро настроить заданную температуру и расход, а также избежать излишних сливов, чего невозможно осуществить у двухвентильных моделей смесителей. Таким образом, потери воды снижаются на 35–40%.

Также для мытья посуды сегодня все эксплуатирующие организации рекомендуют использовать автоматические посудомоечные машины. Они способны значительно снизить потребление воды, т. к., например, для мытья одного комплекта посуды необходимо всего лишь 12–15 литров воды.

Все водосберегающие водоразборные приборы, устанавливаемые в системе внутреннего водоснабжения, позволяют значительно снизить излишние потери воды в системе, что приведет к требуемому водосбережению.

Библиографический список

1. Николадзе Г. И., Сомов М. А. Водоснабжение. М., Стройиздат, 1995. 688 с.
2. Фрог Б. Н., Левченко А. П. Водоподготовка. М.: Изд-во МГУ, 1996. 680 с.
3. Тарифы на услуги водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] // www.mosvodokanal.ru: URL: <https://www.mosvodokanal.ru/forabonents/tariffs/?ysclid=lcs1digpu5207665338> (дата обращения: 25.12.2022).
4. Викулина В. Б. Современный подход к проектированию систем внутреннего водоснабжения высотных зданий // Системные технологии. 2021. № 38. С. 14–17.

5. Ефремов Р. В., Зубарева О. Н., Шипков О. И. К вопросу о снижении капитальных затрат при строительстве систем внутреннего водоснабжения и водоотведения // Системные технологии. 2022. № 1 (42). С. 22 – 26.

6. Хургин Р. Е., Чухин В. А. Управление жизненным циклом систем внутреннего водоснабжения зданий // Системные технологии. 2021. № 4 (41). С. 110 – 117.

7. Зубарева О. Н. Особенности сантехнического оборудования жилых и общественных зданий // Системные технологии. 2019. № 3 (32). С. 31 – 36.

EXPERIENCE IN THE USE OF WATER-SAVING WATER-COLLECTING DEVICES IN INTERNAL WATER SUPPLY SYSTEMS

Z. U. Dzhangidze *

I. I. Pavlinova **

A. O. Dushko **

* Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

** JSC “MosvodokanalNIiproekt”, Moscow

Abstract

The issues related to the use of various water-saving devices in the internal water supply systems of buildings that can significantly reduce water losses in the system are considered. Information about contactless mixers and the features of their operation is provided. A variant of a contactless mixer with a built-in hand dryer is considered. The principle of operation of water-saving nozzles installed on the spout instead of a standard aerator is shown. The principle of operation of single-lever mixer models is considered. Recommendations are given on the placement of certain types of water-saving faucets in the apartment above the wastewater receivers. The implementation of these recommendations, as well as instructions developed by water utilities and management companies of residential buildings, will significantly reduce water losses and pay only for the water that is used.

The Keywords

internal water supply, mixer tap, water saving, water saving, solar cell, sewerage

Date of receipt in edition

27.01.2023

Date of acceptance for printing

30.01.2023

Ссылка для цитирования:

З. У. Джангидзе, И. И. Павлинова, А. О. Душко. Опыт применения водосберегающих водоразборных приборов в системах внутреннего водопровода. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 51 – 54.



УДК 624.04

doi: 10.55287/22275398_2023_1_55

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МАССИВНЫХ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ

Д. А. Зоалкфл
А. Т. Угрехелидзе
Е. Н. Пищеренко

Донской государственной технический университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация

При бетонировании монолитных железобетонных конструкций существует риск трещинообразования за счёт несоблюдения температурно-влажностного режима, в связи с чем имеет актуальность изучение и улучшения алгоритмов расчета температурных полей в ранний период возведения железобетонных конструкций.

Ключевые слова

фундамент, температурные поля, нагрев, напряжения

Дата поступления в редакцию

19.01.2023

Дата принятия к печати

23.01.2023

Введение

При бетонировании массивных железобетонных конструкций возникают экзотермические реакции твердения бетона, способные привести к неравномерному распределению температур в ядре железобетонной конструкции и на его поверхности, что в свою очередь может привести к образованию трещин и уменьшению эксплуатационных качеств конструкции.

Существует большое количество литературы, посвященной регулированию температурного режима твердения массивных железобетонных конструкций.

В статье [1] рассмотрена оценка некоторых методов для расчета температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных фундаментных плит. В [2] изложено исследование влияния некоторых технологических факторов на качество бетона монолитных железобетонных конструкций. В статье [3] рассмотрено моделирование нестационарных температурных полей при конструировании массивных железобетонных фундаментов. В статьях [4] – [6] рассматриваются методики расчета температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных фундаментных плит. В статье [7] дается информация о влиянии некоторых технологических факторов на качество бетона монолитных железобетонных конструкций.

В работе [8] рассмотрен вопрос моделирования температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных плит. В частности, рассматривается расчет температурных

полей с учетом кинетики тепловыделения бетона, условий теплообмена и температуры окружающей среды:

Для определения температурного поля, обратимся к дифференциальному уравнению теплопроводности:

$$\lambda \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + Q = \rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (1)$$

где λ — коэффициент теплопроводности, T — температура, Q — плотность внутренних источников тепловыделений, ρ — плотность материала, c — удельная теплоемкость, t — время.

При наличии конвективного теплообмена с окружающей средой (на верхней и боковых поверхностях фундамента) граничные условия записываются в виде:

$$\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial n} + h \cdot (T - T_{\infty}) = 0, \quad (2)$$

где n — нормаль к поверхности, h — коэффициент теплоотдачи, T_{∞} — температура среды.

Согласно «Р НОСТРОЙ 2.6.17-2016 Рекомендации Организация и производство бетонных работ в зимний период» [9] методика решения задач заключается в следующем:

При несоблюдении технологии выдерживания бетона, особенно на начальном периоде, могут возникать температурные напряжения, которые при превышении нормативных значений могут привести к трещинообразованию в бетонной конструкции. Основные параметры, оказывающие влияние на температурные напряжения приведены ниже:

- изменение температуры по сечению бетона конструкции;
- скорость нагрева и остывания бетона;
- разность температур наружного воздуха и бетона при распалубке.

Условием допустимого уровня напряжений является [10]:

$$\frac{\sigma_{ti}}{R_{bti}} \leq 1, \quad (3)$$

где σ_{ti} — температурные напряжения в бетоне в текущий момент времени, R_{bti} — расчётное сопротивление бетона на осевое растяжение по II группе предельных состояний.

Скорость нагрева бетона принимается для конструкций с модулем поверхности, показана в **таблице 1**:

Таблица 1

Скорость нагрева бетона принимается для конструкций с модулем поверхности

Модуль поверхности м ⁻¹	Скорость нагрева бетона, °С/час
до 5	5
5...10	10
Свыше 10	15

При этом, при тепловой обработке стыков, скорость подъема температуры бетона не должна превышать 20 °С/час.

При быстром расширении образующихся паров воды в бетоне возникает внутренне давление, которое в свою очередь, приводит к температурным деформациям бетона. Также в массивных конструкциях возможно образование движения влаги за счет температурных перепадов, что в свою очередь приводит к избыточному давлению, которое негативно сказывается на бетоне.

Скорость остывания бетона принимается для конструкций с модулем поверхности, показана в таблице 2:

Таблица 2

Скорость остывания бетона принимается для конструкций с модулем поверхности

Модуль поверхности м ²	Скорость нагрева бетона, °С/час
до 5	5
5...10	10
Свыше 10	20

Температурные напряжения возникают в результате сжатия поверхностных слоев бетона при охлаждении, и противодействия им более нагретыми (внутренними) слоями, а также образовавшейся структурой бетона, что вызывает ограничения по скорости остывания бетона.

Максимальный температурный перепад между поверхностью и ядром бетона конструкции зависит от параметров армирования конструкции и текущей прочности бетона и не должен превышать значений, взятых по рисунку 1.

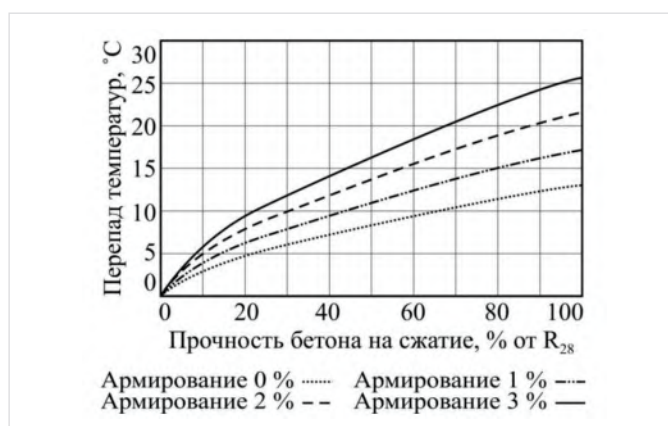


Рис. 1. Допустимый перепад температуры по сечению бетона

Для недопущения образования опасных температурных напряжений в теле бетона необходимо не допускать превышения вышеупомянутых значений, способных, при превышении, привести к трещинообразованию бетона и понижению долговечности конструкции.

Расчет

В данной статье рассматривается расчет четверти железобетонного фундамента под ветрогенератор, моделируемого совместно с грунтовым массивом, грунтовый массив относительно фун-

дамента выступает на 6 м. Габариты (в мм) рассматриваемой части фундамента совместно с грунтовым массивом представлены на **рисунке 2**.

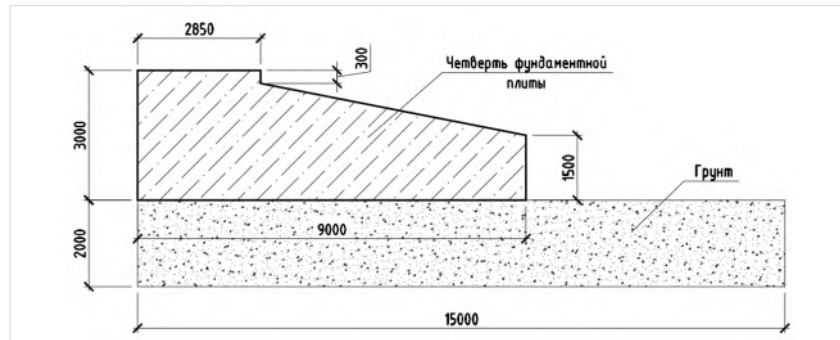


Рис. 2. Габариты четверти фундамента совместно с грунтовым массивом

Производится расчет на возникновение напряжений в теле фундамента из-за негативного влияния разности температур, возникающих во время заливки бетона и последующего его твердения на начальной стадии.

Расчет разности температур при одновременном бетонировании всего объема фундамента проводится в программном комплексе ANSYS. В расчете используются объемные конечные элементы в виде тетраэдров.

Теплофизические характеристики фундаментной плиты и грунтового массива приведены на **рисунках 3, 4**.

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	2500	kg m ⁻³		
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
5	Coefficient of Thermal Expansion	1E-05	C ⁻¹		
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and Poisso...			
8	Young's Modulus	3E+10	Pa		
9	Poisson's Ratio	0,2			
10	Bulk Modulus	1,6667E+10	Pa		
11	Shear Modulus	1,25E+10	Pa		
12	Isotropic Thermal Conductivity	2,67	W m ⁻¹ C ⁻¹		
13	Specific Heat Constant Pressure, C _p	1000	J kg ⁻¹ C ⁻¹		

Рис. 3. Фундаментная плита

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	1600	kg m ⁻³		
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
5	Coefficient of Thermal Expansion	1E-05	C ⁻¹		
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and Poisso...			
8	Young's Modulus	3E+08	Pa		
9	Poisson's Ratio	0,35			
10	Bulk Modulus	3,3333E+08	Pa		
11	Shear Modulus	1,1111E+08	Pa		
12	Isotropic Thermal Conductivity	1,5	W m ⁻¹ C ⁻¹		
13	Specific Heat Constant Pressure, C _p	1875	J kg ⁻¹ C ⁻¹		

Рис. 4. Грунт

Коэффициент теплоотдачи на верхней поверхности фундамента принят равным 25.

В результате расчета получен график изменения во времени максимального перепада температур между серединой и поверхностью конструкции. Результаты представлены на **рисунке 5**.

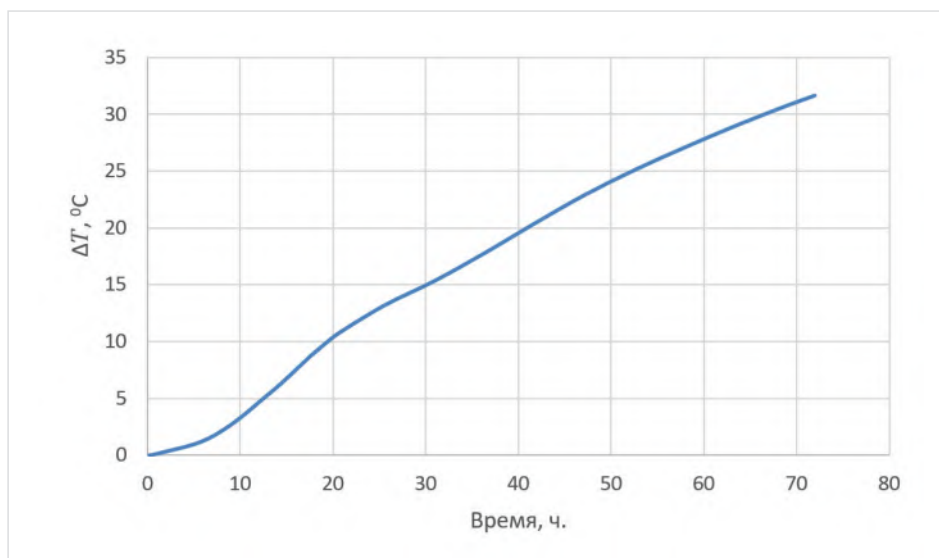


Рис. 5. График изменения во времени максимального перепада температур между серединой и поверхностью конструкции

На данном графике видно, что разность температур бетона на поверхности фундамента и его середине с течением времени увеличивается и достигает значений способных вызвать напряжения, способствующие образованию трещин в железобетонной конструкции.

Для уменьшения разности температур предлагается добавить 20 мм теплоизоляции из экструдированного пенополистирола под фундаментом, а также понизить значение коэффициента теплоотдачи на верхних слоях фундамента с 25 до 2.

Теплофизические показатели экструдированного пенополистирола приведены на **рисунке 6**.

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	35	kg m ⁻³		
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
5	Coefficient of Thermal Expansion	1E-05	C ⁻¹		
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and Poisso...			
8	Young's Modulus	2E+07	Pa		
9	Poisson's Ratio	0,2			
10	Bulk Modulus	1,111E+07	Pa		
11	Shear Modulus	8,333E+06	Pa		
12	Isotropic Thermal Conductivity	0,033	W m ⁻¹ C ⁻¹		
13	Specific Heat Constant Pressure, C _p	1450	J kg ⁻¹ C ⁻¹		

Рис. 6. Экструдированный пенополистирол

Габариты и расположение добавленного слоя показаны на **рисунке 7**.

Рис. 7 см. на следующей странице

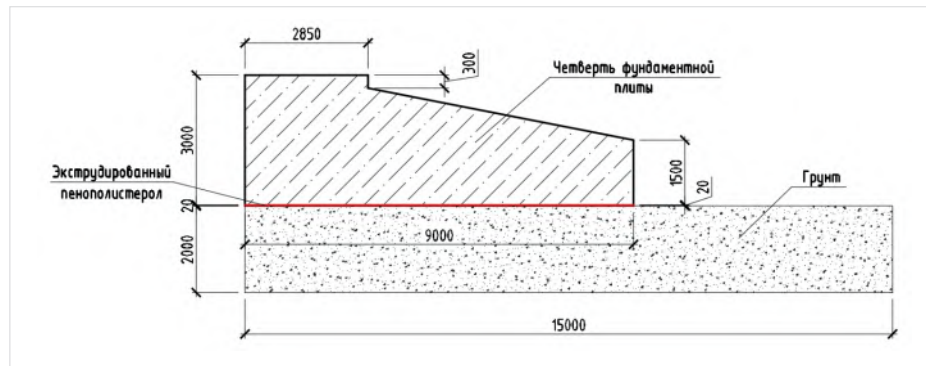


Рис. 7. Габариты четверти фундамента совместно с экструдированным пенополистиролом и грунтовым массивом

Итог расчета приведен на **рисунке 8.**

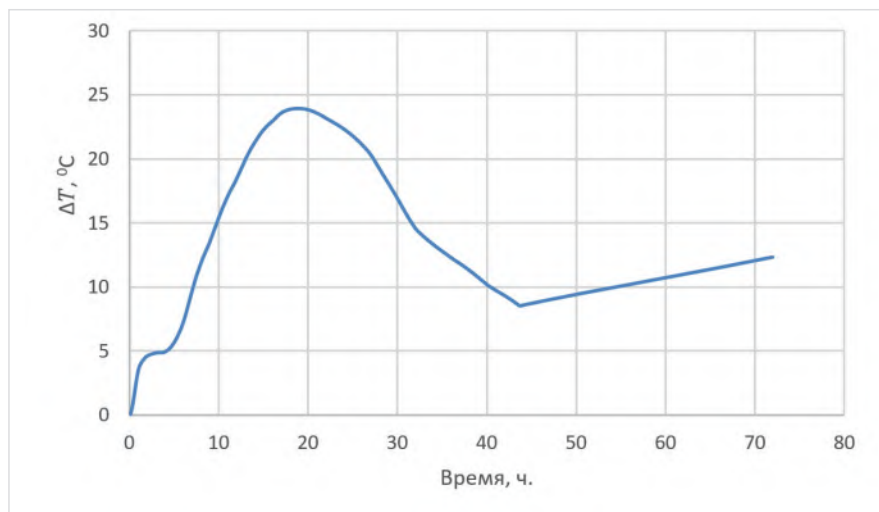


Рис. 8. График изменения во времени максимального перепада температур между серединой и поверхностью конструкции при наличии теплоизоляции и снижении теплоотдачи на верхней поверхности

На данном графике видно, что внесенные изменения в сравнении с предыдущим расчетом имеют положительную динамику, что также должно сказаться на уменьшении растягивающих напряжений в железобетонной конструкции.

Результаты расчета возникающих напряжений приведены на **рисунке 9.**

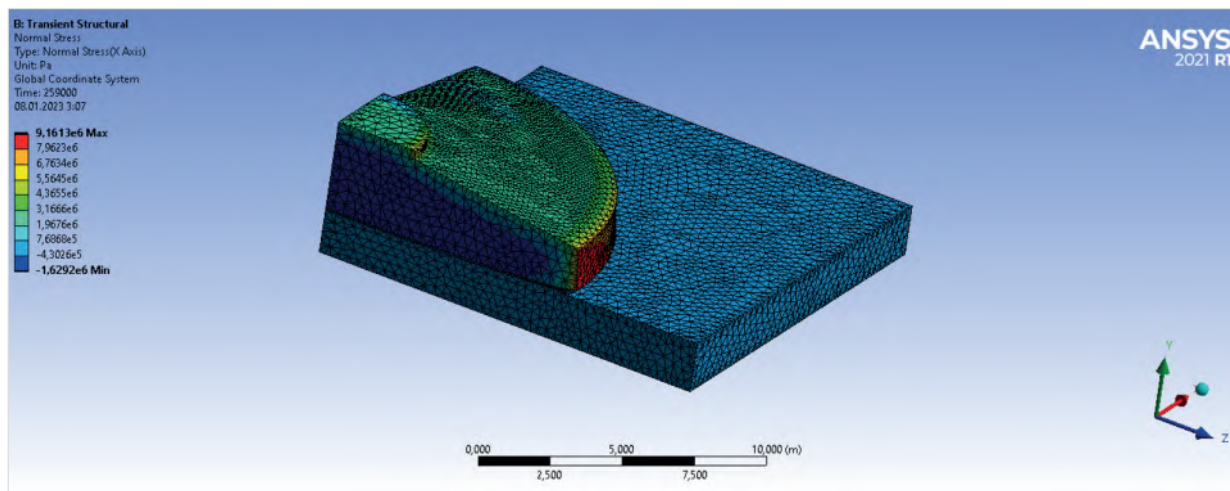


Рис. 9. Результаты расчета напряжений в фундаменте

Также следует отметить, что согласно работе [11] целесообразно воспользоваться формулой зависимости модуля упругости бетона от времени:

$$E_{\tau} = E_0 \exp \left(k \left(1 - \left(\frac{28}{\tau} \right)^{0,545} \right) \right), \quad (4)$$

где E_{τ} и E_0 — соответственно модуль упругости бетона в возрасте τ ($\tau > 1,5$ сут.), и в возрасте 28 сут нормального твердения;

k — коэффициент, зависящий от типа цемента (соответственно 0,095; 0,115 и 0,16 для быстро, нормально и медленно твердеющих цементов по классификации ЕКБ).

Согласно данной формуле, модуль упругости бетона следует принять на 25% ниже проектного значения для железобетонной конструкции возрастом в 3 сут, что в конечном итоге приведет к уменьшению напряжений в железобетонной конструкции.

Результаты расчета напряжений с учетом измененного модуля упругости фундамента приведены на рисунке 10.

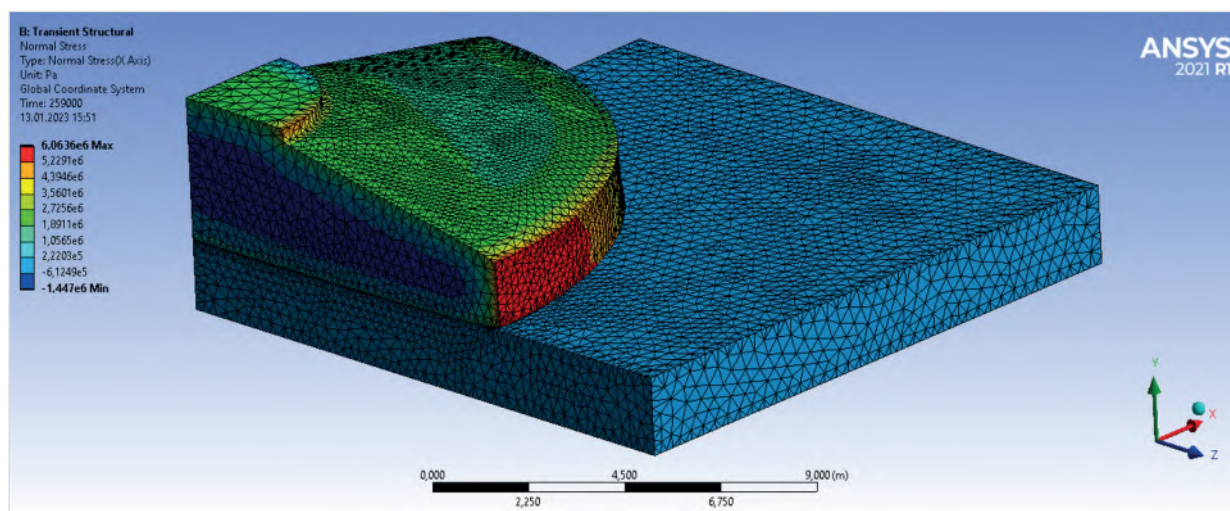


Рис. 10. Результаты расчета напряжений с учетом измененного модуля упругости фундамента

Выводы

Произведённый расчет в программном комплексе ANSYS, показал, что добавление дополнительного слоя экструдированного пенополистирола под подошву фундамента и уменьшение коэффициента теплоотдачи на верхних слоях фундамента положительно влияет на уменьшение перепада температур между центром и верхними гранями фундамента. Также важным является корректировка модуля упругости для железобетонной конструкции в раннем возрасте, что уменьшает показатели растягивающих напряжений в железобетонном фундаменте.

Библиографический список

1. Несветаев А. С., Чепурненко А. С., Корянова Ю. И., Сухин Д. П. Оценка некоторых методик для расчета температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных фундаментных плит // Инженерный вестник Дона. 2022. № 7. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7817>.
2. Несветаев А. С., Корянова Ю. И., Чепурненко А. С., Сухин Д. П. О влиянии некоторых технологических факторов на качество бетона монолитных железобетонных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2022. № 11. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7256>.
3. *Chepurnenko, A. S. Modeling non-stationary temperature fields when constructing mass cast-in-situ reinforced-concrete foundation slabs / A. S. Chepurnenko, G. V. Nesvetaev, Yu. I. Koryanova // Architecture and Engineering. — 2022. — Vol. 7. — № 2. — URL: <https://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/601>.*
4. Несветаев, Г. В. Оценка некоторых методик для расчета температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных фундаментных плит / Г. В. Несветаев, А. С. Чепурненко, Ю. И. Корянова, Д. П. Сухин // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 7. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7817>.
5. *Chepurnenko, A. S. Simplified model for determining the stress-strain state in massive monolithic foundation slabs during construction / A. S. Chepurnenko, G. V. Nesvetaev, Yu. I. Koryanova, B. M. Yazyev // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. — 2022. — Т.18. — № 3. — С.126 – 136. — URL: <https://ijccse.iasv.ru/index.php/ijccse/article/view/556/322>.*
6. Несветаев, Г. В. К вопросу моделирования температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных плит / Г. В. Несветаев, Ю. И. Корянова, А. С. Чепурненко, Д. П. Сухин // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 6. — URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7691>.
7. Несветаев, Г. В. О влиянии некоторых технологических факторов на качество бетона монолитных железобетонных конструкций / Г. В. Несветаев, Ю. И. Корянова, А. С. Чепурненко, Д. П. Сухин // Инженерный вестник Дона. — 2021. — № 11. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/725>.
8. Корянова Ю. И., Несветаев А. С., Чепурненко А. С., Сухин Д. П. К вопросу моделирования температурных напряжений при бетонировании массивных железобетонных плит // Инженерный вестник Дона. 2022. № 6. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7691>.
9. Р НОСТРОЙ 2.6.17-2016 «Рекомендации Организация и производство бетонных работ в зимний период» URL: <https://dikipedia.ru/document/5333014>.
10. Красновский Б. М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования. — М.: Изд-во ГАСИС, 2007.

11. Несветаев Г. В. Бетоны: учебное пособие. — Изд. 2-е, доп. и перераб. — Ростов н/Д: Феникс, 2013. — 381 с.

DETERMINATION OF TEMPERATURE FIELDS AND STRESSES DURING THE CONSTRUCTION OF MASSIVE MONOLITHIC FOUNDATIONS FOR WIND TURBINES

D. A. Zoalkfl
A. T. Ugrehelidze
E. N. Pishcherenko

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Abstract

During the construction of monolithic reinforced concrete structures, there is a risk of cracking due to non-compliance with the temperature and humidity conditions, and therefore it is relevant to study and improve algorithms for calculating temperature fields in the early period of detection of reinforced concrete structures.

The Keywords

foundation, temperature fields, heat, stresses

Date of receipt in edition

19.01.2023

Date of acceptance for printing

23.01.2023

Ссылка для цитирования:

Д. А. Зоалкфл, А. Т. Угрехелидзе, Е. Н. Пищчеренко. Определение температурных полей и напряжения при возведении массивных монолитных фундаментов под ветрогенераторы. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 55–63.



УДК 624.01

doi: 10.55287/22275398_2023_1_64

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВАРИАНТАМ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИСТРОЕК С КАМЕННЫМИ СТЕНАМИ К МАЛОЭТАЖНОМУ СЕЛЬСКОМУ ДОМУ

И. А. Синянский *

Н. А. Шелапутина *

П. А. Шелапутин **

* Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва

** Московский информационно-технологический университет — Московский архитектурно-строительный институт (МИТУ-МАСИ), г. Москва

Аннотация

В статье приведены рекомендуемые конструктивные решения сопряжения и примыкания наружных стен старого малоэтажного деревянного и каменного домов со стенами пристроек из различных строительных материалов при модернизации и реконструкции жилого сельского дома. Материал стен пристроек может быть кирпич, легковесные блоки и панели, слоистые конструкции (сэндвич-панели), конструкции вентилируемых фасадов. Рекомендованы как традиционные для сельской местности, так и современные эффективные материалы для гидроизоляции, пароизоляции и теплоизоляции. Предложенные узлы примыкания и сопряжения стен просты в исполнении для сельской местности и эффективны в эксплуатации и ремонте.

Ключевые слова

угловое сопряжение, неугловое примыкание, теплоизоляция, конопатка, нащельник, соединительный брус, нетвердеющая мастика

Дата поступления в редакцию

30.01.2023

Дата принятия к печати

03.02.2023

В научном труде [1] были рассмотрены варианты стыковых соединений рубленых деревянных стен пристройки и существующего дома. Однако в индивидуальном строительстве широко применяются и кирпич, и камень, и бетон, и другие стеновые материалы, поэтому возникла необходимость продолжить начатые рекомендации на эту тему.

Пристройка новых помещений к существующим домам требует осторожного подхода к конструктивным работам. Особенно это касается устройства новых фундаментов, возводимых вплотную к старым [2]. Разработку грунта в этих случаях желательно вести вручную. Чаще всего новые фундаменты выполняют независимыми от старых, т. е. с деформационными швами [3, 4], и только при подведении под старое здание нового фундамента он может быть единым для старого дома и пристройки, и то при условии, что стены их из одного и того же строительного материала (например, при пристраивании деревянных стен к деревянным или каменным к каменным). В противном

случае в фундаментах и стенах могут возникнуть трещины, перекосы и другие деформации. После сооружения фундамента под пристройку всегда необходимо выдержать время до начала возведения стен, особенно кирпичных и бетонных (примерно 9–10 месяцев) [5]. За это время грунт основания уплотнится под воздействием нагрузок от фундамента, попеременного его замораживания и оттаивания, увлажнения и высыхания в зимне-весенний период [6].

Определенную трудность для индивидуального застройщика представляют стыковые соединения существующих домов и пристройки, предназначенной, как правило, для нежилых помещений — кухонь и др.

Пристройка помещений с кирпичными стенами к деревянным рубленным домам

Конструкция стыкового соединения кирпичных и деревянных стен зависит от толщины кирпичной стены. При угловом их сопряжении для кирпичных стен толщиной 510 мм и более (два, два с половиной кирпича) рекомендуется следующий вариант (**рис. 1, а**). Для стен толщиной 380 мм и более (полтора кирпича) целесообразен вариант, изображенный на **рис. 1, б**.

Торцы угловых брёвен рубленой с остатком стены существующего дома обрезают под углом (для лучшего внутреннего вентилирования) и обрабатывают антисептиком. Торцы брёвен перпендикулярной стены тоже обрезают, но заподлицо с кирпичной стеной пристройки и антисептируют. В случае не углового примыкания кирпичной стены существующие деревянные стены выравнивают — набивают на плоскость стены по всей высоте плоский асбестоцементный лист с прокладкой между ним и стеной теплоизоляционного материала — минеральной или стеклянной ваты, войлока, просмоленной пакли, мха (**рис. 1, в**) или стёсывают стену (**рис. 1, д, е**). Торцы кирпичной стены по мере возведения тщательно выравнивают. Они должны быть ровными — без отколов, раствор подрезают кельмой и обрабатывают мастикой «изол» или хотя бы горячей битумной мастикой. Деревянную стену или выравнивающий асбестоцементный лист тоже обрабатывают мастикой до начала возведения стены. Снаружи стык гидроизолируют мастикой «изол» на упругой подоснове. Чтобы предотвратить продувание стыка, снаружи и изнутри его проклеивают по всей высоте полиэтиленовой плёнкой на полимерной мастике МП-70 или «изоле». Плёнка должна иметь петлю-компенсатор, которую заправляют внутрь стыка. Ширина плёнки должна быть не менее 250 мм. Для защиты стыка от механических воздействий и солнечной радиации плёнку прижимают деревянным нащельником с наружной стороны и накладкой с внутренней.

Не угловое примыкание кирпичных стен пристройки к деревянным рубленным стенам при толщине кирпичной 510 мм и более рекомендуется по следующему варианту (**рис. 1, д**). При толщине 380 мм целесообразен вариант, показанный на **рис. 1, е**. В стену на глубину 40–50 мм врубается соединительный брус сечением 120×180 (200) мм и крепится к деревянной стене деревянными пробками на клею. Все деревянные элементы в зоне стыка обрабатываются антисептиками. Законопачивание стыка идентично выше рассмотренному.

Соединение деревянной рубленой пристройки с кирпичными или бетонными домами

Очень часто у сельского жителя возникает потребность пристроить к существующим капитальным домам деревянные помещения — жилые комнаты, остеклённые веранды, холодные кладовые и т. п. Фундаменты при этом принимают независимые — ленточные, но чаще столбчатые. Что касается стыковых соединений стен, то, на наш взгляд, наиболее эффективным, доступным

по материалам, простым в изготовлении и надежным в эксплуатации будет стык с применением соединительного бруса.

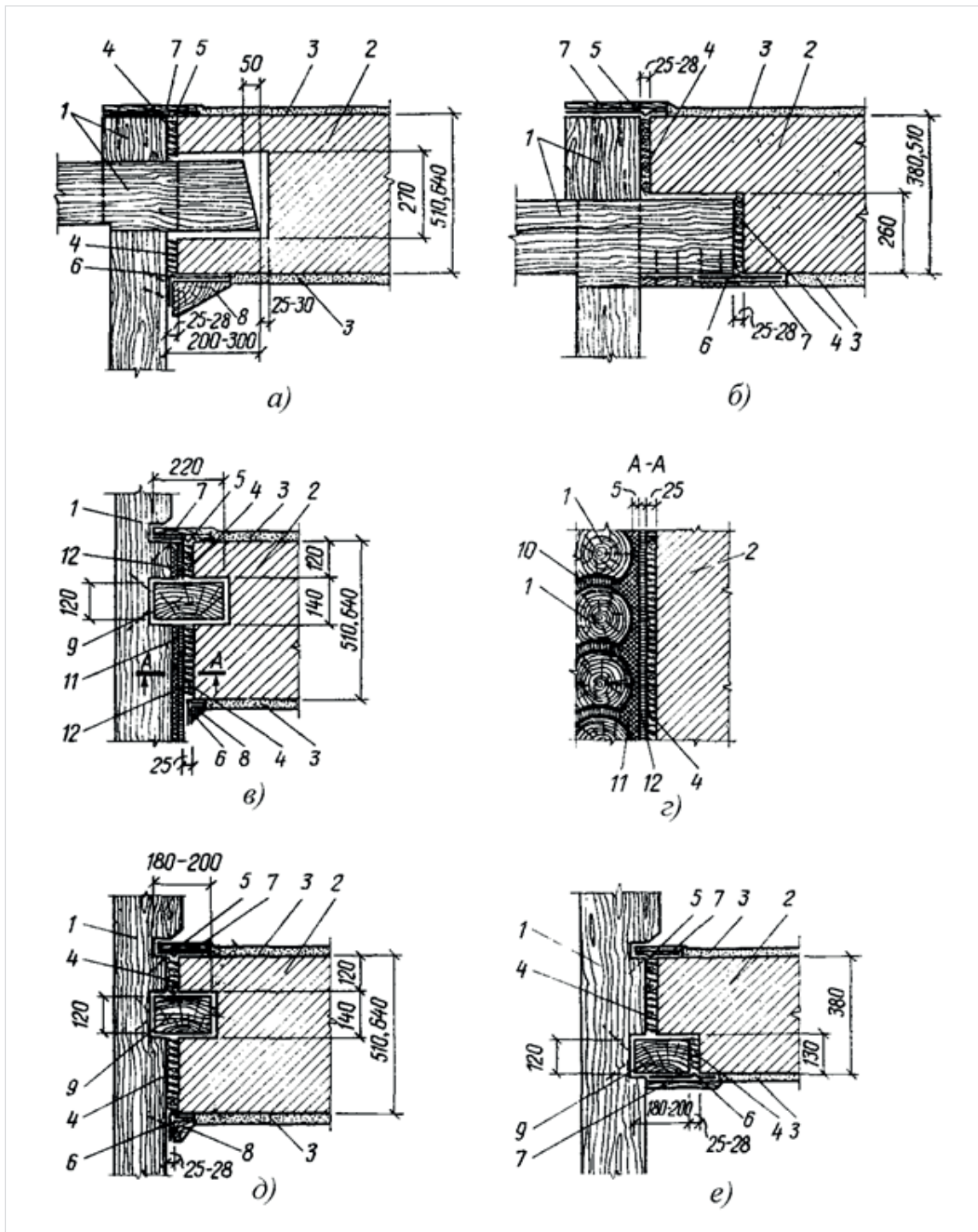


Рис. 1. Соединение кирпичных стен пристройки с деревянными рублеными стенами существующего дома: а, б — угловое сопряжение стен; в, г, д, е — варианты неуглового примыкания стен пристройки к стене существующего дома (1 — деревянная стена существующего дома; 2 — кирпичная стена пристройки; 3 — штукатурка кирпичных стен; 4 — конопатка; 5 — гидроизоляция; 6 — пароизоляция; 7 — нащельник; 8 — накладка; 9 — соединительный брус; 10 — конопатка стен деревянного дома; 11 — утеплитель; 12 — асбоцементный плоский лист)

Размеры сечения бруса и стен пристройки должны быть соизмеримы. Они принимаются 200×180 или 220×200 мм. В брус по всей длине с одной стороны выбирают паз — прямоугольный или типа «ласточкин хвост» глубиной 90–95 мм (рис. 2, а, б). Затем брус антисептируют. По высоте бруса в устье паза сверлят три-четыре отверстия диаметром 28–30 мм, причем отверстия у торцов бруса располагают на расстоянии не менее 200 мм от них. Брус прикладывают к стене существующего дома в месте предполагаемого стыка, выверяют его вертикальность и отмечают отверстия на стене. В стене перфоратором или электродрелью высверливают столько же отверстий, диаметром 26–28 мм и глубиной 100–120 мм. Все отверстия, а также ранее заготовленные пробки (из сухой древесины твердых пород) диаметром 28–30 мм и длиной 200–220 мм промазывают водостойким клеем. Отверстия, желательно, сверлить под углом 10–15°. Пробки забивают в стену и на них насаживают соединительный брус (возможно крепить брус к стене и с помощью металлических винтов-глухарей, завернутых в деревянные пробки с прокладкой под головки пористой резиновой шайбы.) Для уплотнения стыка между соединительным брусом и стеной существующего дома прокладывают слой войлока, пакли просмоленной, пороизола или плитного пенополистирола (рис. 2, а), а также пороизоловый или герниковый жгут (с последующим прижатием и креплением бруса к стене (рис. 2, б).

Торцы брёвен стен пристройки обрабатывают в виде прямоугольного шипа или «ласточкина хвоста». Подгонку врубок удобней сделать до установки соединительного бруса, а затем уже осуществлять сборку. Бревна антисептируют на длину 150–200 мм.

Стык «ласточкин хвост» — самофиксирующийся. Он предотвращает продольные и поперечные перемещения стен деревянной пристройки, даёт свободу вертикальным перемещениям (которые возникнут при независимых фундаментах), обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, исключает продувание. Стык с прямоугольным пазом имеет те же положительные качества, более прост в изготовлении, но не гарантирует отсутствия продольных перемещений. Чтобы предотвратить это, необходимо применять металлический фиксатор, устанавливаемый в двух местах (рис. 2, в) — у соединительного бруса к верхнему венцу сруба, а также с внутренней стороны соединительного бруса и нижнего венца стены сруба (в подполье).

Рис. 2 см. на следующей странице

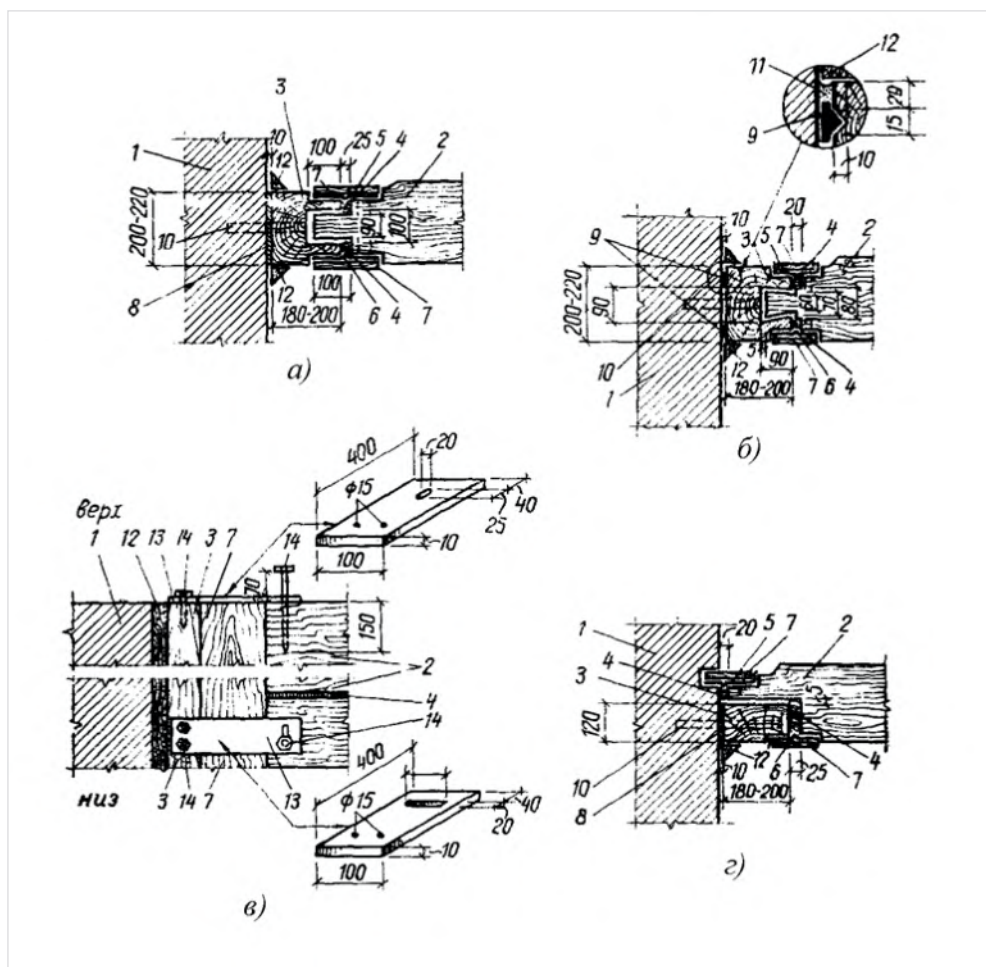


Рис. 2. Соединение деревянных рубленых стен пристройки с кирпичными или бетонными стенами существующего дома: **а** — соединение прямоугольным пазом; **б** — соединение «ласточкин хвост»; **в** — фиксация рубленых стен пристройки (вид сбоку); **г** — соединение в полдерева (1 — кирпичная стена существующего дома; 2 — деревянная рубленая стенка пристройки; 3 — соединительный брус; 4 — конопатка; 5 — гидроизоляция стыка; 6 — пароизоляция; 7 — нащельник; 8 — пористая прокладка; 9 — пористый жгут; 10 — деревянные гвозди-пробки или винты-глухары; 11 — нетвердеющая мастика в роли гидро- и пароизоляции; 12 — накладка; 13 — фиксатор; 14 — глухарь)

Стыки между соединительным брусом и стеной сруба пристройки заделывают просмоленной паклей или минеральным войлоком, затем с внутренней и наружной сторон приклеивают полиэтиленовую плёнку и прижимают её нащельником.

Упрощённый вариант стыка с применением соединительного бруса вполдерева в бревнах сруба пристройки показан на **рис 2, г**. Для предотвращения смещений стены пристройки используются фиксаторы (**рис. 2, в**).

Пристройка помещений с кирпичными стенами к старым кирпичным или бетонным домам

При строительстве домов с кирпичными или бетонными стенами, как правило, не предусматривают пристройку к ним в будущем новых помещений, поэтому, естественно, штрабы для сопряжения старых

и новых стен не оставляют. Качественный стык между каменными стенами выполнить весьма затруднительно. В популярной литературе нет ни конструктивных решений таких стыков, ни рекомендаций по их устройству. В результате рядом со стеной существующего дома возводят на новом фундаменте и параллельно ей кирпичную стену пристройки, оставляя зазор между ними, что приводит к перерасходу материалов.

Предлагаемые здесь стыки (рис. 3) понятны каждому застройщику и просты для выполнения. При угловом сопряжении кирпичных стен рекомендуется вариант стыка с напуском на угол (рис. 3, а). Такой стык применим при кирпичных стенах пристройки толщиной 380 мм и более. Напуск пристраиваемой стены принимается в 120 мм, зазор между стенами 25–28 мм. При кладке стен в зоне стыка необходимо кельмой подрезать раствор, заделывая им все шероховатости и неровности. Стены старого дома в зоне стыка также выравнивают, сбивают наплывы раствора, а если качество поверхностей стен неудовлетворительно, то их необходимо оштукатурить и после высыхания промазать горячей битумной мастикой или «изолом». Стык законопачивают просмоленной паклей с наружной и внутренней стороны. При ровных поверхностях стен вместо неё можно применять пороизоловый или гермитовый жгуты диаметром 40 мм. При этом сначала конопатят просмоленной паклей внутреннюю часть стыка, затем прокладывают жгут и снаружи заделывают стык нетвердеющими мастиками, а изнутри его закрывают деревянной раскладкой.

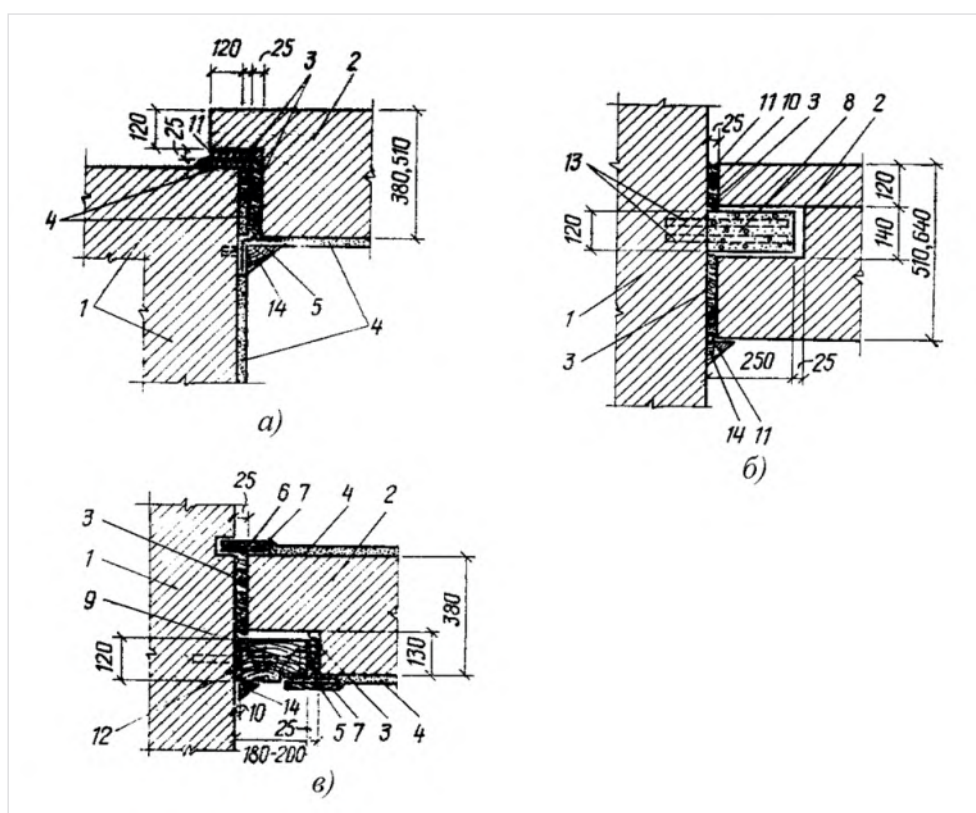


Рис. 3. Соединение кирпичных стен пристройки с кирпичными или бетонными стенами существующего дома: а — угловое; б — с использованием легкогобетонной вставки; в — с использованием соединительного бруса (1 — стена существующего дома; 2 — стена пристройки; 3 — конопатка; 4 — штукатурка; 5 — пароизоляция; 6 — гидроизоляция; 7 — нащельник; 8 — легкогобетонная вставка; 9 — соединительный брус; 10 — пористый жгут; 11 — нетвердеющая мастика; 12 — пористая прокладка; 13 — металлический костыль; 14 — накладка)

При соединении кирпичных стен толщиной 510 мм и более следует применять вариант стыка с легобетонным выступом (**рис. 3, б**). Для его устройства в зоне предполагаемого стыка (в стене старого дома) сверлят отверстия диаметром 6–8 мм, глубиной 70–80 мм, с шагом по высоте 200–250 мм, а по ширине 60–70 мм, расположенные в шахматном порядке. В отверстия забивают металлические стержни диаметром 10–12 мм, длиной 240–260 мм. Затем из оструганных досок делают коробчатую опалубку длиной 900–1000 мм и заполняют её бетонной смесью. Бетон применяют легкий марки 50, плотностью 800–1000 кг/м³. В качестве крупного заполнителя можно использовать керамзитовый гравий, щебень шлаковый, пемзовый, туфовый. На 1 м³ бетона расходуется: цемента марки 400 около 180–220 кг, заполнителя крупного пористого — 330–380 кг, песка пористого — 180–250 кг или песка кварцевого — 230–340 кг, воды — 230–270 л. Опалубку заполняют бетонной смесью в три-четыре приема с послойным уплотнением трамбовками до тех пор, пока из щелей опалубки по всей её длине не выступит цементное молочко. После укладки и уплотнения верхнего слоя бетона опалубку наращивают, укладывают следующие слои, уплотняют их и т. д. Через два-три дня опалубку снимают, а еще через два-три дня можно приступать к кладке стен пристройки. Стык конопатят через 25–30 дней после окончания кладочных работ.

Если к старому кирпичному дому примыкает кирпичная стена пристройки толщиной 380 мм, рекомендуем конструкцию стыка с деревянным соединительным брусом (**рис. 3, в**).

При кладке кирпичных стен пристроек во всех рассмотренных случаях желательно в швы через шесть-семь горизонтальных рядов кладки укладывать рядом со стыком металлические сетки длиной 800–1000 мм, из проволоки диаметром 4–5 мм, с расстоянием между её прутками 30–120 мм.

Герметизацию стыков стен нужно выполнять при сухой солнечной погоде с применением современных долговечных акриловых, силиконовых и полимерных герметиков в такой последовательности:

- поверхности стыка очистить от пыли и подтеков раствора металлической щеткой (желательно продуть их струей сжатого воздуха и высушить);
- торцы стыков осторожно, предохраняя края стыкуемых стен от загрязнения, прогрунтовать мастикой «изол» на глубину 50–60 мм;
- снизу вверх в загрунтованный зазор зачеканивать жгут пороизола, велотерма или гернита и покрывать его снаружи мастикой «изол» или другими нетвердеющими мастиками (тиоколовой, бутилкаучуковой и т. п.);
- в чердачной части дома торец стыка оставить открытым для вентилирования его свободной полости.

Со временем, в результате осадочных деформаций, стык может раскрыться, поэтому через 1,5–2 года стык необходимо вскрыть, если нужно дополнительно проконопатить и снова загерметизировать.

Примыкание кровель старой и пристраиваемой построек подробно рассмотрено в [1].

Библиографический список

1. Синянский И. А., Шеланутина Н. А., Шеланутин П. А. Рекомендации по вариантам пристроек к малоэтажному сельскому дому и их конструктивные решения. Системные технологии. 2021. № 40. С. 48–53.
2. Поччоев М. М., Хужаев П. С. Анализ теплозащитных свойств наружных ограждений сельских жилых зданий // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. № 4 (48). С. 140–144.
3. Чичкин А. Ф., Хрянина О. В. Реконструкция сооружения посредством перепланировки и надстройки // Моделирование и механика конструкций. 2016. № 3. С. 18.

4. Медведева Ю. А., Абакумов Р. Г. Ключевые проблемы развития индивидуального жилищного строительства в сельской местности // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 1 (6). С. 120 – 125.

5. Кутищева Т. М. Повышение теплозащитной оболочки сельских жилых домов в период их реконструкции // Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном строительстве. Материалы краевой научно-практической конференции. Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. 2016. С. 21 – 26.

6. Репин А. А. Основные направления малоэтажного жилищного строительства в сельской местности // Наука и образование в XXI веке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 17 частях. 2014. С. 121 – 125.

SUGGESTIONS ON OPTIONS FOR CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF EXTENSIONS WITH STONE WALLS TO A LOW-RISE RURAL HOUSE

I. A. Sinjanskij *

N. A. Shelaputina *

P. A. Shelaputin **

* State University Of Land Use Planning (SULUP), Moscow

** Moscow Information Technology University — Moscow Institute of Architecture and Civil Engineering (MITU-MASI), Moscow

Abstract

The article presents recommended design solutions for coupling and joining the exterior walls of an old low-rise wooden and stone houses with the walls of extensions made of various building materials during the modernization and reconstruction of a residential rural house. The material of the walls of the outbuildings can be brick, light concrete blocks and panels, layered structures (sandwich panels), structures of ventilated facades. Both traditional for rural areas and modern effective materials for waterproofing, vapor barrier and thermal insulation are recommended. The proposed junctions and interfaces of walls are simple in design for rural areas and effective in operation and repair.

The Keywords

angular coupling, non-angular abutment, thermal insulation, caulking, slat, connecting beam, non-hardening mastic

Date of receipt in edition

30.01.2023

Date of acceptance for printing

03.02.2023

Ссылка для цитирования:

И. А. Синянский, Н. А. Шелапутина, П. А. Шелапутин. Предложения по вариантам конструктивных решений пристроек с каменными стенами к малоэтажному сельскому дому. — Системные технологии — 2023. — № 1 (46). — С. 64 – 71.



УДК 628.11

doi: 10.55287/22275398_2023_1_72

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

И. И. Павлинова *

О. Л. Банцера **

Л. И. Хохлова ***

* АО «МосводоканалНИИпроект», г. Москва

** Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

*** Государственный университет по землеустройству» (ГУЗ), г. Москва

Аннотация

Рассмотрены варианты обеспечения надежности работы водозаборных сооружений из поверхностных источников. Было выяснено, что осложнения в работе водозаборных сооружений возникают из-за воздействия на водозаборное сооружение дрейссены — гидробионта, обитающего в поверхностных водоисточниках. Дрейссена способна при попадании в водозаборное сооружение вызывать сильное зарастание его важных элементов, в том числе и полностью перекрывать сечение самотечных и всасывающих трубопроводов. Рассмотрены особенности жизнедеятельности дрейссены. Выяснено, что активная фаза размножения и развития гидробионта происходит при температуре воды 21–25 °С. Рассмотрены оптимальные методы борьбы с дрейссеной, которые должны проводиться с определенной периодичностью в строгом соответствии с регламентом эксплуатации. Данные решения также позволяют значительно снизить перерасход электрической энергии и сократить эксплуатационные расходы.

Ключевые слова

водоснабжение, водозаборное сооружение, гидробионт, насосная станция, самотечные трубопроводы, эксплуатация, водоприемные окна

Дата поступления в редакцию

27.01.2023

Дата принятия к печати

30.01.2023

Водозаборные сооружения из поверхностных источников являются важным элементом в технологической схеме организации водоснабжения городов и населенных пунктов [1–2]. В отличие от других элементов системы они испытывают в больших объемах влияние различных природных факторов, которые в некоторых случаях бывают очень специфичными. Это требует проведение дополнительных и продолжительных наблюдений, а также исследований конкретного водного объекта, на котором планируется возведение водозаборного узла.

Разноплановые природные факторы, влияющие на захват воды из поверхностного источника, также могут приводить к снижению объёма забираемой воды, а в некоторых случаях способны вызвать полную остановку всей системы водоснабжения из-за выхода водозабора из работы [3]. Таким образом, возникает необходимость в выявлении опасных природных факторов и предложении определенных решений, которые позволят обеспечить бесперебойность работы водозаборных сооружений.

Некоторые виды гидробионтов, например, моллюски дрейссены, способны осложнять работу водозаборного сооружения из поверхностного источника, вызывая солидное обрастание таких элементов, как водоприемные окна, самотечные, сифонные, всасывающие и напорные трубопроводы [4–5]. Это приводит к тому, что увеличиваются потери напора, что может приводить к выходу из работы насосных станций.

Тело дрейссены представлено раковиной, имеющей треугольную форму, поверх которой расположены коричневые полосы. В большинстве случаев данные гидробионты перемещаются под влиянием потока воды. Кроме того, большой рост их популяции приводит к выделению огромных объемов фекалий в поверхностный источник. По этой причине увеличивается количество азота и фосфора, что приводит к развитию водорослей, колонии которых ухудшают качество воды в водном объекте.

Колонии дрейссены достаточно часто можно встретить на подводных частях насосных станций. Также их замечают на оголовках, трубопроводах, а также на сетках и решетках насосных станций.

Слой быстро формирующихся дрейссен может быть значителен. Например, было зафиксировано, что в некоторых случаях он достигал до 8–10 см по высоте, а масса обрастаний доходила до 8 кг/м². При таких солидных объемах увеличивается растрата электрической энергии на подачу воды. Следует сказать, что борьбу с дрейссеной важно вести не только как направление по обеспечению надежности забора и подачи воды, но и как меру, которая позволит снизить затраты на электрическую энергию.

По опыту эксплуатации микрофильтров и скорых фильтров, были зафиксированы случаи попадания дрейссены в них, что в дальнейшем приводило к осложнению в работе всей станции водоподготовки. Таким образом, важной задачей становится именно борьба с дрейссеной уже на входе в водозаборное сооружение.

Сложности в работе водозаборных сооружений, которые были основаны на воздействии дрейссены, были зафиксированы во многих городах нашей страны. Известны случаи, при которых значительно уменьшалось проходное сечение трубопроводов, а в некоторых примерах при полном игнорировании методов борьбы с этими гидробионтами наблюдались случаи полного зарастания сечения трубопроводов с дальнейшим выходом водозаборного сооружения из строя.

Важное и правильное решение по борьбе с дрейссеной — это четкое выполнение предупредительных мер. Для этого следует изучить особенность жизнедеятельности гидробионтов.

В большинстве водных объектов дрейссена обитает на глубине от 5 до 20 метров, в некоторых мелководных объектах ее можно встретить и на глубине от 2 до 5 метров. На основании наблюдений за дрейссеной было выяснено, что оптимальной температурой, при которой не происходит ее размножение, является интервал от 4 до 8 °С. Начало размножения гидробионтов начинается при достижении температуры воды интервала в 16–18 °С, а пик этого процесса активно поддерживается при температуре в 21–25 °С. Таким образом, в средней полосе нашей страны интервал активного размножения приходится на летние месяцы (в основном июль и август). Таким образом, прекрасно понимая начальную фазу размножения гидробионта, следует формировать корпус водоприемного сеточного колодца с окнами, находящимися на разных ярусах, которые при необходимости можно будет принудительно перекрывать. Это позволит избежать попадания дрейссены через нижние ярусы (при их нахождении у дна водного объекта) в приемную секцию водозаборного сооружения.

Также одним из действенных и доступных способов защиты от дрейссены будет являться предварительное хлорирование воды перед водоприемными отверстиями. Дозу хлора подбирают индивидуально в зависимости от вида дрейссены, обитающей в водном объекте. Продолжительное воздействие хлора на дрейссену приводит к ее гибели. Таким образом, она не прикрепляется к стенкам оборудования и трубопроводам. Целесообразно осуществлять данную процедуру в период активного размножения гидробионтов. Оптимальная доза хлора составляет от 4 до 5 мг/л при воздействии на гидробионтов в течении одной недели. В некоторых случаях целесообразно осуществлять постоянное хлорирование в пик размножения дрейссены дозами хлора в интервале от 3 до 4 мг/л. Дозу хлора следует вводить на расстоянии не менее 50 см от водоприемных окон, чтобы предотвратить подсос большого количества омертвевших гидробионтов в тело водоприемного колодца. При этом целесообразно осуществлять принудительное удаление погибшей дрейссены из приемных секций.

Для проведения вышеперечисленных действий применяют хлораторные установки периодического или постоянного действия.

В некоторых случаях возможно использовать специальные скребки, которыми бригады водолазов периодически вручную очищают элементы водозаборных сооружений от массы гидробионтов.

На водозаборных сооружениях производственного назначения достаточно часто для борьбы с дрейссеной используют обработку воды медным купоросом. Применение некоторых видов специальных красок и покрытий не позволяют гидробионтам прицепляться к внутренним и наружным элементам водозаборных сооружений.

В некоторых случаях используют для удаления дрейссены со внутренней поверхности трубопроводов специальные методы, применяемые при эксплуатации водопроводных сетей (например, механическая прочистка трубопроводов), описанные в специальной литературе на эту тему.

На каждом водном объекте целесообразно применять тот или иной метод после проведения исследований и особенностей размещения и обитания данных гидробионтов.

Применение вышеперечисленных методов в соответствии со строгим регламентом эксплуатации позволит значительно увеличить надежность работы водозаборных сооружений из поверхностных источников.

Библиографический список

1. Николадзе Г. И., Сомов М. А. Водоснабжение. М., Стройиздат, 1995. 688 с.
2. Викулин П. Д. Реконструкция и увеличение производительности водозаборных сооружений из поверхностных источников // Системные технологии. 2021. № 38 (1). С. 50 – 53.
3. Андрианов А. П., Ефремов Р. В., Хургин Р. Е. Проблемы современного водоснабжения // Системные технологии. 2022. № 3 (44). С. 5 – 13.
4. Горбачева М. П., Дасаева З. З. Анализ современных технологий по очистке воды на водозаборных сооружениях // Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Под редакцией Ф.К. Абдразакова. 2018. С. 106 – 108.
5. Хецуриани Е. Д., Хецуриани Т. Е., Хецуриани Е. Д., Репченко Д. Ю. Эксплуатация водозаборных сооружений в суровых климатических условиях // Приоритетные задачи и стратегии

развития сельскохозяйственных наук. сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 17 – 19.

ENSURING UNINTERRUPTED OPERATION OF WATER INTAKE FACILITIES FROM SURFACE SOURCES

I. I. Pavlinova *

O. L. Bancerova **

L. I. Hohlova ***

* JSC “MosvodokanalNIIproekt”, Moscow

** Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

*** State University Of Land Use Planning (SULUP), Moscow

Abstract

Options for ensuring the reliability of water intake structures from surface sources are considered. It was found out that complications in the operation of water intake structures arise due to the impact on the water intake structure of the dreissen, a hydrobiont living in surface water sources. Dreissen is capable of causing severe overgrowth of its important elements when entering the intake structure, including completely blocking the cross-section of gravity and suction pipelines. The features of Dreissen's vital activity are considered. It was found out that the active phase of reproduction and development of the hydrobiont occurs at a water temperature of 21-25 ° C. The optimal methods of combating dreissen are considered, which should be carried out with a certain frequency in strict accordance with the operating regulations. These solutions also make it possible to significantly reduce the overspending of electrical energy and reduce operating costs.

The Keywords

water supply, water intake structure, hydrobiont, pumping station, gravity pipelines, operation, water intake windows

Date of receipt in edition

27.01.2023

Date of acceptance for printing

30.01.2023

Ссылка для цитирования:

И. И. Павлинова, О. Л. Банцерава, Л. И. Хохлова. Обеспечение бесперебойной работы водозаборных сооружений из поверхностных источников. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 72 – 75.



УДК 691.11

doi: 10.55287/22275398_2023_1_76

НАДЁЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ПАМЯТНИКОВ РУССКОГО ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

И. К. Дмитриев *

О. А. Стифеева **

О. И. Шипков ***

* Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва

** Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

*** Российская академия живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова (РАЖВИЗ Ильи Глазунова), г. Москва

Аннотация

Рассмотрены вопросы надежности и долговечности конструкций памятников русского деревянного зодчества. Было выяснено, что ежегодно в нашей стране погибают несколько памятников культурного наследия, которые либо не успевают дожидаться проведения необходимых ремонтов и восстановительных работ, либо уничтожаются в результате халатности, например, по причине отсутствия необходимой защиты от возгораний. Даны рекомендации, которые помогут осуществить подготовку сруба, который будет использоваться для протезирования в памятниках деревянного зодчества. Приведена информация о необходимости возведения дренажных систем в тех местах, где находятся памятники деревянного зодчества для отвода как подземных вод от объекта, так и поверхностных, которые могут вызвать сильное подтопление территории. Дана информация о применении гидроизоляции на объектах деревянного зодчества, а также о необходимости использования пароизоляции.

Ключевые слова

деревянное зодчество, конструкция, сруб, фундамент, дренаж, ремонт, реконструкция

Дата поступления в редакцию

27.01.2023

Дата принятия к печати

30.01.2023

Русское деревянное зодчество, являясь началом всей русской архитектуры, продолжает интересовать исследователей данного замечательного феномена, который притягивает свой красотой, изящностью, а также простотой форм [1].

Сегодня ситуация с памятниками деревянного зодчества является критической в плане их сохранения для будущих поколений в связи с тем, что большое их количество требует незамедлительного ремонта, реконструкции и реставрации.

Ежегодно наша страна теряет по несколько зданий и сооружений, возведенных из дерева [2]. Это происходит потому, что такие памятники не успевают дожидаться своей очереди для проведения ремонтных или восстановительных работ. Также достаточно часто они гибнут из-за ударов молний, которые провоцируют возгорания и приводят к быстрой гибели объекта. Были зафиксированы случаи поджогов, при которых объект культурного наследия полностью погибал и в таком случае становится необходимым его воссоздание на основании проведенных ранее обмеров, сделанных чертежей, а также необходимых данных из архивов и других источников (например, Храм Успеения Пресвятой Богородицы (Успенская церковь) (г. Кондопога, Республики Карелия) сгорел в результате поджога в августе 2018 года) [3].

Кроме того, опасность для памятников деревянного зодчества представляет гниение древесины, а также ее поражение насекомыми и грибами [4]. Это приводит к тому, что деревянные конструкции не способны обеспечивать требуемую прочность. Это приводит к быстрому их разрушению и выходу из строя, что в конечном счете при упущении времени может приводить к необходимости проведения оперативных ремонтных и восстановительных работ, а также ведет к увеличению финансовых затрат для государства.

Долговечность и надежность деревянного сруба зависит от условий его хранения и сушки (если планируется осуществлять протезирование сруба, т.е. замену изношенного элемента на новый), а также от особенностей его эксплуатации [5-6].

Естественная сушка древесины происходит более продолжительный промежуток времени, если сравнивать его с искусственными методами. По статистике, очень часто естественный метод сушки не выполняется по требуемым технологиям, что ведет к отрицательному воздействию влаги на деревянный сруб. В таких случаях проведение искусственной сушки является быстрым и целесообразным решением. Особенно распространена камерная сушка или сушка в жидких средах.

При протезировании деревянных срубов становится целесообразным использование просушенной древесины, влажность которой не превышает 13%.

При проведении ремонтных или восстановительных работ деревянные срубы следует хранить в сухом месте, накрывая тентом при выпадении атмосферных осадков. Срубы нельзя класть на землю, для этого используют подкладки, которые отделяют сруб от земли, что препятствует его активному увлажнению. В теплую погоду, наоборот, следует убирать тенты для осуществления хорошей вентиляции сруба, что будет предотвращать прение древесины.

Сегодня промышленностью выпускается большое количество антисептиков и специальных пропиток для обработки древесины. Основная их задача не только выполнить свое прямое предназначение (увеличить срок службы материала), но также не изменять цвет сруба, что очень важно для памятников деревянного зодчества.

Для того, чтобы избежать подсоса капиллярной влаги на фундамент и соответственно на стены, следует обеспечивать правильную гидроизоляцию. Также следует использовать пароизоляцию для того, чтобы избежать образование конденсата.

Важным фактором сохранности памятника деревянного зодчества является место его расположения в пространстве. При необходимости следует его переносить с предварительным разбором на более сухое место, где не будет залегать большое количество подземной воды, а также где поверхностный сток от атмосферных осадков не будет переходить в подземный, приводя к усиленному подтоплению территории. Если такие действия по каким-то причинам невозможны или затруднительны, а может и нецелесообразны, то в таком случае следует организовать дренажную систему для отвода с территории нахождения памятника всех видов вод.

Многие здания и сооружения в своей конструкции предусматривали наличие примитивных наружных деревянных желобов для отвода атмосферных осадков с кровли здания. Их следует восстановить для осуществления организации более лучшего отвода стоков с деревянной кровли. Также в некоторых случаях становится целесообразным немного увеличивать длину свеса кровли.

В фундаментах необходимо установить вентиляционные продухи. Такие же операции следует проводить и для чердаков, а также в свесах и коньках крыш.

Во всех деревянных строениях, особенно больших по площади, следует организовать систему вентиляции. В данном случае подойдут небольшие отверстия в стенах под потолком, что позволит обеспечить воздухообмен с атмосферой.

В объектах деревянного зодчества большое количество воды может быть найдено в полостях дверных коробок, а также в щелях оконных рам. В таком случае рекомендуется проводить гидроизоляцию таких полостей.

Также для более лучшей сохранности памятников деревянного зодчества становится целесообразным активное развитие музеев под открытым небом, их целенаправленное финансирование государством с обеспечением необходимой степени пожарной безопасности. Лучше сохраняются памятники деревянного зодчества именно в холодных климатических зонах северной части нашей страны, в которых по настоящее время остается как раз большое количество таких объектов культурного наследия.

Каждый созданный государством музей под открытым небом с пополняемыми экспозициями памятников деревянного зодчества способен формировать единый ансамбль, плавно вливаясь в старые поселения, планомерно гармонируя с природной средой, как бы возвращая посетителей такого места в прошлое с той целью, чтобы полностью окунуться в дивный и неизведанный мир красоты и гармонии, в котором жили и творили наши предки, сохраняя и преумножая все то, что дошло сегодня до нас.

Создание музеев под открытым небом — это также формирование различных туристических маршрутов, что будет способствовать созданию рабочих мест для трудоспособного населения.

Вышеперечисленные решения позволят как прямо, так и косвенно увеличивать надежность и долговечность памятников деревянного зодчества. Также целесообразно воспитывать в душе каждого человека понимание того прекрасного, что впитали в себя объекты деревянного зодчества, которые продолжают привлекать много любителей архитектуры не только нашей страны, но и людей из других государств.

Библиографический список

1. *Пилявский В. И., Тиц А. А., Ушаков Ю. С. История русской архитектуры. — М.: Архитектура-С, 2007. — 512 с.*
2. *Ранинский Ю. В. Основы сохранения памятников архитектуры в преемственном развитии ансамбля. М.: МарХИ. 1980. — 89 с.*
3. *Синянский И. А., Шипков О. И., Сергеева Е. А. Особенности систем водоснабжения и водоотведения памятников русского деревянного зодчества. — Системные технологии. — 2021. — № 38. — С. 53–57.*
4. *Левинсон Н. Р. Ремонт и реставрация памятников архитектуры // Московский краевед. — М., 1929. — Вып. 7–8. — С. 85–102.*

5. Ушаков Ю. С. Памятники деревянного зодчества: Принципы организации музеев-заповедников // Строительство и архитектура Ленинграда. 1973. № 6. — С. 24–26.

6. Ополовников А. В. Русское деревянное зодчество. Издательство «Искусство». М., 1986. — 288 с.

RELIABILITY AND DURABILITY OF THE STRUCTURES OF MONUMENTS OF RUSSIAN WOODEN ARCHITECTURE

I. K. Dmitriev*

O. A. Stifeeva**

O. I. Shipkov***

* State University Of Land Use Planning (SULUP), Moscow

** Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

*** The Russian academy of painting, sculpturing and architecture of Ilya Glazunov (The Russian academy of Ilya Glazunov), Moscow

Abstract

The issues of reliability and durability of the structures of monuments of Russian wooden architecture are considered. It was found out that every year in our country several monuments of cultural heritage die, which either do not have time to wait for the necessary repairs and restoration work, or are destroyed as a result of negligence, for example, due to the lack of necessary protection from fires. Recommendations are given that will help to prepare a log house that will be used for prosthetics in monuments of wooden architecture. Information is provided on the need to erect drainage systems in places where monuments of wooden architecture are located to divert both groundwater from the object and surface water, which can cause severe flooding of the territory. Information is given on the use of waterproofing on objects of wooden architecture, as well as on the need to use a vapor barrier.

The Keywords

wooden architecture, construction, log house, foundation, drainage, repair, reconstruction

Date of receipt in edition

27.01.2023

Date of acceptance for printing

30.01.2023

Ссылка для цитирования:

И. К. Дмитриев, О. А. Стифеева, О. И. Шипков. Надёжность и долговечность конструкций памятников русского деревянного зодчества. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 76–79.



УДК 624.154

doi: 10.55287/22275398_2023_1_80

УСТРОЙСТВО И УСИЛЕНИЕ У СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Б. А. Кятов
А. В. Котляревская

Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Аннотация

Одной из ключевых проблем сегодняшнего дня является уплотнение городской застройки за счет строительства, как правило, одноквартирных зданий повышенной этажности, часто с использованием в качестве фундаментов свайных фундаментов. Свайные фундаменты как перспективный тип фундамента применяются в особых условиях строительства более 1000 лет, в том числе на вечномёрзлых грунтах старше 100 лет. Промышленное строительство в настоящее время активно ведется в районах Арктики и Крайнего Севера, также распространено использование свайных фундаментов. В этой статье мы рассмотрели технические этапы строительства и преимущества и недостатки свайных фундаментов. В этом случае можно сделать вывод, что свайный фундамент является одним из более простых, доступных, надежных и долговечных видов фундамента.

Ключевые слова

здание, стена, свайный фундамент, деформация, нагрузка, заложение, вечная мерзлота, почва

Дата поступления в редакцию

16.01.2023

Дата принятия к печати

20.01.2023

Свайный фундамент — это глубокий фундамент. Передача нагрузки на основание осуществляется не только подошвой, но и по бокам сваи. Это связано с трением и сцеплением с подстилающим грунтом. Устройство фундамента такого здания — достаточно сложный процесс, требующий внедрения специальных специализированных машин, оборудования, механизмов и значительных трудозатрат.

Применение свайного фундамента

Винтовые сваи в основном используются при строительстве домов, не имеющих твердого грунта. К ним относятся болотистые и торфяные почвы. Использовать этот фундамент логично только при достаточном уровне грунтовых вод.

Поэтому, в следующих случаях рекомендуется использовать свайное основание:

- сложный рельеф;

- высота объекта строительства;
- место рядом с озером;
- необходимость возведения фундамента в короткие сроки;
- экономия бюджета строительства [1].

Буровые сваи и бетон необходимо укладывать вручную, поэтапно, используя при необходимости ручные инструменты. Также установка винтовых свай не требует проведения бетонных работ.

Фундаменты являются ключевой составляющей любого капитального строительства, поэтому окончательные решения должны приниматься взвешенно.

Рассмотрим преимущества использования свайных фундаментов в строительстве:

1. Легкий фундамент. Строительство свайного фундамента не требует сложных и трудоемких работ, таких как земляные работы или монтаж железобетонных конструкций.
2. Никаких подготовительных работ не требуется. Никакой специальной подготовки места, такой как заклинивание или выравнивание земли перед установкой батареи.
3. Низкая цена. Стоимость строительства фундамента намного дешевле, чем традиционный бетонный фундамент.
4. Универсальность. Он используется в различных областях, даже в районах с грунтовыми водами и суровым климатом.
5. Быстрая установка в любых условиях. Коля можно устанавливать в любое время года, вне зависимости от температуры и осадков. Минимальное время установки, так что вы можете начать строить свой дом прямо сейчас.
6. Высокая производительность. В процессе выполнения расчетов и строгого соблюдения технологии, фонд за годы работы показал свою силу.

На **рис. 1** показана структура процесса возведения свайного фундамента.



Рис. 1. Технологическое строительство с применением свайного фундамента

Хотя этот подход имеет явные преимущества, он также имеет некоторые недостатки. К ним можно отнести:

- Не для скальных образований. Также, если на земле много камней, могут возникнуть трудности с установкой кольев.
- Коррозия. Аккумулятор может быть поврежден во время установки, что сократит срок службы базы [2].

При возведении свай, свай-оболочек и шпунтов мы осуществляем поэтапное управление строительством.

На рис. 2 показаны конструкция и предварительные мероприятия перед закладкой свай.

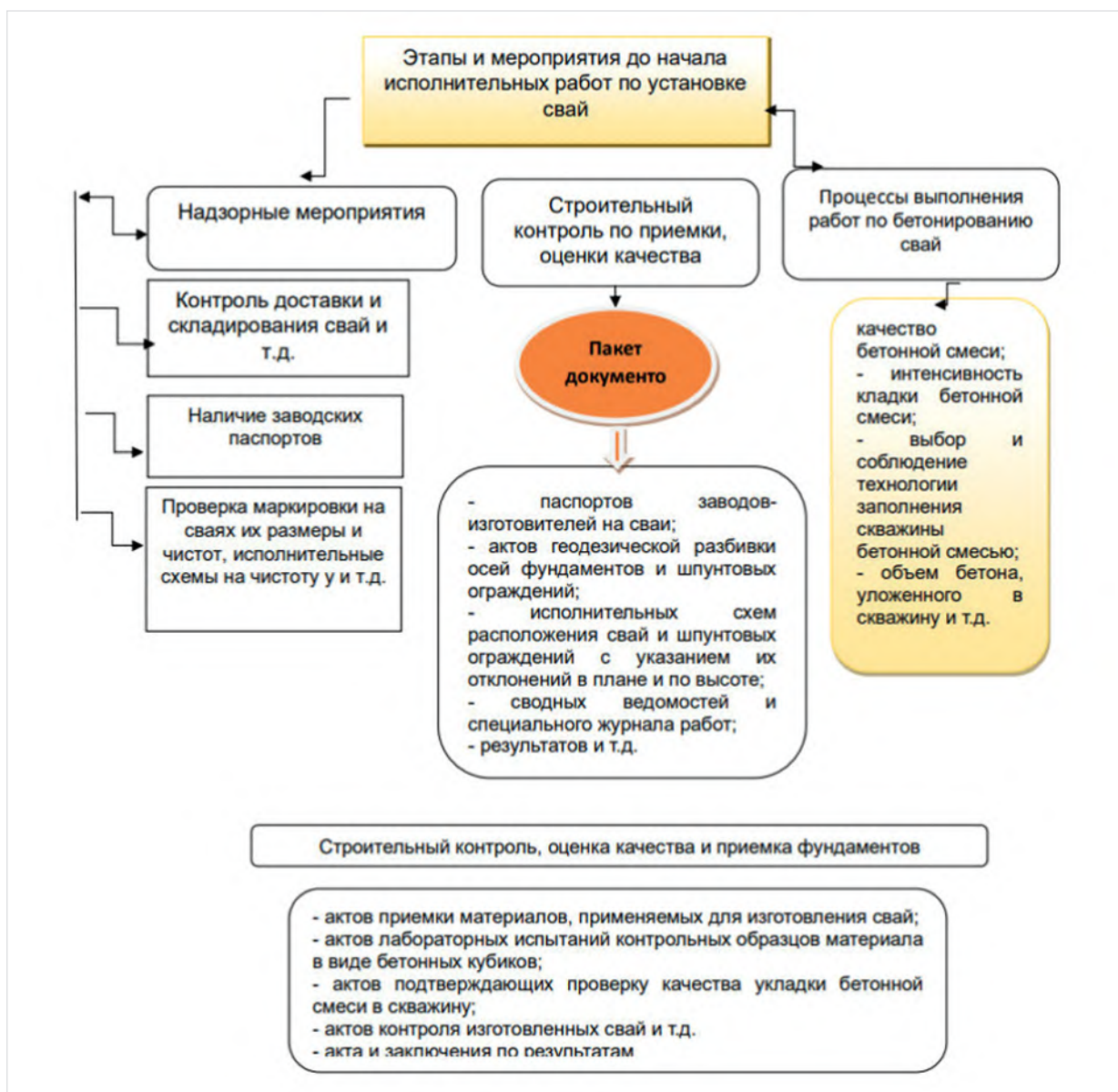


Рис. 2. Структура по подготовительным работам перед началом забивки свай

При приемке установленных свай в первую очередь проверяется соответствие выполненных работ в натуре требованиям проекта [3].

Факт приемки свайных фундаментов оформляется актами, свидетельствующими о наличии выявленных дефектом и способах их устранения.

В районах с неблагоприятными погодными условиями управление строительством выполняют при устройстве свайных фундаментов в многолетнемёрзлом грунте [4].

При приемке свайных фундаментов, установленных в условиях вечной мерзлоты, должен быть составлен акт приемки. Это отражает такие условия установки, такие как условия вечномерзлых грунтов внутри фундамента, и показывает, как характеризуется и разрушается температурный режим грунта вблизи свай.

Виды, материалы и конструктивные особенности свайных фундаментов

Известные типы фундаментов имеют возможность иметь различную конфигурацию, сваи также могут быть выполнены из разных материалов и иметь различную форму [5].

Устройство свайного фундамента

По конструктивным решениям свайные фундаменты могут быть представлены такими видами:

- 1) свайные заросли;
- 2) свайное поле;
- 3) ворсовая лента;
- 4) одиночная свая.

Технология установки

Свайные фундаменты для домов технически более совершенны, чем столбчатые. Если он столбчатый, необходимо вырыть углубление. Для свайных фундаментов необходимо поставить колодцы, установить и зацементировать опоры. Это легко, так как все земляные работы выполняются с помощью дрели. Именно поэтому данная технология устройства является наиболее распространенной. Рекомендуется проектировать свайные фундаменты в следующих случаях; Сложные геологические условия на строительной площадке; несущая способность основания недостаточна для устройства мелкозаглубленных фундаментов — ленточных, колонных или плитных [6].

Свайные фундаменты могут потребоваться, когда несущая способность грунта фундамента низкая. Проведение расчетов может выявить площадь подошвы плиты основания здания недостаточно, либо плита требуемых размеров значительно превышает контур здания. Свайный фундамент в этом случае позволяет успешно использовать нижний слой в качестве сонова.

Техника монтажа осуществляется в четыре этапа:

Этап 1: Разметка. Разметка свайного фундамента строения означает, что необходимо обозначить, куда будет ввинчиваться свая. На этом этапе важна разметка, во избежание ошибок при установке.

Этап 2: Раскопки. Количество свай в расчете свайного фундамента зависит от веса дома и его эксплуатационной нагрузки.

Этап 3: Устройство. Можно начинать свайный фундамент. Ворс должен быть на 30 см длиннее углубления. В этом углублении может быть вода, но она не должна превышать четверти глубины колодца.

Этап 4: Ростверк. Ростверк — это элемент свайного фундамента, необходимый для распределения нагрузки сваи. Различают три типа решеток: сборные, монолитные и сборно-монолитные. Они также делятся на низкие и высокие. Первый устанавливается прямо на землю. Второй находится на горе.

В условиях крайнего севера при возведении капитальных построек на вечномерзлых фундаментах используется одна из 2-ух основ применения вечной мерзлоты. Строительство и эксплуатация зданий; II принцип — наземное основание используется в талом или талом состоянии [7].

В настоящее время в арктических регионах Российской Федерации происходит таяние вечной мерзлоты. Специалисты молвят, будто на любой градус массового потепления температура веч-

ной мерзлоты увеличивается на 0,1–0,8 градуса Цельсия. В глобальном строительстве сообразно принципу 1 эти ситуации, приводящие к понижению прочности оснований и свайных оснований.

Процесс оттаивания вечномёрзлых фундаментов находится в прямой зависимости от температуры окружающего грунта, что значительно снижает несущую способность свай. Согласно СП 25.13330.2020 несущая дееспособность свай в вечномёрзлых грунтах определяется сообразно формуле:

$$F_u = \gamma_t \gamma_c (RA + \sum_{i=1}^n (R_{af,i} A_{af,i})), \quad (1)$$

где γ_t , R и R_{af} — параметры, которые зависят от температуры около свайного грунта.

Так, к примеру, сообразно таблицам В.1, В.3 СП 25.13330.2020:

- значение параметра R — ниже расчетного основания сваи, противодействие мерзлого неза-солённого грунта, температура грунта, глубина мелкозернистого песка. Она повышается от $-0,5$ °С до $-0,3$ °С на высоте 10 м. Выполнить снижение на 550 кПа, для супеси — 100 кПа и 50 кПа для суглинка и глины;
- значение параметра R_{af} — расчетное противодействие сдвигу мерзлых незасоленных грунтов вдоль плоскости промерзания, которое для песчаных грунтов уменьшается на 30 кПа при увеличении применяемой температуры от $-0,5$ °С до $-0,3$ °С. С 20 кПа для глинистых грунтов.

Так же стоит учитывать, что в Арктической зоне Российской Федерации используются заводские сваи ограниченной длины, которые в первую очередь попадают в зону возможного оттаивания грунта [8].

Сообразно изучением Никифоровой Н. С. и Коннова А. В., в Западной Сибири понижение несущей возможности составляет 10–20%, а к 2050 г. не только в Западной Сибири, однако и на всей местности многолетнемерзлых грунтов Российской Федерации она возрастает до 30% (Рис. 3).

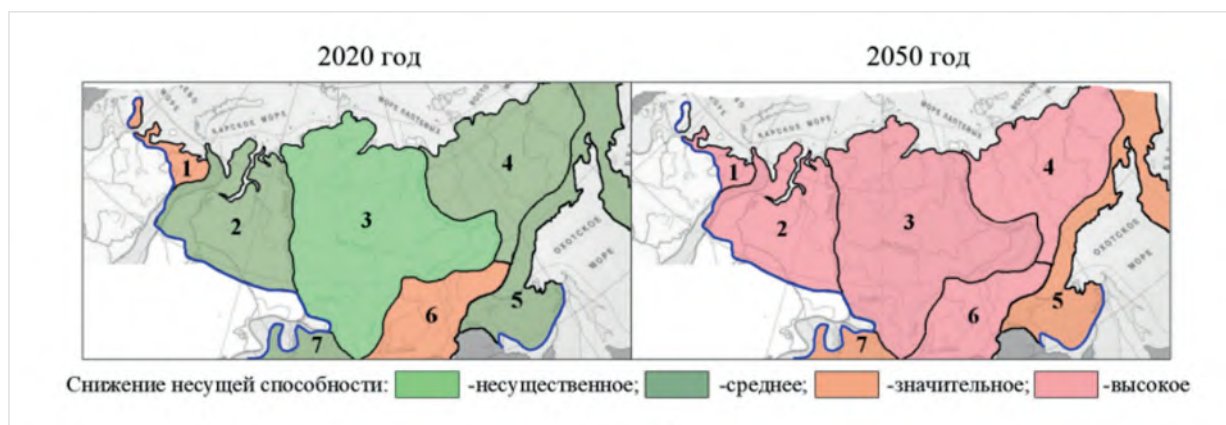


Рис. 3. Зонирование понижения несущей способности свай для 7 географических регионов Российской Федерации

В 2021 году в СП 25.13330.2020 внесены изменения, предусматривающее прекращение эксплуатации мерзлотных скважин, нагнетательных и других кольев.

В условиях вечной мерзлоты рекомендуется использовать проектные решения с высокими запасами прочности [9]. В данном случае надежным решением при строительстве, реконструкции

и усилении капитальных зданий могут стать технологии устройства буро-инъекционных свай, которые обладают следующими преимуществами:

- работа с этой технологией возможна практически во всех почвенных условиях.
- длина свай более 30 метров практически произвольна и поэтому может полагаться на надежные слои грунта независимо от глубины (Рис. 4 б);
- как правило, диаметр сваи составляет 300 мм и наименее, будто позволяет убавить значение негативных сил трения при оттаивании грунта (Рис. 4 а).

Эти преимущества обеспечиваются следующими способами:

- использование цементных и песчано-цементных смесей, специально разработанных для экстремальных северных условий;
- из-за малого диаметра свай тепловое воздействие низкое и сваи примерзают к земле.
- сердцевина, которую разрешено применять для наполнения хладагентом. Перечисленные выше достоинства буроинъекционных свай перед классическими, позволят повысить надежность, несущую дееспособность и срок эксплуатации оснований капитальных зданий в условиях многолетнемерзлых оснований.

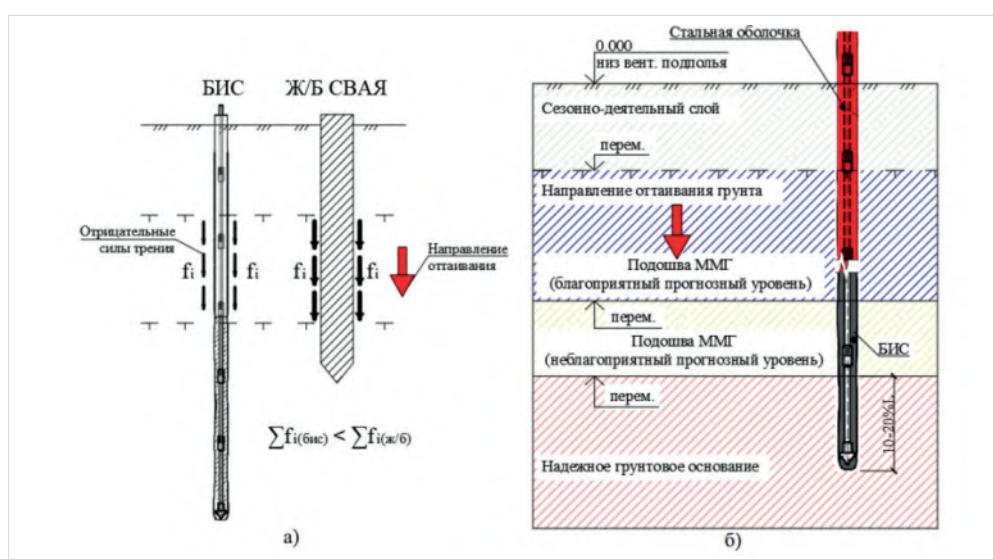


Рис. 4. Достоинства буронабивных свай: а — схема действия отрицательной силы трения; б — схемы высадки буронабивных свай в инженерно-геологических разрезах, содержащих вечномёрзлые грунты.

Наиболее 80% зданий в Арктической зоне Российской Федерации построены в соответствии с главным принципом применения в условиях нескончаемой мерзлоты. Используя технологию забивки буровых свай, можно проектировать свайные фундаменты повышенной прочности с учетом экономической эффективности, независимо от того, предназначены ли они для реконструкции или нового строительства.

Финансовая отдача технологии буронабивных свай обусловлена последующими факторами:

- устройство традиционных буро-забивных свай, в среднем, на 25% дороже, чем буро-инъекционных;
- стоимость зарытых цементных свай никак не находится в зависимости от длины (рис. 5);

- применение обычных забивных свай не рекомендуется для укрепления и перестройки существующих зданий. Это связано с тем, что технология предусматривает частичный снос и снос зданий, что увеличивает трудозатраты [10].

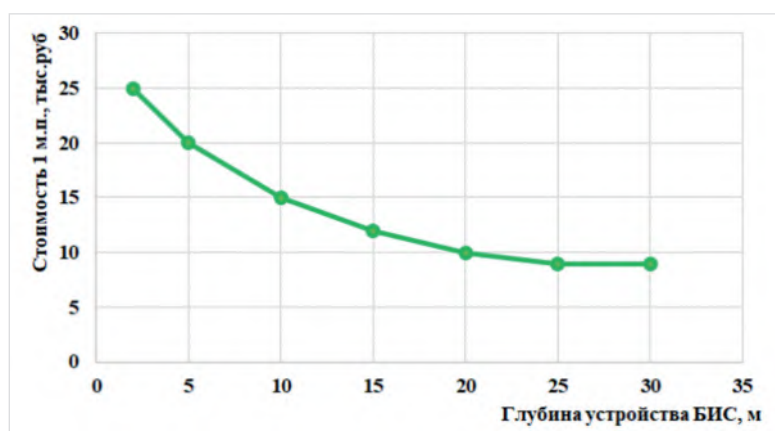


Рис. 5. График зависимости цены от глубины установки буронабивных свай

Заключение

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что поиск новых решений по увеличению надежности и несущей способности свайных фундаментов в условиях многолетнемерзлых грунтовых оснований становится весьма актуальной задачей. Анализ литературных источников выявил ряд преимуществ буро-инъекционных свай перед традиционными, которые учитывая специфику многолетнемерзлых грунтов, позволят повысить надежность и несущую способность свайных фундаментов капитальных зданий.

Библиографический список

1. Свайные фундаменты: плюсы и минусы//supersadovnik.ru: сайт 2008. URL: <https://www.supersadovnik.ru/text/svajnyj-i-opornyj-fundamenty-plyusy-i-minusy-10031582> (дата обращения 25.11.2022)
2. СП 48.13330.2019. Организация строительства. СНиП 12-01-2004: дата введения 2020-06-25. — Официальное издание. — М.: Стандартинформ, 2020.
3. ГОСТ 5686-2020. Грунты. Методы полевых испытаний сваями (с Поправками): межгосударственный стандарт: дата введения: 2021-01-01. — Официальное издание. — М.: Стандартинформ, 2020.
4. Свод правил: СП 43.13330.2012. Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями № 1, 2): нормативно-технический материал. — М.: Стандартинформ, 2019.
5. Свод правил: СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия (с Изменениями № 1, 2, 3): нормативно-технический материал. — М.: Стандартинформ, 2019.
6. Шмидт О. А. Совершенствование метода расчета осадок свайных фундаментов резервуаров с учетом повторяемости их нагружения и разгрузки / О. А. Шмидт // Вестник Пермского над. иссл. политех. ун-та. Строительство и архитектура. 2018. — т. 9. — № 2. — с. 125–133.

7. Полищук А. И. Развитие метода расчета осадок кольцевых свайных фундаментов резервуаров / А. И. Полищук, О. А. Шмидт // Основания, фундаменты и механика грунтов. — 2021. — № 5. — с. 2–7.

8. Проектирование усиления фундаментов реконструируемых, восстанавливаемых зданий с использованием свай / А. И. Полищук, И. В. Семёнов // Construction and Geotechnics. 2020. — Т. 11. — № 4. — С. 33–45. — DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.03.

9. Баранова, Т. И. Аналоговые каркасно-стержневые модели ростверков свайных фундаментов. Гриф УМО ВУЗов России / Т. И. Баранова. — М.: Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2021. — 378 с.

10. Морарескул, Н. Н. Руководство к лабораторным работам по механике грунтов [Текст]: для студентов III и IV курсов специальности ПГС, ИГ, ВК / Н. Н. Морарескул, В. Г. Науменко; Мин-во высшего и среднего специального образования РСФСР, ЛИСИ, Каф. «Основания и фундаменты» — Ленинград, 1961. — 30 с.: черт.

ARRANGEMENT AND REINFORCEMENT AT PILE FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN PERMAFROST SOILS

B. A. Kyatov
A. V. Kotlyrevskaya

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

Abstract

One of the key problems of today is the compaction of urban development due to the construction, as a rule, of single-section buildings with an increased number of storeys, often using pile foundations as foundations. Pile foundations as a promising type of foundation have been used in special construction conditions for more than 1000 years, including on permafrost soils older than 100 years. Industrial construction is currently being actively carried out in the regions of the Arctic and the Far North, and the use of pile foundations is also widespread. In this article, we examined the technical stages of construction and the advantages and disadvantages of pile foundations. In this case, we can conclude that the pile foundation is one of the simpler, more affordable, reliable and durable types of foundation.

The Keywords

building, wall, pile foundation, deformation, load, foundation, permafrost, soils

Date of receipt in edition

16.01.2023

Date of acceptance for printing

20.01.2023

Ссылка для цитирования:

Б. А. Кятов, А. В. Котляревская. Устройство и усиление у свайных фундаментов зданий и сооружений в вечномёрзлых грунтах. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 80–87.



УДК 691.714.124

doi: 10.55287/22275398_2023_1_88

COMPARISON THE DESIGN GUIDELINES FOR THE STEEL TRUSS ELEMENTS USING AISC AND EUROCODE3

M. A. A. Obeid
S. Qasemi
A. Chakraborty
F. S. Akoev
D. L. Rodriguez

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

Abstract

The aim of the research-to illustrate the comparative design procedures for tension members & compression member's usage of two exclusive International diagram codes. the American Institute of Steel Construction (AISC), the European Code (EC3). It focuses on the resistance capacity of steel member's individuals subjected to external loads, internal loads and self-weight etc. Such as tension, compression and flexure. It compares the method of all codes that discover their similarities and differences. The comparison studies the behaviour of the single angle & W section under the load with two different zones, tensile yield and rupture strength, resistance to pressure. The outcomes are introduced graphically in specific approaches such as strength curves, Moment capacity, lateral bracing length and normalized graphs. The comparative finds out about suggests that the resistance capacity. For compression member, specifications have higher capacity and economical approach. For Tensile yield strength, EC3 gives higher capacity for elastic region and AISC(LFRD) gives higher capacities for inelastic region for Tensile rupture strength.

The Keywords

tension member, compression member, design curve, flexural members, lateral-torsional buckling

Date of receipt in edition

11.12.2022

Date of acceptance for printing

20.01.2023

Introduction

Usually, tension members and compression members are made of hot-rolled profiles, usually angle or channel profiles: in other cases, cold-formed profiles can be conveniently used. Load carrying capacity of tension members [1, 2] is primarily governed by the following factors:

- Residual stress distribution caused by manufacturing process.
- Component end connection detail.

The load-bearing capacity of the connection point depends on the effective area. When the power transmission mechanism is analyzed in terms of the centroid of the cross-section, the effective (or net) area is

equal to the total area for the corresponding reduction in pore pressure. For staggered holes, the effective area shall be assumed to be the minimum between the estimated effective area associated with the straight portion and the effective area associated with the appropriate polyline through the hole [3]. This paper, illustrates a comparison of different design specifications for the design of Steel frames elements and those are AISC, EC3 as per the studies by different authors [4]. In the United States, specification for structural steel buildings was developed by the AISC which utilizes both load and resistance factor design (LRFD) and allowable strength design (ASD) formats in Europe, “Design of Steel Structures, EN 1993 (EC3)” was developed by the European Committee for Standardization.

Methods

Steel tension members

Design according to the European method:

Members in tension subjected to the design axial force N_{Ed} must satisfy the following condition at every section, in accordance with European provisions:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad (1)$$

It should be assumed that the design tensile strength, $N_{t,Rd}$ of the cross-section is the minimum between the plastic resistance of the total cross-section, $N_{pl,Rd}$, and the net cross-section resistance in contact correspondence [5, 6],

$N_{u,Rd}$, which is, Respectively, it is defined as:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} \quad (2)$$

$$N_{u,Rd} = 0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2} \quad (3)$$

where A and A_{net} represent the gross area and the net area in correspondence of the holes, respectively, and f_y and f_u are the yield and ultimate strength, respectively, with γ_{M0} and γ_{M2} representing the material partial safety factors.

It should be noted that the term $N_{pl,Rd}$ is associated with ductile failure due to yield strength achievement, while $N_{u,Rd}$ is associated with brittle failure in the conductive section. In the case of seismic loads, a well-established amplitude design approach requires ductile behaviour of the member under tension (eg, $N_{u,Rd} > N_{pl,Rd}$), which can be ensured if:

$$A_{net} \geq f_y / f_u \cdot \gamma_{M2} / \gamma_{M0} \cdot A / 0.9 \quad (4)$$

Referring to single or double angles connected via a single leg, the effective area to be considered for evaluating the tensile load capacity [7], assuming that the force transmission mechanism is only attached to one leg.

When a single angle is used, reference must be made to the standard mentioned in EN 1993-1-8: a single tension angle connected by a single row of bolts in a single leg can be treated as experimentally loaded via an effective grating section having the final design resistance.

$N_{u,Rd}$, they are defined as:

- with one bolt

$$N_{u,Rd} = 2.0 \cdot (e_2 - 0.5d_0) \cdot t \cdot f_u / \gamma_{M2} \quad (5)$$

- with two bolts

$$N_{u,Rd} = \beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2} \quad (6)$$

- with three or more bolts

$$N_{u,Rd} = \beta_3 \cdot A_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2} \quad (7)$$

where e_2 is the distance from the axis of the hole to the outer edge of the element in the direction orthogonal to the force, d_0 is the diameter of the hole, terms β_2 and β_3 are reduction factors depending on the pitch p_1 .

Design according to the US method

LRDF approach:

The design of the tensile member in accordance with the American Provisions for Load Factor and Strength Design [8] (LRFD) meets the requirements of the AISC specification when the design tensile strength $\phi_t P_n$ of each structural component equals or exceeds the required tensile strength P_u determined on the basis of the LRFD load groups, that is:

$$P_u \leq \phi_t P_n \quad (8)$$

where ϕ_t is the tensile resistance factor and P_n represents the nominal tensile strength.

ASD approach:

A design in accordance with the allowable strength design (ASD) requirements meets the requirements of the AISC specification when the allowable tensile strength P_n / Ω_t of each structural component equals or exceeds the required tensile strength P_a determined on the basis of ASD load groups, i. e.:

$$P_a \leq P_n / \Omega_t \quad (9)$$

where Ω_t is the tensile safety factor and P_n represents the nominal tensile strength.

P_n has to be determined as the minimum value obtained according to the limit states of tensile yielding and tensile rupture

$$P_n = \min \{P_{n,y}; P_{n,u}\} \quad (10)$$

- 1) For tensile yielding in the member gross section (ductile failure), the resistance is defined as:

$$P_{n,y} = f_y \cdot A_g \quad (11)$$

where f_y is the specified minimum yield stress and A_g is the gross area of the member. In this case $\Omega_t = 1.67$ and $\phi_t = 0.90$.

2) For tensile rupture in the member net section (brittle failure), the resistance is defined as:

$$P_{n,u} = f_u \cdot A_e \quad (12)$$

where f_u is the specified minimum tensile strength and A_e is the effective net area of the member. In this case $\Omega_t = 2.00$ and $\phi_t = 0.75$.

3) For tension members where the tension load is transmitted to some but not all of the cross sectional elements by fasteners or welds:

$$A_e = A_n U \quad (13)$$

where U is the shear lag factor.

Steel compression members

A member is considered to be compressed when subjected to an axial force applied at its centroid or if it is loaded by an eccentric axial force with a very small eccentricity. In accordance with the current design practice, eccentricity is considered to be sufficiently small when it is less than 1/1000 of the member length.

Design according to the European method:

Strength design for a compression member subjected to a centric axial force N_{Ed} at a given cross-section is performed [9] by comparing the demand to the axial resistance capacity $N_{b,Rd}$, that is:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd} \quad (14)$$

The design compressive strength, $N_{c,Rd}$, is defined as a function of the cross-sectional class, identified as:

- cross-sections of class 1, 2 or 3:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A f_y / \gamma_{M1} \quad (15)$$

- cross-sections of class 4:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} f_y / \gamma_{M1} \quad (16)$$

where A is the gross cross-sectional area, A_{eff} is the effective cross-sectional area (accounting for local buckling phenomena), f_y is the yielding strength of the material [10], χ is a reduction factor and γ_{M1} is the partial safety factor.

More specifically, coefficient χ is the reduction factor for the appropriate buckling mode calculated as follows:

$$X = 1/\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \lambda^2)} \text{ with } x \leq 1 \quad (17)$$

in which the coefficient φ is defined as:

$$\varphi = 0.5 \cdot [1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2] \quad (18)$$

- cross-sections of class 1, 2 or 3:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot F_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \quad (19)$$

- cross-sections of class 4:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot F_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}} \cdot \frac{1}{\lambda_1} \quad (20)$$

in which N_{cr} is the elastic critical load for the appropriate buckling mode (flexural, torsional or flexural-torsional).

In which λ_1 represents the proportionality slenderness and indicated with λ_p , L_{cr} is the effective length of the member under consideration, A and A_{eff} are the gross cross-section and effective area, respectively, and i is the radius of gyration of the cross-section.

Design according to US method:

For a compression member in absence of imperfections and assuming a linear-elastic constitutive law (Euler column), a worth of the axial force could be found to trigger element instability, titled elastic critical load [11], N_{cr} . This phenomenon can take place flexural, torsion or with a mixture of a flexural and a torsional behavior, cross-section in the undeformed and in the deformed situation, respectively.

LRFD approach

Design according to the provisions for load and resistance factor design (LRFD) satisfies the requirements of AISC Specification when the design compressive strength $\phi_c P_n$ of each structural component equals or exceeds the required compressive strength [12, 13] P_u determined on the basis of the LRFD load combinations

Design has to be performed in accordance with the following equation:

$$P_u \leq \phi_c P_n \quad (21)$$

where ϕ_c is the compressive resistance factor ($\phi_c = 0.90$).

ASD approach

Design according to the provisions for allowable strength design (ASD) satisfies the requirements of AISC Specification when the allowable compressive strength [14, 15] P_n / Ω_c of each structural component equals or exceeds the required compressive strength P_a determined on the basis of the ASD load combinations

Design has to be performed in accordance with the following equation:

$$P_a \leq P_n / \Omega_c \quad (22)$$

where Ω_c is the compressive safety factor ($\Omega_c = 1.67$)

The nominal compressive strength P_n is determined as:

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (23)$$

The critical stress F_{cr} is referred to the limit state of flexural buckling as well as for torsional and flexural-torsional buckling. AISC Specifications give different expressions for F_{cr} .

Results and discussions

The Design tension resistance of single angle at a tensile yield strength in the EC3 is given more than 10% safe of the AISC at LRFD and 40%, safe compared to ASD as shown in the **figure 1**. This mean that the ASD is less secure than the others methods.

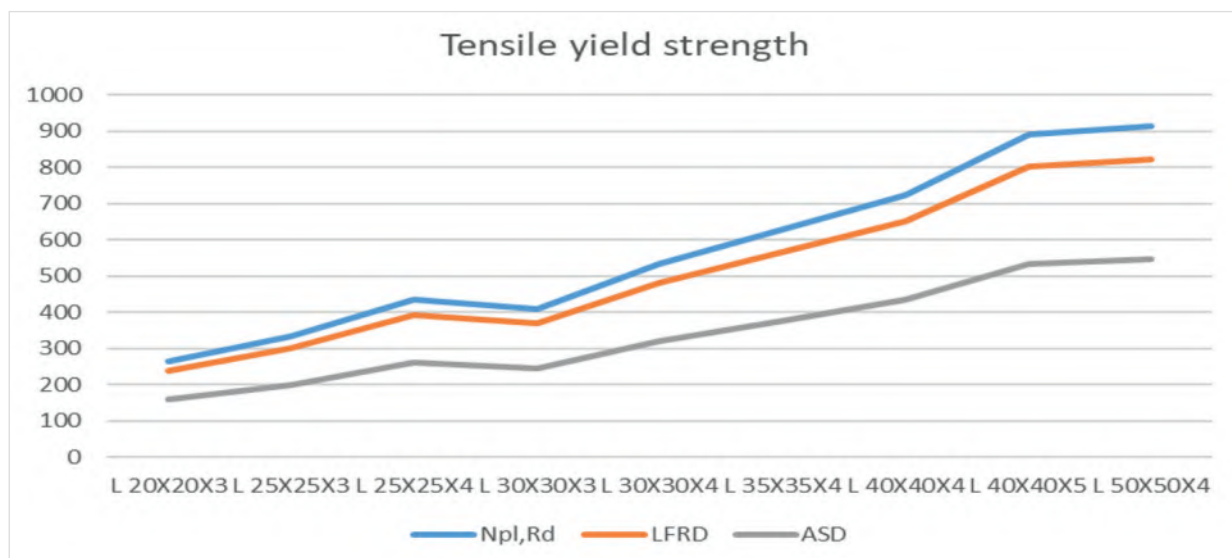


Fig. 1. Tensile yield strength comparison between AISC and EuroCode3

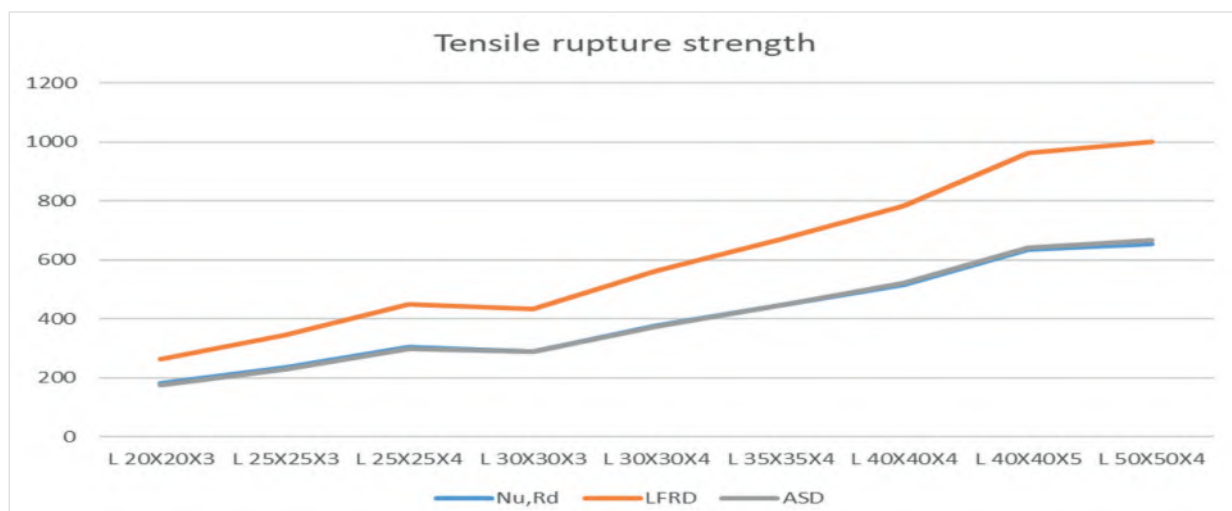


Fig. 2. Tensile rupture strength comparison between AISC and EuroCode3

Through the previous **figure 2**, it can be seen that when calculating tensile rupture strength, there is a convergence in the values between the American code and the European code on the ASD method, and a noticeable difference in the LFRD method. This means that in the LFRD method, more safety coefficients are used than the other methods, and this reflects in the cost of the design and the type of materials that can be used in the project.

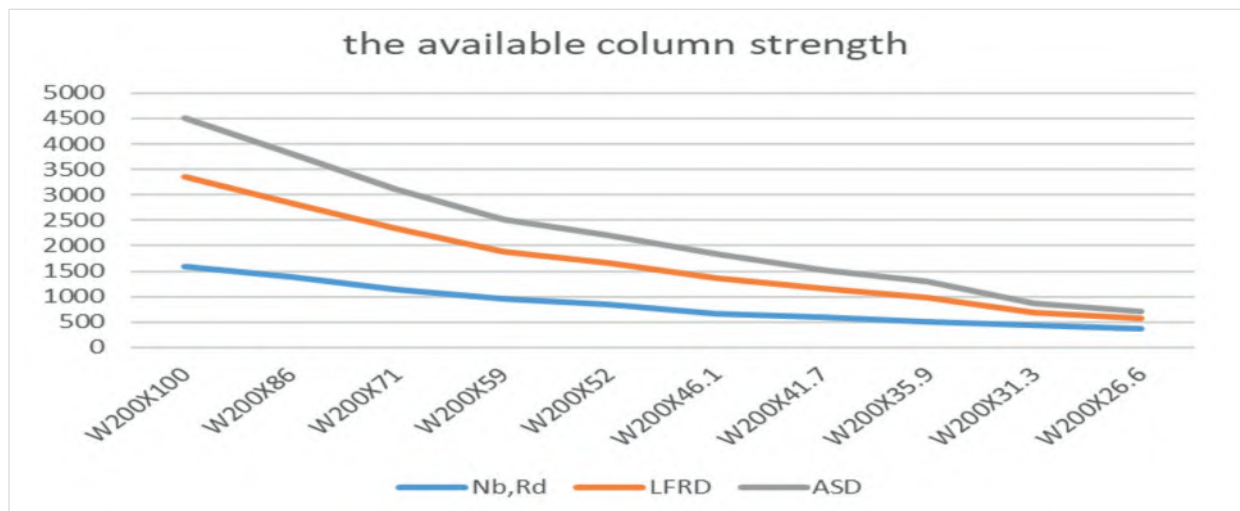


Fig. 3. Resistance to pressure comparison between AISC and EuroCode3

It is also shown through the following drawing that the higher the section height, the more a difference appears between the methods of calculating resistance to pressure, while the lower the section height appears, there is a convergence in the values in the American code, whether in the LFRD or ASD method, and it can be said that in the European code many safety coefficients are used. In contrast to the American code, which depends on a small number of transactions, and this means that when using the American code in calculating the pressure elements, there will be less cost and more economical, which will be reflected in the total cost of the entire project.

References

1. American Institute of Steel Construction 2011 Steel Construction Manual 13th Edition p. 2245.
2. AAVV (2005) Steel Designer's Manual, (eds B. Davison and G.W. Owens), The Steel Construction Institute, Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.
3. AAVV-ECCS (2006) Rules for Member Stability in EN 1993-1-1, Background Documentation and Design Guidelines, European Convention for Constructional Steelwork.
4. AAVV-ECCS n. 123 (2008), Worked Examples According to EN 1993-1-3 Eurocode 3, Part 1-3, European Convention for Constructional Steelwork.
5. Ballio, G. and Mazzolani, F. M. (1983) Theory and Design of Steel Structures, Taylor & Francis.
6. Chen, W. F. (ed.) (1997) Handbook of Structural Engineering, CRC Press.

7. Dowling, P. J., Harding, J. E. and Bjorhovde, R. (eds) (1992) *Constructional Steel Design: an International Guide*, Elsevier Applied Science.

8. Faella, C., Piluso V. and Rizzano, G. (2000), *Structural Steel Semirigid Connections*, CRC Press.

9. Gardner, L. and Nethercot, D.A. (2005) *Designers' Guide to EN 1993-1-1 — Eurocode 3: Design of Steel Structures General Rules and Rules for Buildings*, Thomas Telford.

10. Ghersi, A., Landolfo, R. and Mazzolani, F. M. (2002) *Design of Metallic Cold-Formed Thin-Walled Members*, Spon Press.

11. Johansson, B., Maquoi, R., Sedlacek, G., Müller, C., and Beg D. (2007) *Commentary and Worked Examples to EN 1993-1-5. Plated Structural Elements*. Joint Report Prepared under the JRC — ECCS cooperation agreement for the evolution of Eurocode 3 (programme of CEN / TC 250).

12. Rodhes, J. (1991) *Design of Cold Formed Steel Members*, Elsevier Applied Science.

13. Sedlacek, G., Feldmann, M., Kühn, B., Tschickardt, D., Höhler, S., Müller, C., Hensen, W., Stranghöner, N., Dahl, W., Langenberg, P., Münstermann, S., Brozetti, J., Raoul, J., Pope, R., and Bijlaard, F. (1993) *Commentary and Worked Examples to EN 1993-1-10. Material Toughness and Through Thickness Properties and other Toughness Oriented Rules in EN 1993*. Joint Report Prepared under the JRC — ECCS cooperation agreement for the evolution of Eurocode 3 (programme of CEN/TC 250).

14. Simoes da Silva, L., Simoes, R., and Gervasio, H. (2010) *Design of Steel Structure- Eurocode 3: Design of Steel Structures — Part 1-1 — General Rules and Rules for Building*, Ernst Sohn, A Wiley Company.

15. Trahair, N. S., Bradford, M. A., Nethercot, D. A. and Gardner, L. (2007) *The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3*, Taylor & Francis Group.

СРАВНИТЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТАЛЬНЫХ ФЕРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AISC И EUROCODE3

М. А. А. Обейд

Ш. Касеми

А. Чакраборти

Ф. Ш. Акоев

Д. Л. Родригес

Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Аннотация

Цель исследования — проиллюстрировать сравнительные процедуры проектирования элементов натяжения и сжатия с использованием двух эксклюзивных международных кодов диаграмм. Американский институт стальных конструкций (AISC), Европейский кодекс (EC3). Он

Ключевые слова

растянутый элемент, сжатый элемент, расчетная кривая, изгибные элементы, потеря устойчивости при кручении

фокусируется на сопротивляемости отдельных элементов стального элемента внешним нагрузкам, внутренним нагрузкам, собственному весу и т. д. Такие, как растяжение, сжатие и изгиб. В нем сравнивается метод всех кодов, которые обнаруживают их сходства и различия. В ходе сравнения изучается поведение одиночного углового сечения под нагрузкой с двумя различными зонами, предел текучести при растяжении и разрыве, устойчивость к давлению. Результаты представлены графически в конкретных подходах, таких как кривые прочности, моментная мощность, длина бокового крепления и нормализованные графики. Сравнительный анализ свидетельствует о том, что емкость сопротивления. Для компрессионного элемента технические характеристики имеют более высокую производительность и экономичный подход. Что касается предела текучести при растяжении, EC3 обеспечивает более высокую пропускную способность для эластичной области, а AISC (LFRD) обеспечивает более высокую пропускную способность для неупругой области для прочности на разрыв при растяжении.

Дата поступления в редакцию

11.12.2022

Дата принятия к печати

20.01.2023

Ссылка для цитирования:

M. A. A. Obeid, S. Qasemi, A. Chakraborty, F. S. Akoev, D. L. Rodriguez. Comparison the design guidelines for the steel truss elements using AISC and EuroCode3. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 88–96.





УДК 624.15: 69.059.7

doi: 10.55287/22275398_2023_1_97

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ

Б. А. Кятов

М. И. Бацаева

А. В. Котляревская

Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Аннотация

Данная статья посвящена вопросам, касающимся организации реконструкции фундаментов зданий. В статье отмечается важность решения проблем, возникающих с ремонтом фундамента.

В данной статье указываются причины разрушений фундамента. В ней будет сказано об особенностях ремонта фундамента каркасного или деревянного дома, а также кирпичных и каменных домов.

В статье указаны технологии для конструкционного усиления фундамента, в частности будут рассмотрены физические и химические технологии усиления фундамента.

В статье сделан вывод о выборе технологии и о возможности типовых решений при реконструкции фундамента.

Ключевые слова

армирование, битумирование, бетонирование, силицирование, трамбовка

Дата поступления в редакцию

16.01.2023

Дата принятия к печати

29.01.2023

Строительство здания начинается с закладки фундамента, а ошибки в расчетах и строительстве могут поставить под угрозу всю конструкцию здания и быстро привести к проблемам.

Как правило, проблемы с фундаментом могут возникать по разным причинам, а проблемы с фундаментом могут угрожать имуществу и жизни людей, поэтому их необходимо своевременно обнаруживать и быстро решать. Это будет аварийное крыло [1].

Наиболее нагруженным элементом каждого здания является фундамент. В связи с этим понятно, что первое, с чем можно столкнуться, — это ремонт фундамента здания.

При проектировании и строительстве зданий редко учитывается, что в будущем может потребоваться усиление перестройка фундамента.

Проблема в том, что в современном строительстве мало кто ставит перед собой такую задачу и невозможно просчитать, каким станет то или иное здание через несколько десятков лет. Всегда оставалось достаточно рискованным и непредсказуемым процессом.

Причиной начала реконструкции фундамента являются не только возможное разрушение и деформация различных видов опор, но и увеличение общей нагрузки здания на фундамент. В частности,

повышенная этажность, усадка грунта на отдельных участках и другие возможные причины требуют усиление конструкции фундамента даже без внешних признаков износа крепи.

В целом технические приемы, применяемые в строительстве при усилении фундаментов, обычно различают по типам конструкции фундаментов, с которыми они совместимы.

Итак, наиболее распространенными причинами разрушения фундамента являются:

Оттаивание и общий износ материала, из которого изготовлен фундамент, превышение установленных норм динамических нагрузок на крепь.

Разрушение фундамента может произойти по целому ряду причин, включая эрозию почвы, повреждение водой и сдвиг грунта. В частности, расширение и сжатие почвы из-за изменения содержания влаги может вызвать значительную нагрузку на фундамент. Кроме того, неправильные технологии строительства или использование некачественных материалов также могут привести к разрушению фундамента.

Все вышеперечисленные причины могут привести к снижению несущей способности фундамента, неизбежно требующему срочного ремонта [2].

В большинстве случаев затруднительно проводить ремонт жилых фундаментов жилых многоквартирных комплексов, куда допускаются только лицензированные компании, сумевшие выиграть соответствующие торги.

Ремонтные работы должны проводиться после тщательного анализа и эффективной разработки и согласования тщательно разработанного проекта.

Ремонт каркасов или фундаментов деревянных построек обычно производят с помощью специальных домкратов. При этом вся строительная конструкция поднимается над базовой плоскостью, после чего выполняются все необходимые работы и дом снова ставится на новый или уже отремонтированный фундамент.

Фундаменты кирпичных и каменных домов ремонтируют путем рытья траншей, армирования и бетонирования периметров, применения специальных буровых свай. Ремонт фундаментов старых зданий следует проводить с особой тщательностью. При этом технология работ определяется в каждом случае индивидуально, часто со сложностью всех операций, необходимых для восстановления фундамента [3].

Прежде чем приступить к ремонту и укреплению фундамента, необходимо выявить точную причину повреждения фундамента и устранить ее.

Для точного определения причин повреждения фундамента и при реконструкции фундамента мы собираем информацию об истории здания или строительной конструкции и проводим технические осмотры как надземной, так и подземной части здания и прилегающая территория. Обратите внимание, что такие обследования очень важны для старых зданий.

Качественно собрав информацию об истории существования того или иного здания или строительного сооружения, можно определить дату его постройки; установите, каким был первоначальный вид; найдите любые изменения, которые могли произойти во время эксплуатации здания. Чрезвычайная ситуация. Такое наличие технической документации значительно сокращает объем всех последующих проверок [4].

Можно утверждать, что начало ремонта фундамента всегда начинается с тщательного осмотра. При этом видны все дефекты монолитных и сборных конструкции, а также грунта под ними (поэтому в действительности нет смысла восстанавливать ленты из кирпича пыльным песком, торфом или новым бетоном).

Если расчетная прочность фундамента недостаточна (земля + подстилающий слой из нерудного материала), его необходимо предварительно усилить химическими и физическими методами, а также конструктивным армированием.

Технологии усиления конструкционного фундамента представляют собой:

- Боковая присыпка применяется, когда грунт «заплывает» под незаглубленный монолитный пояс, а его борта засыпаны щебнем или песком;
- Армирование, когда незакрепленный слой соединяется с нижним слоем путем навинчивания несъемной спирали;
- Проникающие шторы, на пути миграции грунтовых вод делается канавка, которая затем заполняется глиной, которая должна не пропускать их к фундаменту;
- Песчаная подушка. После удаления торфа и пылеватого песка из котлована под мелкозаглубленный фундамент укладывают и утрамбовывают слой щебня или крупнозернистого песка поверх слоя геотекстиля.

Физико-химические методы амплификации следует использовать, когда перечисленные методы не могут быть применены из-за особенностей эксплуатации площадки или сложной конструкции ленты.

- Термическая технология. Топливо заканчивается в несколько колодцев малого диаметра, и расчетное сопротивление увеличивается по мере спекания почвы после сгорания. Этот прием подходит только для лёсса;
- Электрохимическая технология. Реагенты падают в несколько лунок, через которые пропускают электрический ток. Аналогичные методы используют для суглинка и супеси;
- Силицирование, битумирование. Эта технология включает инъекцию и пропитку породы жидким стеклом и нефтяной смолой;
- Цементация. Аналогичная методика заключается в перекачивании цементного молока до необходимой насыщенности грунта (иногда добавляется кварц). Вводя смолу, содержащую отвердитель, можно зафиксировать пыльный песок, повысив водостойкость.

Успешный капитальный ремонт фундамента здания обеспечит эксплуатационную надежность и долговечность этого здания, продлив срок службы установленного при проектировании нормативного срока службы.

Причиной необходимости проведения капитального ремонта фундамента могут быть не только явные признаки его разрушения, но и повышенные нагрузки на него, особенно повышенная этажность здания, перепланировка или проседание земель.

Под реконструкцией фундамента следует понимать целый комплекс проводимых работ, в который может включать в себя изменение типа конструкции сооружения, его конструктивных, особенностей и размеров.

В процессе восстановления фундамента и полное усиление фундамента и усиление отдельных частей осуществляется как основной этап решения задач, связанных с ремонтом или восстановлением несущих конструкции [5–6].

Помимо технических аспектов реконструкции фундамента, важно также учитывать стоимость и временные последствия проекта. Стоимость реконструкции фундамента может варьироваться в зависимости от размера и сложности проекта, а также от используемых материалов и технологий. Важно провести анализ затрат и выгод, чтобы определить наиболее экономически эффективный подход к проекту.

Следует помнить, что выбор той или иной технологии производится в зависимости от геологических особенностей, фактического состояния фундамента и условий эксплуатации. Важно учитывать тот факт, что стандартных решений по ремонту фундамента просто не может быть.

Заключение

В заключение следует отметить, что в данном исследовании были рассмотрены различные методы организации реконструкции фундаментов, включая армирование, битумизацию, бетонирование, использование геотекстиля, силикатизацию и рытье траншей. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода будет зависеть от конкретных условий и требований проекта. В целом, важно тщательно оценить состояние грунта и проконсультироваться с экспертами в данной области, чтобы определить наиболее подходящий метод реконструкции фундамента.

Кроме того, данное исследование также подчеркнуло важность правильного планирования и выполнения проектов реконструкции фундаментов. Использование передовых технологий, таких как геотехнические исследования и компьютерное моделирование, может значительно помочь в оценке состояния грунта и разработке плана реконструкции. Кроме того, использование высококачественных материалов и надлежащих строительных технологий может обеспечить долговечность и стабильность реконструированного фундамента.

Библиографический список

1. Берлинов, М. В. Основания и фундаменты: Учебное пособие. — СПб.: Лань, 2011. — 320 с.
2. Боданов, Ю. Ф. Фундаменты от А до Я: Строительство и ремонт. фундаментов. Планировка. Технология. Материалы. — М.: ИКТЦ ЛАДА, 2005. — 224 с.
3. Федулов, В. К. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений: Учебное пособие. — М.: МАДИ, 2015. — 84 с.
4. Ремонт и реконструкция деревянных домов любой сложности в кратчайшие сроки. // Глав Эксперт: URL — <https://upgradedoma.ru/articles/ysilenie-i-rekonstrykciia-fundamentov/?ysclid=lav1y-6ljuy51973087>.
5. Способы реконструкции фундаментов зданий. // Блог о ремонте: URL — <https://blog-potolok.ru/sposoby-rekonstrukcii-fundamentov-zdanij/?ysclid=laua16rkto812942550>.
6. Технология ремонта и усиления фундаментов. // Лидер Проект: URL — <https://lidermsk.ru/articles/68/tehnologiya-remonta-i-usileniya-fundamentov/?ysclid=laua0qj49l408525387>.

ORGANIZATION OF THE RECONSTRUCTION OF FOUNDATIONS

B. A. Kyatov

M. I. Batsaeva

A.V. Kotlyrevskaya

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

Abstract

This article is devoted to issues related to the organization of the reconstruction of building foundations. The article notes the importance of solving problems arising with the repair of the foundation.

This article indicates the causes of the destruction of the foundation. It will talk about the features of repairing the foundation of a frame or wooden house, as well as brick and stone houses.

The article will indicate technologies for structural reinforcement of the foundation, in particular, physical and chemical technologies for strengthening the foundation will be considered.

At the end of the article, a conclusion will be made about the choice of technology and the possibility of standard solutions for the reconstruction of the foundation.

The Keywords

reinforcement, bituminization, concreting, silicification, tamping

Date of receipt in edition

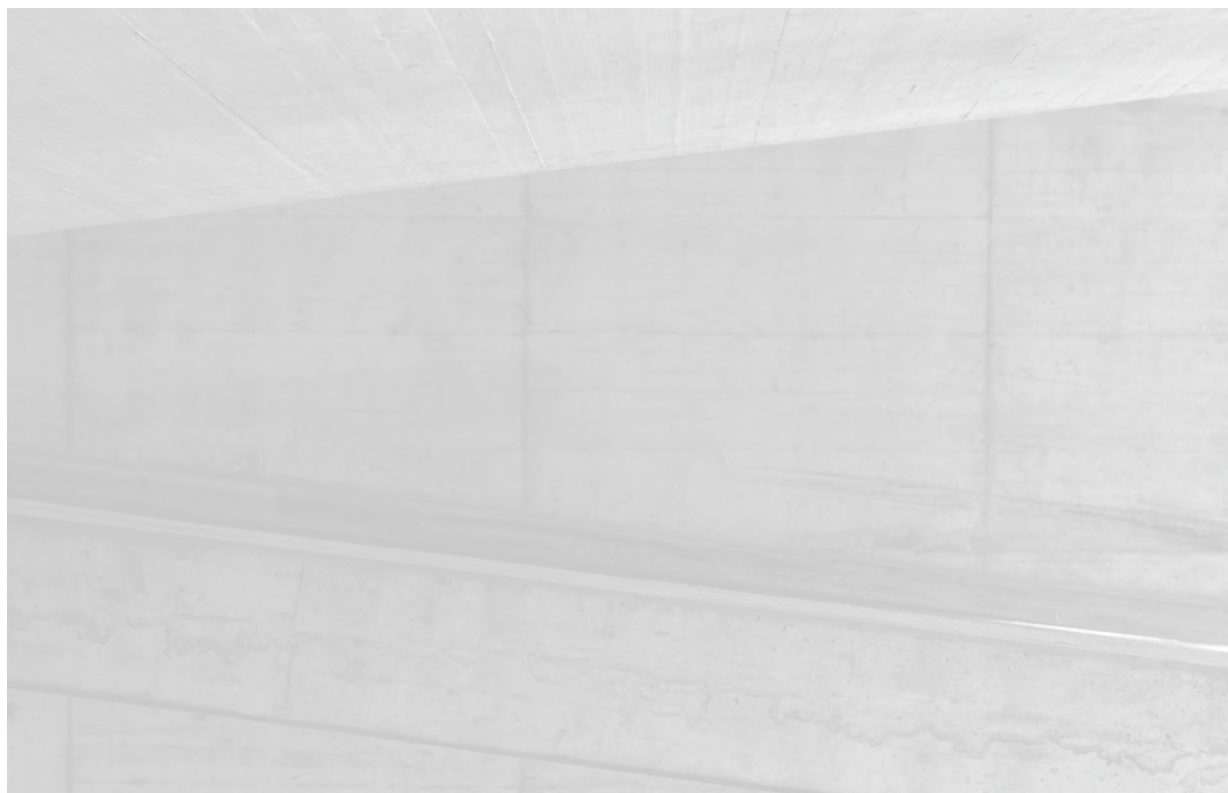
16.01.2023

Date of acceptance for printing

29.01.2023

Ссылка для цитирования:

Б. А. Кяттов, М. И. Бацаева, А. В. Котляревская. Организация реконструкции фундаментов. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 97 – 101.





УДК 69:004

doi: 10.55287/22275398_2023_1_102

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА НА BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

И. Б. Машковцев

М. И. Абу Махади

Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Аннотация

Еще полтора десятка лет назад для топ-менеджеров строительной отрасли стало очевидным, что BIM начал стремительное движение в сторону реформации индустрии архитектуры, проектирования и строительства. В США и Европе правительства взяли на себя серьезные обязательства по переходу на BIM почти для всех крупных проектов, финансируемых из госбюджета. Стало понятно, что через несколько лет возможно произойдет отход от традиционных методов проектирования и строительства. Стали вырисовываться масштабы по срокам и финансовым вложениям, необходимые для изучения и внедрения BIM в процессы проектирования, строительства, управления. Однако, столь же очевидными стали потенциально более значительные затраты, связанные с отказом от использования технологии BIM. Понятно, что вкладывая время, финансовые ресурсы, нужно начинать переход, начав переобучение архитекторов на Autodesk Revit, ведущее на сегодняшний день программное обеспечение для трехмерного моделирования с возможностями BIM.

Ключевые слова

цифровая модель здания, BIM-технологии, строительство, проектирование

Дата поступления в редакцию

15.01.2023

Дата принятия к печати

20.01.2023

Отличия BIM и CAD

Для понимания отличия необходимо обратиться к общепринятой расшифровке аббревиатур.

Система автоматизированного проектирования (англ. Computer-aided design (CAD))— автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР [1].

BIM (англ. Building Information Model или Modeling) — информационная модель (или моделирование) зданий и сооружений

Информационное моделирование здания — это подход к возведению, оснащению, эксплуатации и ремонту (а также сносу) здания (к управлению жизненным циклом объекта).

CAD это тоже информация о здании, а значит и это тоже есть BIM в широком его представлении. Разница заключается в области применения аббревиатур и объеме собранной информации. CAD используют применительно к двумерному проектированию, BIM — к трехмерному (рис. 1). Информационная модель может содержать различный объем собираемой информации об объекте и быть 2D, 3D, 4D, 5D моделью здания.

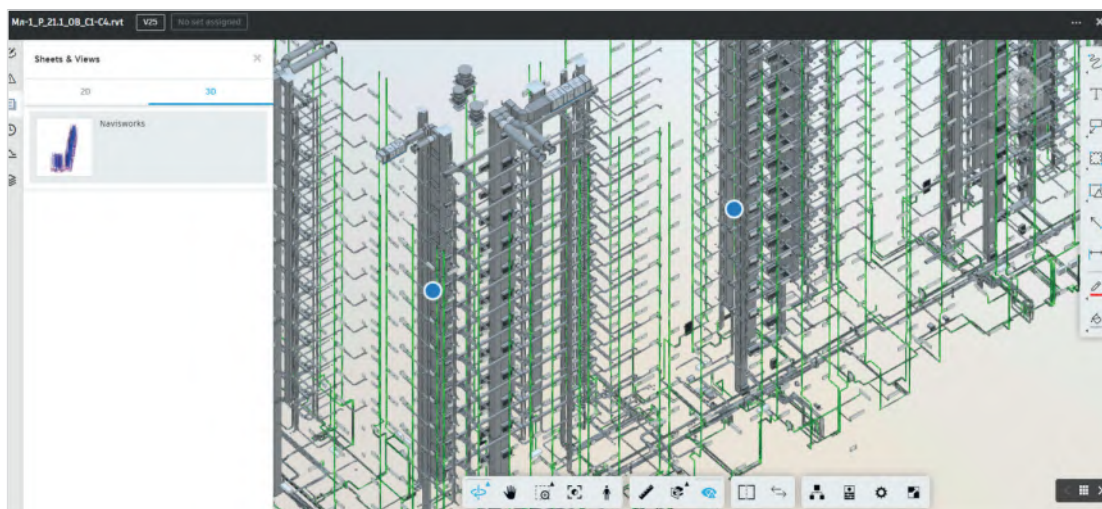


Рис. 1. Информационная 3D-модель здания. Раздел ОВ

Как не вернуться к САПР?

По сути, у проектировщиков нет задачи не вернуться к САПР, есть задача найти применение для всех закладываемых в информационную модель данных на последующих этапах жизненного цикла (ЖЦ) объекта. Информационная модель не должна создаваться ради модели. Если есть спрос на информацию, если ее наличие приводит в итоге к экономическому эффекту (не только в рамках проектирования, а именно с учётом всех этапов ЖЦ), то вопрос о возврате сам по себе не будет возникать [2].

Выбор и интеграция нового ПО Revit

Для информационного моделирования существуют различные системы, разного уровня и с разной историей разработки. Для гражданского проектирования наиболее распространённым является Revit, но говорить, что он единственный нельзя, тем более, существуют технологии передачи информации между разными системами через обменные форматы [3].

Переход на работу в новых программных комплексах или переход на другую технологию работы, даже с применением тех же систем, это значительное изменение и человеческий фактор в нем очень важен [4]. Программы не работают из «коробки» и требуют дополнительной настройки и адаптации в рамках каждой компании, из этого в том числе складывается BIM-технология.

Трудности адаптации персонала

Работа с персоналом — это одна из важнейших составляющих, которая часто недооценивается при внедрении новых решений. Во многих случаях именно игнорирование работы с персоналом приводит к отрицательному результату внедрения BIM [5].

При внедрении BIM-технологии отдельно планируется обучение персонала, ввод в работу каждого компонента технологии со сбором обратной связи, опрос мнений и предложений со стороны пользователей с целью их применения при формировании технологии или аргументированного их отклонения. Персонал имеет свойство обновляться, и работать с персоналом нужно постоянно.

Возможные трудности с Заказчиком

Трудности в этой сфере могут возникнуть только в двух случаях: первый - это если заказчик не до конца понимает или не спланировал применение вносимых в информационную модель данных и тогда шансы, что ожидания заказчика совпадут с реальностью стремятся к нулю [6]. Второй — это человеческий фактор — работу с персоналом заказчика нужно тоже проводить, а внедрение BIM на стороне заказчика должно включать в себя точно такие же этапы, как и на стороне проектирования.

Финансы

Внедрение BIM — дорогостоящий проект, который требует существенных осознанных инвестиций. На первых этапах внедрения и пилотного применения BIM не только не будет прибыли, но и возникнет удорожание или увеличение сроков. Выгоду и прибыль нужно оценивать при комплексном рассмотрении всех этапов жизненного цикла объекта, так как при внедрении BIM на одних этапах может произойти удорожание, но это оправдано за счёт существенной прибыли на последующих этапах [7].

Заключение

Переход к BIM возможно будет идти еще более медленными темпами, чем ожидается. Сначала скорее всего появятся проблемы, связанные с производительностью, отсутствием должных навыков и интеграцией процессов. Всякий раз, когда внедряется новая система, почти всегда происходит немедленное падение производительности [8]. Спустя время и при должном финансировании производительность скорее всего вернется к исходным значениям, а окупаемость инвестиций, сделанных при внедрении изменений является долгосрочной целью.

Несмотря на эти проблемы, количество проектов, которые можно завершить с использованием Revit и BIM, неуклонно будет расти, пока эта приверженность, наконец, не окупится: повышение производительности и финансовые выгоды от использования Revit и BIM явно превзойдут первоначальные потери производительности и финансовые вложения, что представит собой чистую прибыль для бизнеса и сильный импульс для будущей работы.

Библиографический список

1. Фролова, Е. В. Информационное моделирование строительного объекта (BIM) / Е. В. Фролова // Инновации. — 2017. — № 4. — С. 109 – 123.
2. Талапов, В. В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий / Талапов В. В. — М. : ДМК-пресс, 2015. — 408 – 410 с.
3. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 392 с.

4. Черемных, Ю. Н. Микроэкономика. Продвинутый уровень: Учебник. / Черемных Ю. Н. — М.: ИНФРА-М, 2012. — 844 с.

5. Building Information Modeling. Level 3 Building Information Modelling — Strategic Plan. BIM Task Group 2013 [12] — 47 p.

6. Журнал Bimlab (электронный ресурс) <https://bimlab.ru/faq-bim3d.html> (дата обращения: 18.11.2022).

7. Заметки о Revit и том, что с ним связано [Электронный ресурс] // Бесплатный видеокурс AutodeskRevit MEP. URL: <http://www.avisotskiy.com/2014/04/autodesk-revit-vysotskiy-consulting.html?m=1> (дата обращения: 20.11.2022).

8. Понятие BIM-технологии в проектировании: что такое информационное моделирование зданий в строительстве [Электронный ресурс] // ООО «ЗВСОФТ». URL: <http://www.zvsoft.ru/stati/ponyatie-bim-tekhnologii> (дата обращения: 12.12.2022).

BIM TECHNOLOGIES IN MODERN CONSTRUCTION

I. B. Mashkovtsev

M. I. Abu Makhadi

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

Abstract

A decade and a half ago, it became obvious to top managers of the construction industry that BIM began a rapid movement towards the reform of the architecture, design and construction industry. In the USA and Europe, governments have made serious commitments to switch to BIM for almost all major projects funded from the state budget. It became clear that in a few years there might be a departure from traditional methods of design and construction. The scale in terms of timing and financial investments necessary for the study and implementation of BIM in the design, construction, and management processes began to emerge. However, the potentially more significant costs associated with abandoning the use of BIM technology have become equally obvious. It is clear that investing time, financial resources, you need to start the transition by starting retraining architects on Autodesk Revit, the leading software for three-dimensional modeling with BIM capabilities today.

The Keywords

digital building model, BIM technologies, construction, design

Date of receipt in edition

15.01.2023

Date of acceptance for printing

20.01.2023

Ссылка для цитирования:

И. Б. Машковцев, М. И. Абу Махади. Проблемы перехода на BIM-технологии в современном строительстве. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 102–105.



УДК 69.003.13

doi: 10.55287/22275398_2023_1_106

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Г. Э. Окольникова ^{*/**}

Е. М. Хамидуллина ^{*}

П. О. Коновалова ^{*}

^{*} Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

^{**} Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

Аннотация

В данной статье рассмотрено понятие инвестиционно-строительного комплекса и его составляющих, проведен анализ текущих тенденций, внутренних и внешних факторов, препятствующих его развитию.

Ключевые слова

строительство, проблемы, перспективы, инвестиции, тенденции, ресурсы, рентабельность, эффективность

Дата поступления в редакцию

23.01.2023

Дата принятия к печати

24.01.2023

Инвестиционно-строительный комплекс представляет собой единый народно-хозяйственный комплекс, включающий в себя совокупность отраслей, производств и организаций, характеризующуюся тесными и устойчивыми экономическими, организационными, техническими и технологическими связями [1].

Принято выделять следующие пять групп организаций в составе строительного комплекса:

I группа — постоянно действующие строительные предприятия (подрядчики и пр.);

II группа — промышленные и производственные компании (производство строительных материалов, изделий, конструкций и пр.);

III группа — предприятия, которые производят инструменты труда, снабжающие строительные организации.

IV группа — компании, оказывающие услуги по обеспечению жизнедеятельности строительных отраслей.

В группа — организации, осуществляющие руководство этапов строительства – ведомства, ассоциации, министерства, объединения, комитеты и пр. [2]

В настоящее время для инвестиционно-строительной сферы характерны следующие тенденции:

Наблюдается положительная динамика инвестиционной активности. В 2021 году из общего объема инвестиций в жилую недвижимость и помещения вложено 15,5%, в машины, оборудование и транспортные средства — 26,8% и в прочую интеллектуальную собственность — 57,7%.

Стремительное развитие строительной отрасли России. Объем выполненных строительных работ в 2021 году составил 466, 83 млрд. руб., или 106,84% по сравнению с 2020 годом. К концу 2021 года введено в эксплуатацию 71 904 квартир общей площадью 3463,8 кв. м. в то время, как в 2020 году было построено 71 673 квартир.

Кроме того, происходит увеличение объемов жилья, построенного населением за счет заемных и собственных средств. Так, в 2021 г. значение данного показателя в Санкт-Петербурге находилось на уровне 250,8 тыс. кв. м., то в 2020 году данный показатель находится на уровне 206,6 тыс. кв. м. Объем ввода жилых домов в эксплуатацию увеличился на 121,39% [3].

Наблюдаются серьезные изменения в потребительском спросе. Средний размер квартир, построенных в Санкт-Петербурге в 2010 году, составил 62,1 кв. м общей площади, а в 2020 году — уже 46,9 кв. м. Выделены основные причины снижения средней площади возводимого жилья:

- снизился спрос граждан на просторные квартиры по причине роста цен на жилье. Удорожание строительных материалов, конструкций, затруднительная логистика, замедленный процесс импортозамещения (после введенных санкций стран Евросоюза, российский рынок строительных материалов относительно недавно начал адаптироваться к выпуску и производству аналогов импортной продукции) — все эти факторы сопровождаются ростом стоимости квадратного метра жилья [4];
- изменение в восприятии жилой недвижимости. В настоящее время прослеживается тенденция к покупке компактных и функциональных квартир [5].

Увеличение объема выполнения строительных работ по субподрядным договорам. В 2021 году объемом принятого выполнения достиг 11 047,9 млрд. рублей (107% к уровню 2020 года).

В строительной отрасли средний уровень рентабельности составил 4,5% в 2019 году (в 2018 г. — 3,9%).

При этом, 27% крупных и средних строительных организаций в 2020 году оказались убыточными (в 2019 году доля убыточных предприятий составляет 25,8%), что говорит об устойчивой негативной тенденции.

Следующие два фактора влияют на уровень рентабельности предприятий:

- повышение цен на строительные материалы, что влечет за собой увеличение стоимости строительства одного квадратного метра жилья [6].

По данным статистики Санкт-Петербург, в период с 2019 по 2022 гг. в 2,3 раза увеличилась средняя фактическая стоимость одного квадратного метра жилья.

- рост цен на готовую строительную продукцию.

Пять выявленных основных тенденций позволяют сделать следующие выводы:

1. Влияние на инвестиционную ситуацию в экономике России оказывают:
 - уменьшение объема государственных инвестиций;
 - частное финансирование;
 - уровень соотношения инвестиций в потребительский сектор и промышленные производства.

2. Выявлены факторы, которые препятствуют развитию строительного-инвестиционного комплекса в России:

- источники финансирования не являются надежными;
- ввиду экономической нестабильности в стране, происходит общее снижение инвестиционной деятельности.

Принято делить проблемы инвестиционно-строительного комплекса на внешние и внутренние [7]. На примере г. Санкт-Петербурга к внешним проблемам относят:

1. Инфляция на рынке строительных материалов. Удельный вес материалов и оборудования внутренних инженерных систем в структуре затрат строительного проекта составляет 55–75%.

2. Отсутствие подготовленных к началу строительства участков с инженерной инфраструктурой. Несмотря на то, что каждый застройщик перечисляет в Финансовый комитет Санкт-Петербурга средства на развитие городской инфраструктуры, подготовка новых площадок под застройку в городе не предусмотрена. Учитывая геологическую ситуацию, «слабый грунт», качество земных пород, расположение Санкт-Петербурга на топиях Невы, лишенных перепадов рельефа, строительство многоэтажных домов требует значительных капиталовложений. Одновременно с ростом этажности увеличивается нагрузка на основание здания, что требует более точных инженерных разработок и усиления грунта, и, вместе с тем, дополнительных финансовых вложений [8].

3. Неполнота законодательной и нормативно-правовой базы в сфере регулирования отношений между строительными организациями и администрацией по вопросу регистрации участков и документального сопровождения строительства объектов. Оформление документов и получение более сорока виз вышестоящих инстанций занимает значительного количества времени прежде, чем строительная компания приступит к выполнению строительного-монтажных работ.

4. Дефицит строительной техники, машин и механизмов. Значительный износ основных производственных фондов [9] и специализированного оборудования приводит потребителей к повышенному их спросу. Например, некоторые модели башенных кранов в Санкт-Петербурге ограничены единицами, в том время, как на них наблюдается устойчивый спрос [10].

5. Препятствием для развития строительной отрасли страны является отсутствие эффективной системы ипотечного кредитования, поскольку в настоящее время существуют сложности в привлечении заёмных средств на приемлемых условиях [11]. Спрос на ипотеку осуществляется только гражданами со стабильным высоким доходом и постоянной занятостью, он не предназначен как массовый продукт для всех. Учитывая низкую платёжеспособность основной доли населения, слабое участие государства в поддержке ипотеки, внушительный размер первоначального взноса и переплаты процентов за пользование кредитом, не регулирование государством цен на жилую недвижимость при условии льготной процентной ставки от Застройщика (в настоящее время распространена программа субсидированной ипотеки от Застройщиков от 0,1%, но при этом стоимость жилья увеличивается на 25–35% от ее рыночной стоимости), существует риск потерять жилье, поскольку в настоящее время в стране существует нестабильная экономическая ситуация и нельзя гарантировать стабильный источник дохода [12].

Таким образом, повышение общего уровня цен на материалы [13] и конструкции для строительного производства приводит к соответствующему удорожанию всего проекта.

К внутренним проблемам строительных компаний относятся следующие:

1. Неэффективная организационная структура компании. Как наследие плановой экономики, консерватизм «старого» менеджмента часто приводит к невозможности быстрого реагирования на динамичные изменения внешней среды, реорганизации структур, снижению затрат, что влечет за собой повыше-

ние конкурентоспособности. Однако даже молодые строительные компании могут столкнуться с неэффективным структурным управлением из-за нехватки опыта и неквалифицированных специалистов.

2. Отсутствие эффективных стратегий развития и структурированного планирования. Деятельность девелоперской компании зачастую хаотична. Приобретение участков земли под строительство объектов не сопровождается тщательной экспертизой инвестиционных проектов, что увеличивает риск убыточности проектов и банкротства компаний из-за кассовых разрывов и сопутствующих проблем.

3. Недостаток собственных денежных средств для покрытия текущих затрат. Данная проблема вытекает из второй: отсутствует стратегия, осуществление непрофессионального планирования, переоценка собственных сил и пр. [14].

4. Длительные сроки строительства предполагают наличие большого разрыва времени между началом осуществления расходов на строительство и получением выручки от реализации объекта.

Заключение

Таким образом, перспективы развития инвестиционно-строительного комплекса в России представляют собой значительный строительный объем в виде требуемого для удовлетворения потребности населения жилья и объектов инфраструктуры, т.е. напрямую связаны с развитием жилищной сферы, с ее многоплановым позитивным воздействием на экономику и социальную стабильность. А цель развития инвестиционно-строительного комплекса строительства на современном этапе можно сформулировать следующим образом — ввод объектов в эксплуатацию в нормативные сроки с надлежащим качеством при минимальной стоимости.

В современных условиях на строительное предприятие и эффективность его функционирования наиболее значительное влияние оказывают: высокая степень конкуренции на рынке, снижение рентабельности в отрасли (за счет роста цен на готовую строительную продукцию ввиду роста ее себестоимости и снижения спроса).

В настоящее время инвестиционно-строительный комплекс испытывает ряд трудностей [15], которые можно преодолеть, следуя грамотному стратегическому планированию по улучшению, разработке и реализации комплекса поддерживающих мероприятий, что обеспечит скорейший выход отрасли из состояния стагнации и повышения ее конкурентоспособности [16–17].

Библиографический список

1. Асаул А. Н., Иванов С. Н. Региональный строительный комплекс существует // Экономика строительства. — 2004.

2. Каверзина Л. А. Региональный инвестиционно-строительный комплекс: структура и тенденции ее изменений в условиях инновационной экономики [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/3March2020.

3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области (Петростат): [Электронный ресурс] / <http://gostat.spb.ru/>

4. Неретина, М. Новый сахар: как санкции ударили по строительному сектору 26.04.2022г. Бизнес. Редакция Forbes. Режим доступа: <https://www.forbes.ru/biznes/463573-novyj-sahar-kak-sankcii-udarili-po-stroitel-nomu-sektoru> (дата обращения 20.06.22).

5. Трубилина М. Почему площадь квартир в новостройках становится все меньше, 2022, [Электронный ресурс] Режим доступа <https://rg.ru/2022/11/08/isparenje-metrov.html>.
6. Бузырев В. В. Экономика жилищной сферы: Учеб. пособие / В. В. Бузырев, В. С. Чекалин. — М.: ИНФРА-М, 2001. — 256 с.
7. Коновалова А. В. Девелоперские проекты как основа развития инвестиционно-строительной деятельности региона, 1999 г.
8. Логвиненко А. С. Проблемы строительства в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-stroitelstva-v-sankt-peterburge/viewer>.
9. Шульженко С. Н., Пушилина Ю. Н., Чеботарев П. Н. Современное состояние парка машин и механизмов в строительных организациях России [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-parka-mashin-i-mehanizmov-v-stroitelnyh-organizatsiyah-rossii/viewer>.
10. А. Н. Асаул. Проблемы инвестиционно-строительной деятельности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-investitsionno-stroitelnoy-deyatelnosti/viewer>.
11. Руденко О. Н., Тахмазян Е. Э. Проблемы и барьеры ипотечного кредитования в России, Научные известия 2022 — 4 с.
12. Королева А. М. Современное состояние и перспективы развития рынка ипотечного кредитования в России // Муниципальная экономика и управление, 2015 г.
13. Полоскин А. К. Актуальные проблемы современного строительства Архитектура, дизайн и строительство Молодой ученый. — 2022. — № 25.
14. Адамов Н. А., Чернышев В. Е. Организация управленческого учета в строительстве. — СПб.: Питер, 2006 г.
15. Белоглазова М. С. Анализ и проблемы строительной отрасли // Экономика и управление — 2018 — № 4.
16. Гераськина И. Н. Инвестиционно-строительный комплекс России — Синергетическая система. Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ 2016. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/investitsionno-stroitelnyy-kompleks-rossii-sinergeticheskaya-sistema/viewer>.
17. Кондратеня А. В., Кондратеня В. В., Окольникова Г. Э. Инновационные методологии управления строительными проектами. — Системные технологии. — 2020. — № 37. — С. 5 – 8.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE INVESTMENT AND CONSTRUCTION COMPLEX

G. E. Okolnikova */**

E. M. Khamidullina *

P. O. Konovalova *

* Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

** Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

Abstract

This article examines the concept of the investment and construction complex and its components, analyzes current trends, internal and external factors that hinder its development.

The Keywords

construction, problems, prospects, investments, trends, resources, profitability, efficiency

Date of receipt in edition

23.01.2023

Date of acceptance for printing

24.01.2023

Ссылка для цитирования:

Г. Э. Окольникова, Е. М. Хамидуллина, П. О. Коновалова. Проблемы и перспективы развития инвестиционно-строительного комплекса. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 106–111.





УДК 628.3

doi: 10.55287/22275398_2023_1_112

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ЦЕЛЬЮ ВНЕДРЕНИЯ НА ГОРОДСКИЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

О. А. Ружицкая
А. В. Жолобова
В. С. Липатов

Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Аннотация

На текущем этапе развития Российской Федерации наблюдается сложная экологическая ситуация, вызванная высоким уровнем загрязнения водных ресурсов. Проблема обуславливается использованием низкоэффективных технологий очистки сточных вод. Исходя из этого, актуализируется вопрос развития инновационных технологий в рамках данной области. Цель текущей статьи состоит в выполнении анализа современных технологий глубокой очистки сточных вод применительно к городским очистным сооружениям. Автором предпринимается попытка систематизации знаний относительно технических особенностей применения современных технологий очистки. Научная ценность статьи заключается в формировании теоретического аппарата и возможности использования материалов в качестве основы при выборе технологии очистки сточных вод на городских очистных сооружениях.

Ключевые слова

очистка, сточные воды, технология очистки, водные ресурсы, очистное сооружение, загрязнение

Дата поступления в редакцию

27.01.2023

Дата принятия к печати

30.01.2023

Сточные воды образуются вследствие выпадения атмосферных осадков, стока поливочных и других вод, образующихся в результате жизнедеятельности человека на территории населенных мест (хозяйственно-бытовые сточные воды, сточные воды промышленных предприятий и др.). Необходимо отметить, что вопрос модернизации и создания инновационных способов очистки сточных вод приобретает особую актуальность ввиду того, что в составе некоторых городов находятся различные промышленные объекты, сточные воды которых выходят в единое с городской инфраструктурой пространство. Исходя из этого, обычные методы очистки на городских очистных сооружениях не представляют высокую эффективность и актуальность своего использования. Совокупность данных факторов актуализирует вопрос развития современных методов и технологий глубокой очистки сточных вод с целью внедрения на городские очистные сооружения [1].

На сегодняшний день существует классификация примесей природных и сточных вод (рис. 1). Данные воды маркируют относительно природы происхождения на биологические, органические и минеральные. Причем по агрегатному состоянию в стоках воды могут присутствовать газообразные, растворимые и нерастворимые примеси.

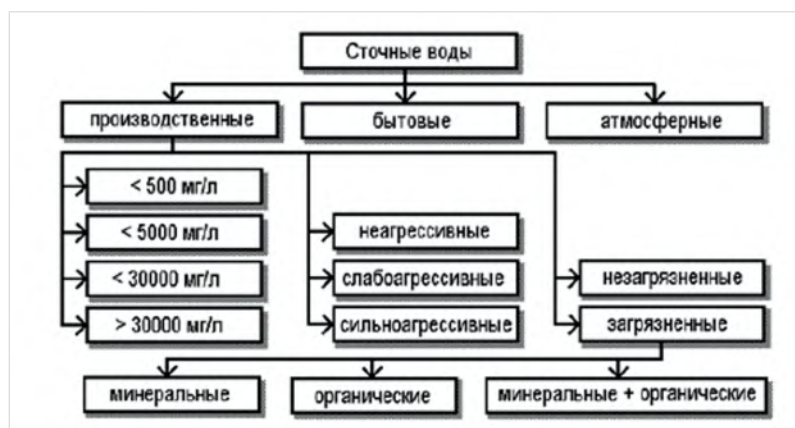


Рис. 1. Классификация сточных вод

Текущая неудовлетворительная экологическая ситуация на территории нашей страны, особенно важная для промышленных районов, требует разработки перспективных методов по защите среды обитания от массовых загрязнений водных ресурсов. На сегодняшний день уже отмечается проблема, связанная с дефицитом пресной воды. Помимо обитателей водного мира от недостатка инновационного развития технологии очистки сточных вод страдает и сам человек ввиду наличия в сточных водах токсических веществ и возбудителей заболеваний [2].

Важно подчеркнуть, что интенсивные темпы развития промышленности стали основным источником влияния на окружающую среду и гидросферу, в частности. Понимая важность проблемы, на сегодняшний день уделяется колоссальное внимание в сторону развития технологий глубокой очистки сточных вод. При этом активно используются передовые достижения современной науки и техники. Наблюдается использование различных относительно технологии методов — механических, физико-химических, биохимических, термохимических, термических и др.

На рис. 2 представлен перечень современных технологий глубокой очистки сточных вод, использование которых представляет высокую актуальность в вопросе внедрения на очистных сооружениях промышленных предприятий. Каждый из данных методов будет представлен анализу с целью формирования итоговых выводов для оценки возможности и эффективности своего использования в указанных условиях [3].



Рис. 2. Современные технологии глубокой очистки сточных вод

Одной из наиболее перспективных технологий глубокой очистки сточных вод является использование биологического реактора, имеющего высокую окислительную мощность. Данный вид реакторы представляет возможность решения проблемы, связанной с интенсификацией массового обмена при биологической очистке сточных вод. Технологий работает на базе использования высокопродуктивного реактора, который основывается на струйнозонной технологии. Анализируемая технология отличается более высоким обменом веществ и степень очистки.

Главным преимуществом использования технологии является значительное сокращение энергоэнергетического потребления относительно иных методов очистки сточных вод. Также ключевая особенность использования состоит в сокращении избыточного ила и возможности эффективного удаления даже биологически трудно разлагаемых веществ при очистке сточных вод на основе специфического протекания процесса и устройства реактора [4].

Данный биологический реактор представляет собой цилиндрический каркас с расположенными в центре двумя дополнительными трубами. Именно на основе данных труб образуются зоны диффузии и самой реакции (рис. 3). В реакторе нет механических частей, что также обуславливает актуальность его использования ввиду отсутствия необходимости своей остановки на ремонт. Для отделения ила в очистительной схеме используется блок ультрафильтрации или отстойник, выбор которых определяется относительно выполняемой задачи.

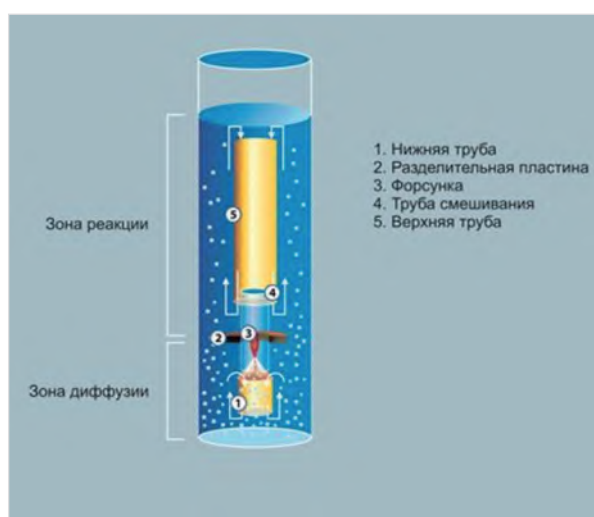


Рис. 3. Конструкция биологического реактора высокой окислительной мощности

Главными результатами использования данного реактора при очистке сточных вод являются такие результаты, как глубокое разложение веществ и высокая степень очистки.

Другой эффективной технологией, получившей актуальность своего использования при очистке сточных вод, является гальванохимическая очистка. Данная технология имеет множество отличительных особенностей относительно других современных методов очистки сточных вод. Главная особенность состоит в возможности эффективного очищения бытовых и промышленных сточных вод от множества видов загрязнений наряду с небольшими финансовыми вложениями. Так, гальванохимическая технология позволяет очищать сточные воды от ионов тяжелых и цветных металлов, простых и комплексных цианидов, различных органических соединений, минеральных красителей, углеводов, жиров, радиоактивных отходов и иных компонентов [5–6].

Работа технологии основывается на сорбционных и ионообменных способностях ферропульпы, которая образуется в результате вращения аппарата гальванокоагулятора. Принцип работы заклю-

чается в гальванохимическом растворении анодной загрузки гальванокоагулятора при пропускании через ферропульпу очищаемых сточных вод (рис. 4).

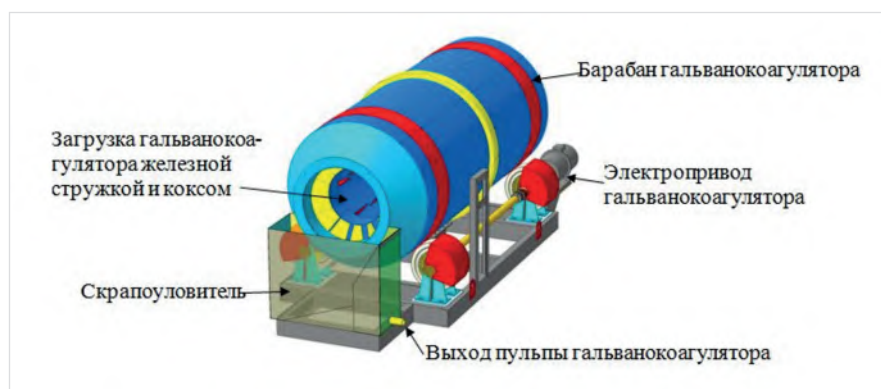


Рис. 4. Гальванокоагулятор КБ-1ГХ со скрапоуловителем

На рисунке изображен состав конструкции гальванокоагулятора. При этом анодной загрузкой при работе данного аппарата могут быть отходы металлообработки, к примеру, железный скрап, стружка или опилка и высечка. Результатом работы при использовании данной технологии является высокий уровень очистки сточных вод [7].

Одним из наиболее инновационных методов очистки сточных вод является технология электрофлотации Red Box. Данная установка разработана в Голландии компанией Morselt Borne BV. Так, при очистке сточных вод на ее основе используется технология электрофлотации. Redbox способен полностью выделить из обрабатываемой воды тяжелые металлы, эмульсии, поверхностно-активные вещества и ряд других органических веществ. В результате очистки появляется возможность повторного использования обработанной жидкости [8].

Особенностью технологии является возможность быстрой интеграции в производственном процессе и простоты в эксплуатации и обслуживании, занимая небольшое пространство, установка позволяет выполнять быструю, а главное эффективную глубокую очистку сточных вод (рис. 5).



Рис. 5. Конструкция Morselt RedBox

Принцип действия Morselt RedBox основан на воздействии тока постоянного напряжения, при котором происходит расщепление воды. Вследствие чего возникший кислород вступает в реакцию в жидкой фазе с различными загрязняющим веществами. Окисленные вещества формируются в виде хлопьев, включающих растворенное железо и алюминий, и осаживаются на дне резервуара. В конечном результате получают очищенная вода и отделенные любым механическим способом загрязняющие вещества.

Таким образом, каждая из представленных установок включает в себя ряд ключевых особенностей и преимуществ использования на реальных объектах по очистке сточных вод. Для более детального представления информации, позволяющей сделать выбор в пользу использования той или иной технологической установки, требуется свести основные технические данные, характеристики и особенности в унифицированный вид. В результате проведенного анализа были выделены ряд характеристик и особенностей, актуализирующих использование технологии при решении задач по очистке сточных вод определенного типа. Основой выбора будет являться основное предназначение установки. Также определяющим фактором является виды примесей, содержащихся в сточных водах. Важно подчеркнуть, что каждая из рассмотренных технологий представляет уникальное решение технологических задач в зависимости от их вида. В **табл. 1** представлены ключевые сведения, по оценке которых можно сделать выбор в пользу использования определенной технологии.

Таблица 1

Технические сведения о технологиях очистки сточных вод

	Биологический реактор высокой окислительной мощности	Гальванокоагулятор КБ-1ГХ	Morselt RedBox
Объем суточной очистки	До 3000 м ³ /сутки	До 95 м ³ /сутки	До 20 м ³ /сутки
Назначение	Очистка бытовых сточных вод и сточных вод бумажной промышленности	Очистка промышленных сточных вод	Очистка бытовых сточных вод, сточных вод предприятий гальванической промышленности, упаковочных, печатных и текстильных производств, металлообрабатывающей индустрии, при производстве краски
Стадия очистки	Доочистка	Пред-очистка	Доочистка
Эффективность очистки	Утилизация примесей до 97%	Извлекает из сточных вод в осадок до 40% сульфатов, 95% фосфатов, частично нитратов	Извлекает из сточных вод в осадок до 40% загрязняющих веществ (тяжелые металлы, эмульсии, ПАВ и ряд других органических веществ)

Особенности	Глубокое разложение веществ Высокая степень очистки Эффективно удаляет биологически трудно разлагаемые вещества	Не используются химические реагенты, отсутствуют газо-выделения вредных веществ Легкая автоматизация и управление процессом	Широкая область применения и востребованность установки Непрерывная модернизация установки и расширение области использования
Практика использования	Промышленные и бытовые объекты Японии, США, Англии, Китая	Активно используется на современных российских предприятиях промышленности	Только находится на стадии внедрения. На текущий момент времени используется в Голландии

Важно подчеркнуть, что ключевой особенностью каждой из представленных установок является возможность комбинирования с другими методами очистки. Так, в результате представляется возможным создание эффективных комплексов по очистке одновременно бытовых и промышленных сточных вод. Как уже было указано ранее, на сегодняшний день наблюдается активное развитие разных секторов промышленности на территории одного города. Комбинирование методов очистки позволяет добиться уникальных и эффективных результатов очистки сточных вод с показателями извлечения примесей до 99%. При этом на примере интегрированных в разных странах установках уже доказана практическая эффективность их использования.

Выводы

1. В результате произведенной работы были проанализированы и обоснованы такие факты, как актуальность и необходимость развития и использования современных технологий глубокой очистки сточных вод с целью их внедрения на очистных сооружениях;
2. По результатам анализа выделено, что на сегодняшний день возникает проблема, связанная с низкой эффективностью использования классических методов очистки сточных вод на городских очистных сооружениях ввиду возможного наличия промышленных предприятий в черте населенного пункта;
3. Выделены три наиболее перспективных и современных технологий очистки сточных вод, проанализированы особенности и важность их использования применительно к рассматриваемой области;
4. Наиболее выгодной и эффективной современной технологий глубокой очистки сточных вод является гальванохимический метод, что выражается в возможности очистки от широкого спектра загрязнений и высоких технологических, экономических и эксплуатационных показателей;
5. При этом биологический реактор высокой окислительной мощности представляет актуальность своего использования для городских очистных сооружений, не включающих в своем составе результаты деятельности промышленных предприятий, ввиду глубокого разложения и высокой степени очистки органических веществ;
6. Наиболее эффективное использование рассмотренных установок заключается в комбинированном использовании с классическими методами очистки сточных вод. Использование данных комплексов позволит производить полную очистку сточных вод любого происхождения.

Библиографический список

1. Дубовик О. С., Совершенствование биотехнологий удаления азота и фосфора из городских сточных вод / Маркевич Р. М. // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. — 2016. — С. 232–238.
2. Лепеш Г. В., Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий / Панасюк А. С., Чурилин А. С // Техничко-технологические проблемы сервиса. — № 3 (37). — 2016. — С. 14–17.
3. Залётова Н. А. Современные направления очистки высококонцен-трированных сточных вод / Касперович В. Ю. // Системные технологии. — № 38. — 2021. — С. 44–45.
4. Самторов С. Э. Очистка сточных вод предприятий теплоэнергетики / Саъдуллоев О. Х., Мирзаев С. С. // Вопросы науки и образования. — № 3 (15). — 2018. — С. 46–47.
5. Shamsutdinova Z. R. Wastewater treatment using innovative methods / Hafizov I. I., Karataev O. R. // Wastewater treatment using innovative methods. — 2015.
6. Вертинский А. П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика // Инновации и инвестиции. — № 1. — 2019. — С. 175–182.
7. Yamaltdinova D. A. Modern methods of biological wastewater treatment / Akhmedova N.R. // Bulletin of Youth Science. — 2016.
8. Вильсон Е. В. Актуализация технологии очистки сточных вод на ба-зе наилучших доступных технологий / Бутко Д. А // Вестник Евразийской науки. — № 4, Т. 11. — 2019. — С. 1–9.

ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES OF TREATMENT DEEP WASTEWATER FOR THE PURPOSE OF INTRODUCTION TO URBAN WASTEWATER TREATMENT PLANTS

O. A. Ruzhitskaya
A. V. Zholobova
V. S. Lipatov

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

Abstract

At the current stage of development of the Russian Federation, there is a difficult environmental situation caused by a high level of pollution of water resources. The problem caused by the use of low-efficiency wastewater treatment technologies. Based on this, the issue of the development of innovative technologies in this area is being update. The purpose of the current article is to perform an analysis of modern technologies of deep wastewater treatment in relation to urban wastewater treatment plants. The author attempts to systematize knowledge about the technical features of the use of modern cleaning technologies. The scientific value of the article lies in the formation of a theoretical apparatus and

The Keywords

purification, wastewater, purification technology, water resources, sewage treatment plant, pollution

Date of receipt in edition

27.01.2023

Date of acceptance for printing

30.01.2023

the possibility of using materials as a basis for choosing a wastewater treatment technology at urban wastewater treatment plants.

Ссылка для цитирования:

О. А. Ружицкая, А. В. Жолобова, В. С. Липатов. Анализ современных технологий глубокой очистки сточных вод с целью внедрения на городские очистные сооружения. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 112–119.





УДК 69.002.5

doi: 10.55287/22275398_2023_1_120

МЕХАНИЗМЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН С ОТКРЫТОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ И ГИДРОПРИВОДОМ

В. И. Скель

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ), г. Москва

Аннотация

В механизмах строительных машин наблюдается симбиоз зубчатого механизма и гидропривода. Такое сочетание механического и гидравлического элементов приводов для механизмов строительных машин и оборудования мало изучено. Отмечаются некоторые достоинства и недостатки гидравлической и механической составляющих современных приводов механизмов машин и обосновывается задача исследования их в совокупности с учетом параметров именно строительных машин и механического оборудования. Особенно уделено внимание важности исключения возможности возникновения резонансных ситуаций в механизмах и машинах.

Ключевые слова

строительная машина, зубчатая передача, механический привод, гидравлический привод, динамика механизмов, резонанс

Дата поступления в редакцию

25.01.2023

Дата принятия к печати

27.01.2023

В настоящее время большинство механизмов строительных машин и механического оборудования имеют гидравлический привод. Это подтверждают выставки строительных машин последних лет [1, 2], включая выставку, состоявшуюся в Москве в 2022 г.

Выбор гидропривода, и не только объемного, для привода механизмов строительных машин и механического оборудования объясняется, например, такими достоинствами: возможность небольших габаритов и массы; допустимость бесступенчатого и плавного регулирования скорости и хорошее быстроедействие; надежность и долговечность работы; простота схемы подвода гидрожидкости к разным исполнительным устройствам; и другие. Однако, гидропривод имеет немало недостатков и прежде всего зависимость работы от температуры окружающей среды, особенно отрицательной; эксплуатационные затраты на обслуживание и расходные материалы больше, чем у механического привода; и другие. Совершенствование конструкции элементов гидропривода и свойств рабочих жидкостей постепенно уменьшают негативные качества гидропривода строительных машин.

Вместе с тем в настоящий момент гидропривод не может полностью заменить механический привод как по кинематическим требованиям, так и по компоновке механизмов. Поэтому в механизмах строительных машин и механического оборудования есть примеры объединения и того, и другого. То

есть имеются механизмы, которые более целесообразно приводить в движение сочетанием гидравлического привода с зубчатым, чаще планетарным, редуктором. К таким механизмам относятся, например, механизмы поворота экскаваторов (рис. 1) и кранов (рис. 2) [3]. Хотя существуют схемы, при которых вращение венцовой шестерне передается напрямую от высокомоментного гидродвигателя.

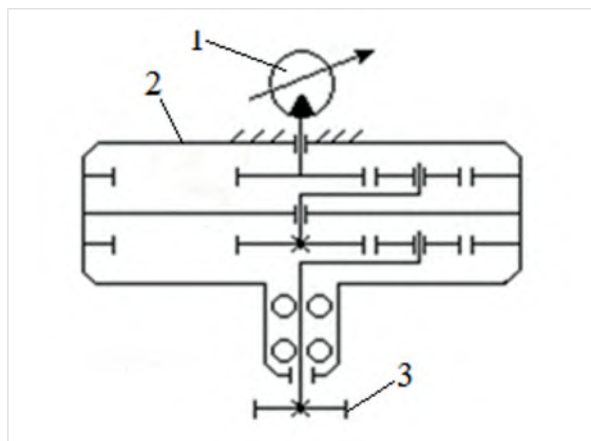


Рис. 1. Кинематическая схема планетарного механизма поворота платформы экскаватора: 1 — гидродвигатель; 2 — планетарный редуктор; 3 — венцовая шестерня

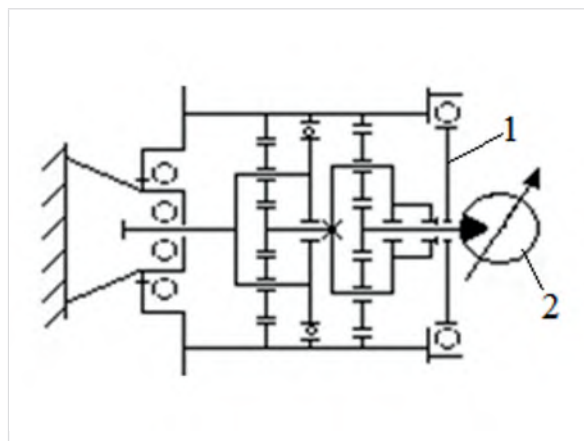


Рис. 2. Схема привода лебедки грузоподъемного механизма крана: 1 — барабан лебедки с встроенным планетарным редуктором; 2 — гидродвигатель

Сочетание гидравлического привода с зубчатым редуктором может быть выбрано по скоростным параметрам: так скорости гидродвигателей чаще всего ограничены диапазоном $120 \dots 1600 \text{ мин}^{-1}$ и меньшим, а, например, частота вращения поворотной платформы экскаватора не более 10 мин^{-1} . Еще один пример: частота вращения барабана бетоносмесителей часто не более 35 мин^{-1} . Привод барабана смесителя может осуществляться по той же схеме, что и барабана грузоподъемной лебедки крана (рис. 2). В схемах привода по типу рис. 2 колебания могут возникнуть уже в планетарном редукторе.

Такие примеры схем приводов механизмов (рис. 1 и 2) дают некоторое обоснование принятого уже во многих странах модульного подхода к конструированию приводов механизмов строительных машин и механического оборудования [3].

Таким образом, на сегодня применение зубчатых механизмов для строительных машин и механического оборудования остается актуальным.

Зубчатые механизмы имеют значительную историю применения благодаря таким достоинствам, как технологичность изготовления, компактность, надежность работы, высокий КПД и простота в обслуживании. Недостатки этих передач, в плане темы статьи, в основном определяются особенностями применения зубчатых пар в строительной технике и оборудовании. Это, в первую очередь, погрешности изготовления и износ зубьев, приводящие к переменности передаточного отношения и, как следствие, к внутреннему периодическому возмущению колебательной системы и механизма, и машины. В какой-то степени, погрешности зацепления связаны с тем, что окружная скорость зубчатых колес в механизмах поворота платформы строительных машин и выходной зубчатой пары в планетарных редукторах привода машин механического оборудования порядка одного-двух (редко трех) м/с. Такие значения скорости по принятым методам расчета зубчатых передач на прочность

приводят к назначению 8...9 степеней точности, что определяет сравнительно большие допуски по кинематической точности и пятну контакта зубьев. Существующий стандарт расчета цилиндрических зубчатых колес на прочность позволяет в какой-то степени учесть внешнюю динамику зубчатого механизма и внутреннюю динамику зацепления. Внешняя динамика механизма оценивается опытными данными обобщенно по видам приводного двигателя и механизма. В части внутренней динамики зацепления дается оценка влияния разности основных шагов шестерни и колеса и погрешности эвольвентного профиля зубьев; жесткости зацепления и режима работы относительно возможного резонанса, который оценивается с учетом присоединенных масс. Судя по всему, эта оценка, приведенная в стандарте, основана во многом на опытных данных по механизмам машин общего машиностроения и не учитывает, например, специфику механизмов строительных и дорожных машин.

Как уже отмечалось в работе [4, 5], эта специфика для открытых цилиндрических зубчатых передач механизма поворота платформы экскаватора выражается в следующем: крупный модуль зацепления более 6...10 мм затрудняет обеспечение точности изготовления и контроль геометрии зацепления; большой диаметр колеса (более 1000 мм) и небольшая окружная скорость колес вынуждает нарезать зубья относительно небольшой точности 8 (7)...9 степени; отсутствие закрытого корпуса усложняет смазку зацепления и изолирование от внешней среды, что приводит к износу зубьев и искажению их профиля; отсутствие единой рамы у шестерни и колеса создает условия для нарушения правильного контакта зубьев.

С точки зрения динамики механизмов строительных машин (в частности, экскаваторов, кранов, бульдозеров) наиболее важным является такое их проектирование и конструирование, при котором возможность появления резонансной ситуации полностью бы исключалась [6]. Этому способствует постановка и решение задач определения, хотя бы в первом приближении, как собственных характеристик колебательных систем: инерционных, жесткостных, демпфирующих; так и возбуждающих, внутренних и внешних, характеристик. Задача динамики зубчатого зацепления может возникнуть и для новых конструктивных решений строительных подъемников [7].

Возникновение этих задач связано с тем, что если в общем для машиностроения имеются довольно глубокие решения, то конкретно для симбиоза гидравлического и механического элементов привода строительных машин и механического оборудования имеется много белых пятен.

Широкое применение зубчатых передач и гидравлического привода в строительной технике [8] определяет важность рассматриваемой темы для строительной отрасли.

Вывод

Такое положение требует накопления данных по эксплуатации механизмов (отказам), проведения целенаправленных экспериментов и разработке способов повышения надежности механизмов строительных машин с зубчатыми передачами и гидроприводом.

Библиографический список

1. Обзор международной СДМ-информации. Строительные и дорожные машины. 2019. №5. С. 55–67.
2. Обзор международной СДМ-информации. Строительные и дорожные машины. 2020. №8. С. 57–67.

3. Уваров В. А., Кайтуков Б. А., Скель В. И. Гидравлические экскаваторы и краны с модульными механизмами привода. Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020, №1, с. 95...100.
4. Скель В. И. Открытая зубчатая передача как источник колебаний механизма поворота строительной машины. Строительные и дорожные машины. 2020, №7, с. 50–53.
5. Калинин Д. В. Динамический анализ зубчатой передачи // Известия МГТУ «МАМИ» № 3(25), т. 4. 2015. С. 84–93.
6. Шаранов Р. Р., Кайтуков Б. А., Степанов М. А. Некоторые проблемы динамики и надежности строительной техники. Журнал «Механизация строительства», М., 2017, №7, с. 5–8.
7. Степанов М. А., Клочков И. А. Определение рационального типа привода спецподъемников башенных кранов. Системные технологии. 2020. — № 35. — С. 25–30.
8. Строительные машины и оборудование стройиндустрии: учеб. пособие / Б. Г. Ким [и др.]; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. — Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. — 279 с.

MECHANISMS OF CONSTRUCTION MACHINES WITH OPEN GEAR TRAIN AND HYDRAULIC DRIVE

V. I. Skel

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

Abstract

A symbiosis of a gear mechanism and a hydraulic drive is observed in the mechanisms of construction machines. This combination of mechanical and hydraulic drive elements for mechanisms of construction machinery and equipment has been little studied. Some advantages and disadvantages of the hydraulic and mechanical components of modern drives of machine mechanisms are noted and the task of studying them together, taking into account the parameters of construction machines and mechanical equipment, is justified. Special attention is paid to the importance of eliminating the possibility of resonant situations in mechanisms and machines.

The Keywords

construction machine, gear drive, mechanical drive, hydraulic drive, dynamics of mechanisms, resonance

Date of receipt in edition

25.01.2023

Date of acceptance for printing

27.01.2023

Ссылка для цитирования:

В. И. Скель. Механизмы строительных машин с открытой зубчатой передачей и гидроприводом. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 120–123.



УДК 624.138

doi: 10.55287/22275398_2023_1_124

ИНЪЕКЦИОННЫЕ СМЕСИ НА ГЕОПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ГРУНТОВ

И. Я. Харченко *

К. А. Исрафилов *

А. И. Харченко **

* Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

** ООО «Научно-инженерный центр подземных сооружений»

Аннотация

Авторами обоснована эффективность применения геополимерных систем при приготовлении инъекционных смесей для уплотнения и упрочнения песчаных грунтов на основании выполненных экспериментальных исследований. На основании проведенных исследований установлено, что наибольшую активность имеет композиционное вяжущее на основе метакрилата. Установлено, что наиболее эффективным активатором, для ускорения твердения вяжущих на основе метакрилата, является активатор на основе гидроксида натрия. Выполненные исследования доказывают эффективность применения геополимерных систем в геотехническом строительстве, что позволит существенно повысить технико-экономическую эффективность работ по уплотнению и упрочнению грунтов при решении различных геотехнических задач.

Ключевые слова

инъекционные смеси, геополимерные вяжущие, метакрилат, грунтобетонные массивы

Дата поступления в редакцию

20.12.2022

Дата принятия к печати

25.12.2022

Введение

Эффективность геотехнических работ, связанных с уплотнением и упрочнением различного вида грунтов, в значительной степени определяется затратами по приготовлению и применению инъекционных смесей на цементной основе. В зависимости от типа грунта и проектных требований к его свойствам, после завершения бурно-инъекционных работ, расход цемента составляет 300...900 кг/куб.м закрепляемого грунта. При этом, определяющим показателем является не активность применяемого вяжущего, а его количество, приходящееся на объём закрепляемого грунта. В соответствии с результатами выполненного анализа, общая годовая потребность отечественного рынка геотехнического строительства превышает 10 млн.тн. В этой связи, актуальной является проблема разработки и внедрения в геотехническом строительстве сухих инъекционных смесей на основе бесклинкерных вяжущих.

Технология получения бесклинкерных вяжущих веществ, как на основе шлаков, так и горных пород алюмосиликатной природы, имеет многолетний опыт применения в строительном материаловедении [1, 2]. Так, в середине прошлого века проф. Глуховским В. Г. были разработаны минеральные гидравлические вяжущие на основе природных низкокальциевых или бескальциевых алюмосиликатных минералов (глин) и растворов щелочных металлов, которые получили наименование «грунто-цементы» и бетон, полученный на его основе — грунтосиликатный бетон.

На основании анализа результатов исследования В. Д. Глуховского по созданию щелочноактивированных вяжущих веществ, ученый Davidovits разработал новую разновидность вяжущих для которых был применен термин «геополимер». Для получения геополимерных систем с высокой прочностью и долговечностью применяются молотые гранулированные металлургические шлаки, зола уноса, метаксаолин и другие алюмо-силикат-содержащие промышленные отходы и природные материалы. В качестве активаторов твердения используются различные щелочные материалы. На этой основе были разработаны многочисленные геополимерные системы (ГПС) и бетоны на их основе. Несмотря на значительную технико-экономическую привлекательность «ГПС» и бетонов на их основе, их широкое внедрение в строительную практику сдерживается двумя основными факторами: неудовлетворительная воспроизводимость их свойств вследствие высокой чувствительности от свойств щелочного активатора, а также выделение на поверхности строительных конструкций свободной щелочи в виде потеков ухудшающих их внешний вид. Однако, при применении ГПС для приготовления инъекционных смесей, предназначенных для уплотнения и упрочнения грунтов, эти факторы не следует учитывать.

Материалы и методы

Для проведения исследований применялась инъекционная смесь с $V/B = 0,35$, приготовленная на основе метаксаолина. В качестве регулятора схватывания применялась НТФ-кислота с концентрацией 50%, плотностью 1,24 и основностью $pH = 1,80$. В качестве щелочного активатора использовалась щелочной раствор NaOH при $pH > 14,0$. Расход замедлителя назначался в количестве от воды затвердения 1,0; 0,25; 0,05%. Расход активатора назначался в количестве 10% от массы вяжущего. Как показал анализ результатов исследований, максимальную прочность, сокращение сроков схватывания, максимальную степень гидратации и плотность структуры установлена при концентрации щелочного активатора 50%. Введение в состав вяжущего 1% замедлителя блокирует процесс гидратации в период до 28 сут. Введение в состав вяжущего, содержащего замедлитель, концентрированной 50% щелочи NaOH, позволяет существенно ускорить процесс гидратации и затвердевания структуры цементного камня. При этом установлено, что введение щелочного концентрированного активатора в состав смеси обеспечивает прирост прочности при сжатии с увеличением срока схватывания суспензии в период до момента введения активатора. Экспериментальные исследования выполнялись на основе метаксаолина, активированного сульфатом кальция, гидроксидом натрия или жидким стеклом в комбинации с замедлителем схватывания НТФ-кислотой. Образцы изготавливались из смеси композиционного вяжущего и кварцевого песка, в соотношении Ц:П = 1:2,0 при $V/B = 0,5$. Приготовленные образцы выдерживались в камере нормального твердения при $T = 20^{\circ}C$ и относительной влажности около 90%. Прочностные характеристики определялись в возрасте: 1сут., 3сут., 7сут. и 28сут.

Анализ влияния активации метаксаолина на свойства композиционного вяжущего показал, что наибольшее влияние на повышение гидравлической активности оказывает гидроксид натрия, влияние которого усиливается при кратковременном домоле совместно с гидроксидом натрия в шаровой мельнице. При этом, как интенсивность затвердевания, так и конечная прочность композиционного вяжущего, содержащего в своем составе 50% метаксаолина, соизмерима с прочностными характери-

стиками исходного вяжущего. При сравнительном анализе влияние щелочной и механо-химической активации показал, щелочная активация в большой степени влияет на начальной стадии твердения, в период до 7 сут. Для выполнения исследований применялась высокоалюминатная каолинистая глина, обожжённая при температуре 750 °С. В качестве заполнителя использовали кварцевый песок с модулем крупности 1,9, щелочной активатор — натриевое жидкое стекло плотностью 1,42 г/см³, силикатным модулем 2,8, рН = 12,8. Кроме того, на основе метаксаолина подготавливались композиционные вяжущие в состав которых вводились гидратная известь, опока и сульфат натрия, обеспечивающие дополнительную активацию метаксаолина. Кроме того, присутствие сульфатного компонента в составе композиционного вяжущего на основе метаксаолина, обеспечивает образование этtringита, который обеспечивает защиту инъекционных смесей от седиментации и расслоения при выполнении инъекционных работ. В **таблице 1** представлены результаты физико-механических свойств композитов на вяжущих инъекционных системах «каолинистая глина — щелочной активатор».

Таблица 1

Основные свойства инъекционных геополимерных систем

№ п/п	Наименование показателя	Вяжущие на основе метаксаолина			
		ГПС-1	ГПС-2	ГПС-3	ГПС-4
1	Густота цементного теста, %	41	52	43	41
2	Срок схватывания, мин:				
	Начало	41	28	35	48
	Конец	65	44	53	72
3	Прочность при сжатии, МПа:				
	3 сут.	5,3	8,4	9,2	10,5
	7 сут.	13,5	14,2	18,5	21,3
	28 сут.	18,9	26,5	31,7	34,2

Примечание: состав вяжущего: ГПС-1 — метаксаолин 80% + жидкое стекло 20%; ГПС-2 — метаксаолин 50% + гидратная известь 30% + сульфат натрия 20%; ГПС-3 — метаксаолин 40% + опока 40% + сульфат натрия 20%; ГПС-4 — метаксаолин 35% + опока 45% + сульфат натрия 20%

Результаты исследования

Анализ результатов исследований микроструктуры композиционных вяжущих, выполненных с применением электронного микроскопа показал, что композиция на основе метаксаолина характеризуется кристаллической структурой (**рис. 1 (а)**) с устойчиво-дисперсным распределением частиц (**рис. 1 (б)**), местами переходящей в объемную кристаллическую массу (**рис. 1 (в)**).

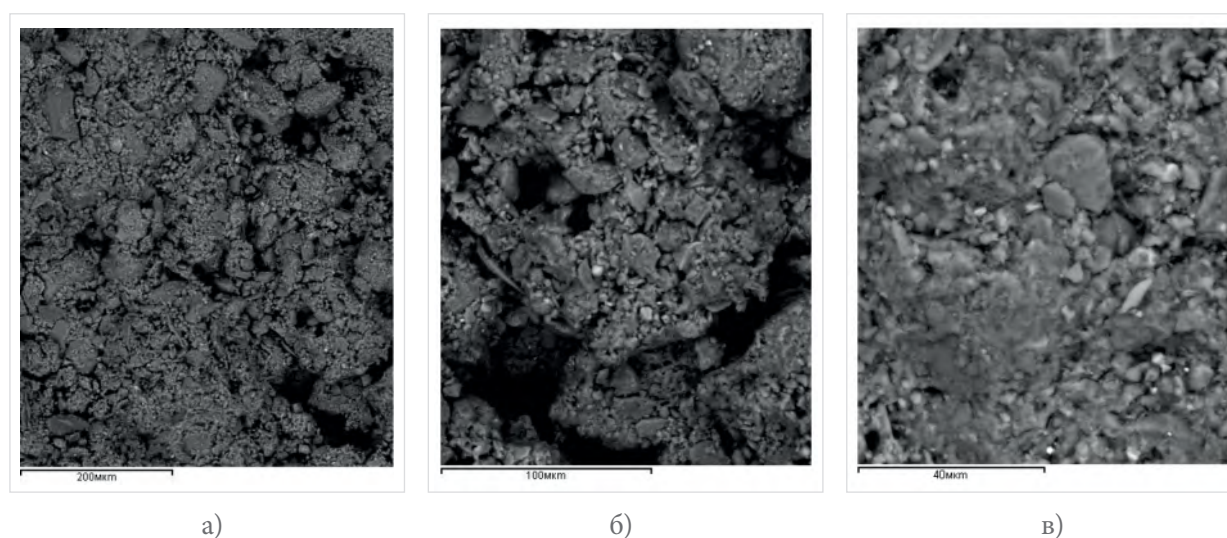


Рис. 1. Микроструктура геополимерной системы на основе ГПС

Результаты анализов электронной микроскопии образцов на основе ГПС показали, что основными структурообразующими фазами выступают гидраты натриевых алюмосиликатов кальция, типичными представителями которых являются анальцит, гарронит, фошагит, парагонит; подтверждено присутствие кальциевых силикатов, соединений кальцита, кварца, разновидностей полевого шпата — альбита, минералов группы слюды — мусковита и гидромусковита, гидроалюминатов и гидросульфалюминатов кальция.

Результаты рентгенофазового качественного анализа (рис. 2) указывает на присутствие компонентов кварца.

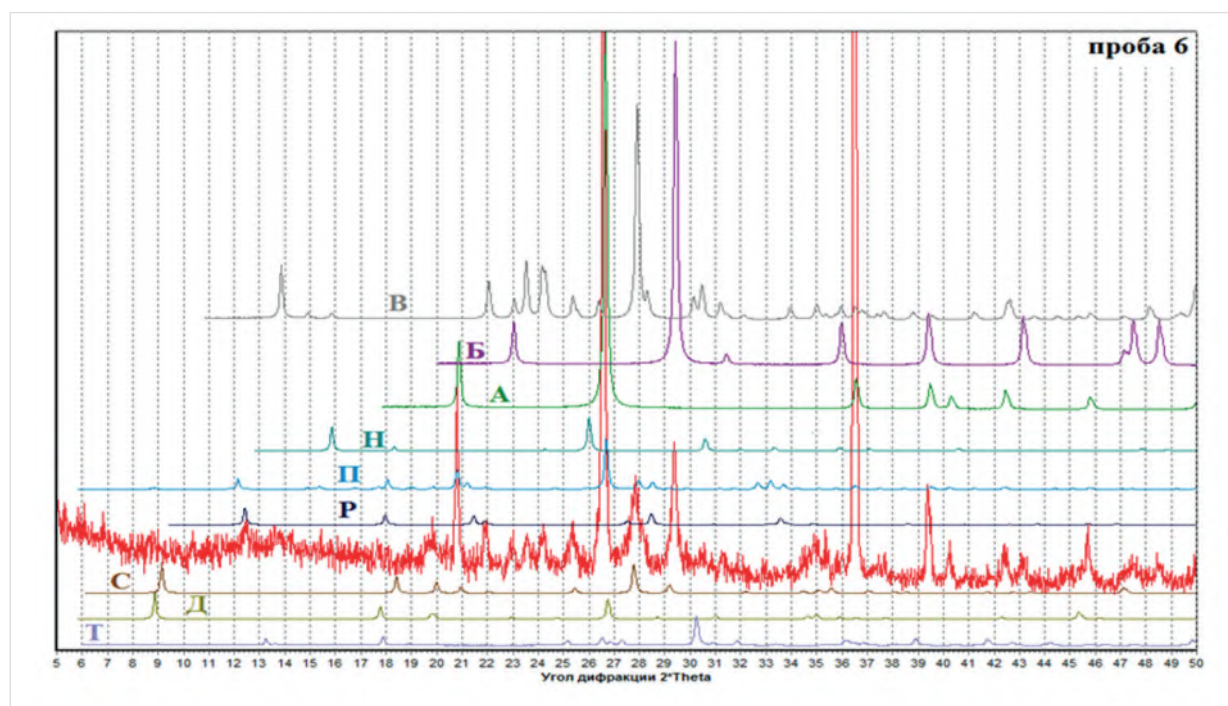


Рис. 2. Дифрактограмма с приведением фазы сравнения: А — кварц, Б — кальцит, В — альбит, Д — мусковит, Н — анальцит, Р — гарронит, С — парагонит, Т — фошагит

Процесс структурообразования можно охарактеризовать следующей цепочкой геопреобразований диспергация → коагуляция → конденсация → кристаллизация. Именно щелочная среда способствует самопроизвольной диспергации механо- и термоактивированных алюмосиликатных каолиновых глин, с образованием в результате массообменных реакций коагуляционных алюмокремнегидрогелей натрия и калия, с последующим развитием на их основе конденсационно-кристаллизационных твердых фаз труднорастворимых и прочных соединений.

Выводы

На основании анализа результатов выполненных исследований установлены зависимости влияния отношения щелочного раствора к вяжущей порошкообразной части (ЩР/В) инъекционных смесей на основе метакеолина на прочность формируемых грунтобетонных массивов (рис. 3).

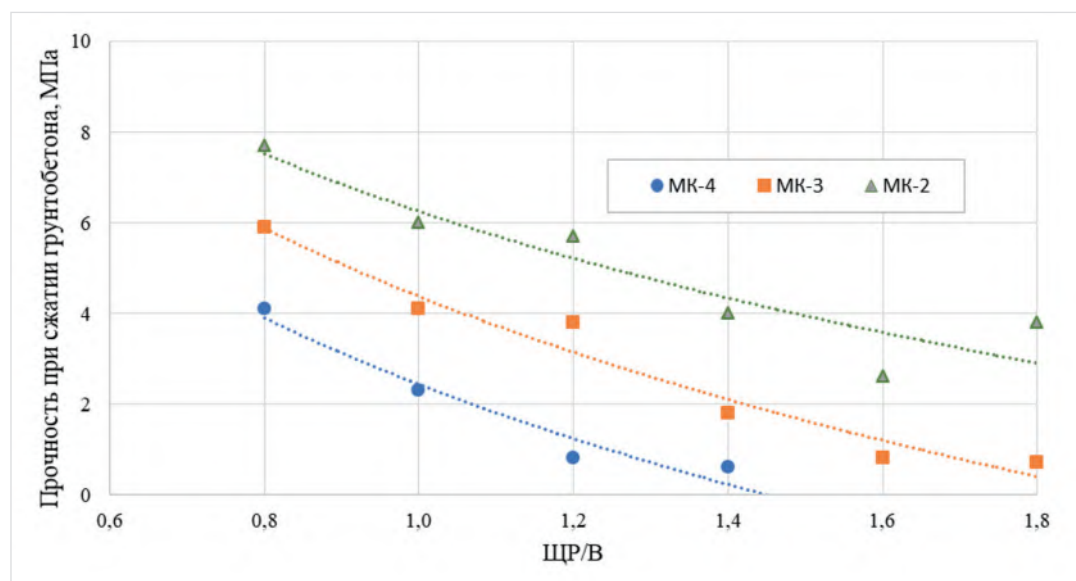


Рис. 3. Прочность при сжатии грунтобетона на основе ГПС в зависимости от В/В на основе ГПС при струйной цементации

При этом, прочность формируемых грунтобетонных массивов может изменяться в достаточно широком диапазоне от 0,5 МПа до 9,0 МПа в зависимости поставленных задач в соответствии с расчётным обоснованием. Таким образом, выполненные исследования доказывают эффективность применения ГПС в геотехническом строительстве, что позволит существенно повысить технико-экономическую эффективность работ по уплотнению и упрочнению грунтов при решении различных геотехнических задач.

Библиографический список

1. Глуховский, В. Д. Комплексное использование доменных и электротермофосфорных шлаков в производстве высокопрочных цементов и бетонов / В. Д. Глуховский, И. А. Пашков, В. С. Григорьев // Известия Вузов: Строительство и архитектура, 1980. — № 5. — С. 62–66.

2. Кривенко, П. В. Эксплуатационные свойства бетона на шлакощелочном цементе / П. В. Кривенко // Строительные материалы и конструкции; — Киев: 1980. — № 4. — С. 23.
3. Davidovits, J. Geopolymeric cement based on fly ash and harmless to use / J. Davidovits, R. Davidovits, M. Davidovits // United States Patent: US 8,202,362 B2. USA, 2012.
4. Князева С. А. Геополимерное вяжущее на основе керамзитовой пыли для инъекционных смесей в геотехническом строительстве / С. А. Князева, Г. И. Яковлев, И. Я. Харченко, З. С. Саидова // Строительные материалы. — 2021. — № 5. — С. 63–68.
5. Муртазаев С-А. Ю. Возможные пути альтернативного решения проблем в цементной индустрии / С-А. Ю. Муртазаев, М. Ш. Саламанова, М. Р. Нахаев // Строительные материалы. 2020. № 1–2. С. 73–77.
6. Муртазаев, С. А. Ю. Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы / С. А. Ю. Муртазаев, М. Ш. Саламанова // Приволжский научный журнал. — 2018. — № 2(46). — С. 65–70. — EDN XRVGTJ.
7. Панченко А. И., Харченко И. Я., Алексеев С. В. Микроцементы. Издательство АСВ, Москва 2014.
8. Долев А. А., Харченко И. Я. О применении микроцементов в геотехническом строительстве // Геотехника. 2013. — № 4. — С. 32–36.
9. Панченко А. И., Харченко И. Я. Особо тонкодисперсное минеральное вяжущее «Микродур»: свойства, технология и перспективы использования. Строительные материалы, 2005. — № 10.
10. Харченко И. Я., Алексеев В. А., Исрафилов К. А., Бетербиев А. С. Э. Современные технологии цементационного закрепления грунтов // Вестник МГСУ. 2017. — № 5 (104). — С. 552–558.

GEOPOLYMER-BASED INJECTION MIXTURES FOR COMPACTION AND STRENGTHENING OF SOILS

I. Ya. Kharchenko *

K. A. Israfilov *

A. I. Kharchenko **

* Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

** Scientific and Engineering Center for Underground Structures

Abstract

The authors carried out experimental studies of injection mixtures based on geopolymer systems. The effectiveness of the use of geopolymer systems in the preparation of injection mixtures for compaction and strengthening of sandy soils is substantiated. On the basis of the conducted studies, it was found that the composite binder based on metakaolin has the highest activity. It has been established that the most effective activator for accelerating the hardening of binders

The Keywords

injection mixtures, geopolymer binders, metakaolin, soil-concrete arrays

Date of receipt in edition

20.12.2022

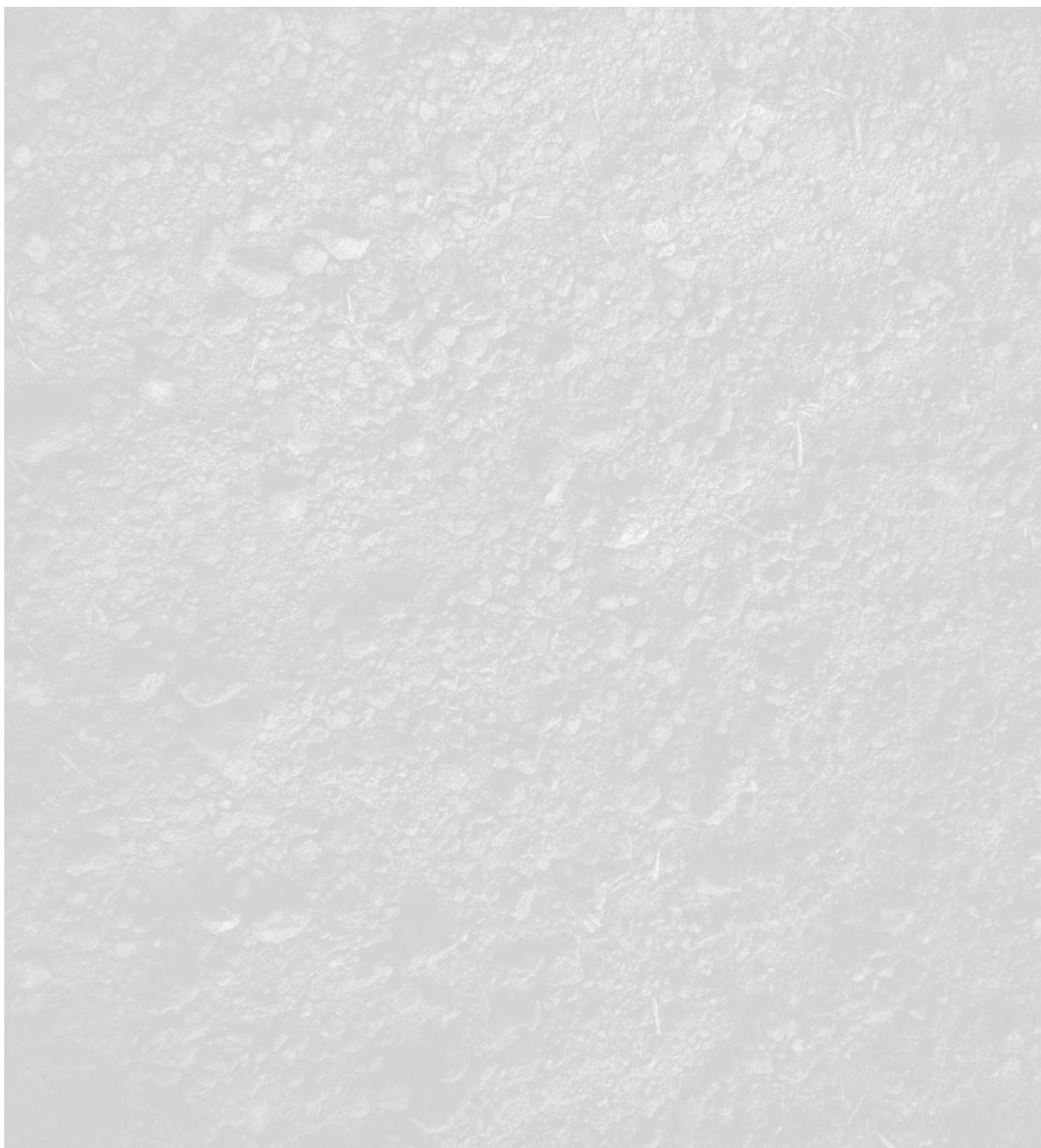
based on metakaolin is an activator based on sodium hydroxide. The performed studies prove the effectiveness of the use of geopolymer systems in geotechnical construction, which will significantly increase the technical and economic efficiency of work on compaction and strengthening of soils in solving various geotechnical problems.

Date of acceptance for printing

25.12.2022

Ссылка для цитирования:

И. Я. Харченко, К. А. Исрафилов, А. И. Харченко. Инъекционные смеси на геополимерной основе для уплотнения и упрочнения грунтов. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 124 – 130.





УДК 624.04

doi: 10.55287/22275398_2023_1_131

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА МОДЕЛИРОВАНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРКАСА ЗДАНИЯ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Э. К. Агаханов*
Г. М. Кравченко**
Е. В. Труфанова**
М. К. Агаханов***

* Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

** Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

*** Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), г. Москва

Аннотация

Объектом исследования является многоэтажное здание, представляющее собой в плане фигуру, близкую к горизонтальному эллипсу. Конструктивная модель офисного здания создана в САПФИР-КОНСТРУКЦИИ. Расчеты выполнены методом конечных элементов в программном комплексе ЛИРА-САПР 2017. Разработано две конечно-элементные модели объекта, включающие свайное основание. В модели № 1 сваи заданы стержневыми конечными элементами КЭ10 с добавлением на конце сваи КЭ51. Свайное поле модели № 2 аппроксимировано конечными элементами КЭ57. Получено напряженно-деформированное состояние исследуемого каркаса здания. Перемещения, частоты колебаний и ускорения перекрытий верхнего этажа не превышают допустимых значений. Анализ напряженно-деформированного состояния в сваях показал значительное увеличение напряжений при моделировании конечными элементами КЭ57. Армирование плитного ростверка модели № 1 соответствует меньшему расходу арматуры.

Ключевые слова

информационные технологии, цифровое моделирование, свайный фундамент, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, каркас здания

Дата поступления в редакцию

20.02.2023

Дата принятия к печати

23.02.2023

Введение

Информационное проектирование зданий позволяет осуществлять детальную проработку архитектурной, конструкторской и инженерной составляющих проекта в трехмерном представлении. Преимуществами моделирования является абсолютная точность построения конструктивных элемен-

тов, способность выполнять чертежи в автоматическом режиме, точный подсчет объемов материалов и снижение проектных ошибок.

Конструктивная модель проектируемого объекта состоит из несущих элементов: колонн, стен, плит перекрытия и покрытия, диафрагм жесткости, фундаментов и обычно разрабатывается в масштабе 1:1 в графическом 3D редакторе с возможностью задания материалов, геометрических характеристик поперечных сечений и условий стыковки элементов.

Расчетная схема создается непосредственно из пространственной конструктивной модели объекта как из простых элементов, так и из сложных произвольных архитектурных форм [1]. Для правильности построения расчетной схемы использованы инструменты для обеспечения совместности создаваемых конечно-элементных сеток, их качества и автоматического поиска их пересечений: дотягивание или усечение контуров пластин и стержней в местах пересечения с другими конечными элементами. В местах пересечения пластин и стержней по форме поперечного сечения последних, и в местах пересечений пластин друг с другом по толщине пересекаемой пластины автоматически формируются абсолютно жесткие тела, которые повышают качество расчетной схемы и помогают избежать ошибок при расчетах и проектировании.

Постановка задачи

Конструктивная система здания исследуемого здания — каркасно-ствольная с вертикальными связями, образующими диск жесткости конструкции. Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость обеспечиваются совместной работой монолитных плит перекрытий и покрытия, диафрагм жесткости, колонн и вертикальных связей. Для выявления влияния способа моделирования свайного фундамента на напряженно-деформированное состояние каркаса сложной геометрической формы построены две конструктивные модели здания, которые преобразованы в аналитические и конечно-элементные расчетные схемы. Отличаются модели использованием инструментов внутренней среды ВИЗОР для построения комбинированного свайно-плитного фундамента.

Размеры здания в осях 40×50 м, в плане представляет собой фигуру, близкую к горизонтальному эллипсу, форма перекрытий, начиная со 2 этажа, представляет собой две половины фигуры «Инь-Ян», смещенные от оси симметрии здания на 5 м и образующие с фасадным витражным остеклением покрытый атриум на всю высоту надземных этажей. Высота нижнего технического этажа составляет 2.4 м, верхнего технического этажа — 2.8 м, высота типовых этажей и 1 этажа составляет 3.5 м. Колонны расположены по периметру и внутри перекрытий по радиальным осям со смещениями от мест пересечения, необходимые для последующей унификации стальных конструкций диска жесткости. Центр радиальной сетки осей совпадает с центром симметрии здания и находится в середине атриума. Диафрагма жесткости, составляющая центральное ядро каждой криволинейной башни, расположена в самой широкой части «запятой», наиболее близко к центру тяжести фигуры в плане. Дополнительная диафрагма жесткости располагается в каждой криволинейной башне у внешней части фасадного витражного остекления, внутри диафрагмы запроектирована эвакуационная лестница. Диск жесткости конструкции составляют опоясывающие крестовые связи и фермы, расположенные по периметру здания в верхнем техническом этаже, и крестовые связи и фермы, расположенные внутри технического этажа и соединяющие между собой диафрагмы жесткости. На 5, 10 и 15 этажах запроектированы стальные переходные галереи из пространственных ферм.

В процессе моделирования частым случаем является необходимость изменения части расчетной схемы проектируемого здания. Исходной моделью для проектирования свайно-плитного фундамента является аналогичное офисное здание с плитным фундаментом. Плитный фундамент толщиной

1200 мм значительно уступает по индустриальности возведения, объемам бетонных и опалубочных работ, сложностью ухода за твердеющим бетоном комбинированному свайно-плитному фундаменту, состоящему из плитного ростверка толщиной 600 мм и забивных свай круглого сечения в количестве 206 штук. Конструктивная модель офисного здания создана в САПФИР-КОНСТРУКЦИИ, преобразована в расчетную схему и передана в ПК ЛИРА-САПР 2017 для проведения статического и динамического расчетов. В целях экономии времени на создание нагружений от постоянных, длительных и кратковременных нагрузок использовалась в качестве исходной расчетная схема здания с плитным фундаментом. Изменение типа фундамента производилось с помощью передачи фрагмента расчетной схемы в САПФИР-КОНСТРУКЦИИ, моделирования свайного поля с требуемыми характеристиками (количество свай, способ их расположения под плитным ростверком, длина свай, диаметр свай и т. д.), обновления расчетной схемы и передача ее фрагмента обратно в ПК ЛИРА-САПР 2017.

Таким образом целью работы является выявление влияния способа моделирования свайного поля на напряженно-деформированное состояние каркаса здания.

Методы исследования

Исследования выполнены методом конечных элементов, который является основным методом современной вычислительной механики и лежит в основе большинства программных комплексов, предназначенных для выполнения расчетов инженерных конструкций [2–4].

В модели № 1 сваи запроектированы следующим способом: тело сваи моделируется кольцом из бетона требуемого диаметра (500 мм) как совокупность стержневых конечных элементов КЭ10, на конце сваи добавлен КЭ51 с заданной жесткостью, моделирующий вертикальное смещение сваи (осадку) [5]. Деформации сваи в горизонтальном направлении (горизонтальные смещения и углы поворота сечений) моделируются заданием на каждом из участков сваи (10 одинаковых вертикальных элементов по 0.5 м) своего коэффициента постели в горизонтальном направлении. Для включения в работу сваи некоторой части грунтового массива задается условная величина ширины сечения сваи.

Условная ширина сваи: $b_p = (1.5d + 0.5) = (1.5 \cdot 0.5 + 0.5) = 1.25$ м

Расчетное значение коэффициента постели C_z , K , кН/м^3 на боковой поверхности сваи определяется по формуле:

$$C_z = \frac{K \cdot z}{\gamma_c}; \quad (1)$$

где K — коэффициент пропорциональности, кН/м^4 , принимаемый в зависимости от вида грунта, окружающего сваю ($K = 23000 \text{ кН/м}^4$);

z — расстояние от поверхности грунта, до сечения сваи для которого определяется коэффициент постели.

Таблица 1

Коэффициенты постели в горизонтальном направлении

№ стержня	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент постели, кН/м^4	390.89	781.78	1172.67	1563.56	1954.46	2345.35	2736.24	3127.13	3518.02	3908.91

Жесткость одноузлового КЭ51, эквивалентного точечной опоре, вычисляют по формуле:

$$R = \frac{C_z}{A_p} = \frac{3908,91}{(1,25^2 \cdot \pi) / 4} = 3186,88 \frac{\text{Т}}{\text{М}}; \quad (2)$$

где A_p — площадь сваи.

Свайное поле модели № 2 аппроксимировано конечными элементами КЭ57 цепочкой стержневых свайных элементов.

Особенность конечного элемента «свая» в том, что ему изначально не задается жесткость, она определяется в процессе расчета с помощью модуля ГРУНТ. Использована пространственная модель грунтового основания под проектируемым офисным зданием. После подключения модели грунта к расчетной схеме здания, вычисляется несущая способность каждой сваи с учетом физико-механических характеристик каждого слоя грунта.

На сваи задается условная предварительная нагрузка. После проведения расчета каркаса здания и приложения отпора грунта уточняются нагрузки на каждую сваю.

На полученной мозаике (рис. 1) четко видно, что наибольшие нагрузки приходятся на сваи, расположенные вблизи ядер жесткости офисного здания, а наименьшие нагрузки — на сваи, расположенные под закрытым атриумом.

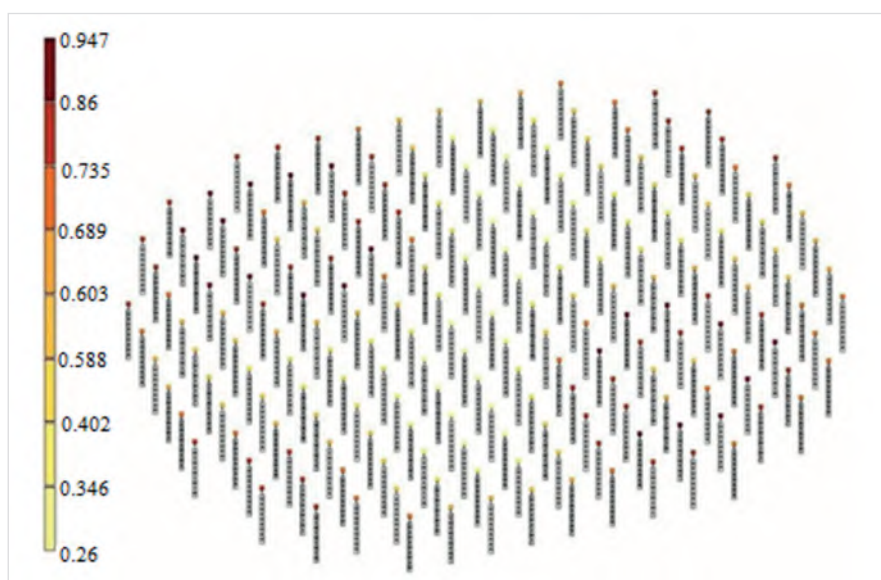


Рис. 1. Распределение нагрузок на сваи

Оценить работу каждой отдельной сваи можно анализом относительной несущей способности свайного поля. Сваи, расположенные под закрытым атриумом работают лишь на 25–40% своей несущей способности. Учитывая меньшие нагрузки на них, целесообразным будет уменьшение их длины или диаметра для экономии ресурсов.

Обсуждение результатов. На рис. 2–3 показаны мозаики относительных перемещений по вертикальной оси каркаса здания в целом и плитного ростверка [6–8]. Области максимальных прогибов не смещаются в зависимости от инструмента конструирования свайного поля.

При условии одинаковых загрузок моделей и идентичных характеристик и размеров поперечных сечений элементов несущего каркаса, разность значений полученных перемещений здания в целом между моделями составляет 6.3%, плитного ростверка — 11.7 %.

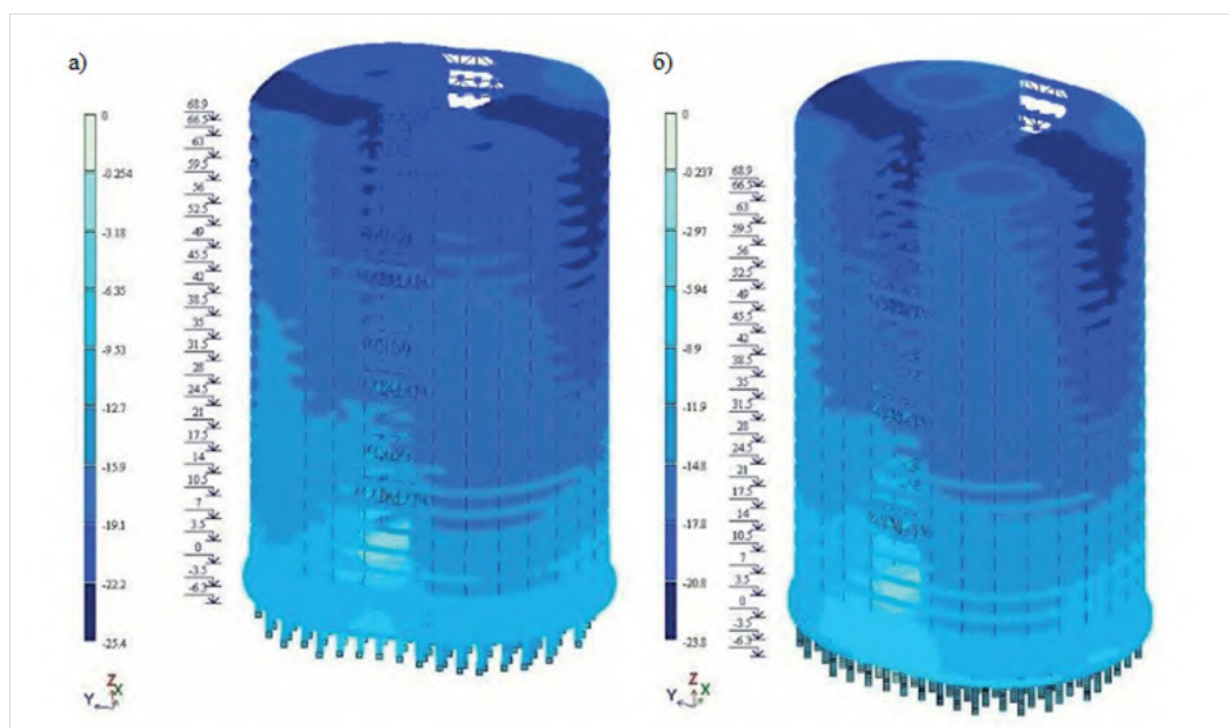


Рис. 2. Вертикальные перемещения каркаса здания: а) модель № 1; б) модель № 2

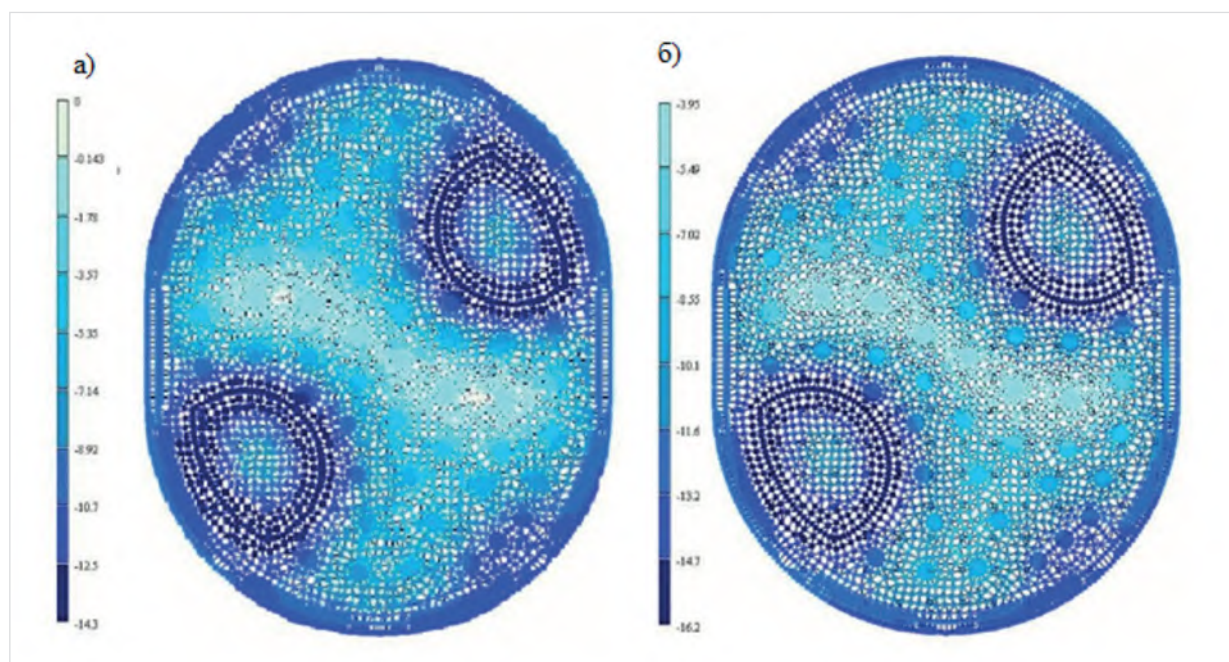


Рис. 3. Вертикальные перемещения ростверка: а) модель № 1; б) модель № 2

Произведен динамический расчет, определены частоты и формы собственных колебаний каркаса здания по двум моделям [9–10]. В зависимости от способа моделирования свайного поля, значения первых двух частот собственных колебаний отличаются на 3.85–4.55% (табл. 2). Спектр частот собственных колебаний, начиная с третьей частоты, совпадает. Формы колебаний зданий: первые две формы для моделей № 1 и № 2 являются возвратно-поступательными, третья форма — изгибно-крутильной.

Частоты, периоды колебаний

№ Формы	Модель № 1		Модель № 2	
	Частоты, Гц	Периоды, с	Частоты, Гц	Периоды, с
1	0.42	2.4011	0.44	2.2925
2	0.50	2.0155	0.52	1.9345
3	0.99	1.0121	0.99	1.0098
4	1.42	0.7050	1.42	0.7050
5	1.42	0.7050	1.42	0.7050

Для обеспечения динамической комфортности офисного здания необходимо контролировать ускорения отдельных точек перекрытий от пульсационных воздействий ветра: для модели № 1 максимальное ускорение плиты перекрытия 20-го этажа составляет 20.9 мм/с^2 , для модели № 2 — 20.7 мм/с^2 , что меньше предельно допустимого значения 130 мм/с^2 .

Горизонтальные перемещения от динамических воздействий пульсации ветра являются самыми опасными воздействиями для здания. Выполнен анализ горизонтальных перемещений от пульсации ветра. Разность значений полученных перемещений верхней точки каркаса здания составляет 9.6%.

Мозаика сжимающих продольных напряжений в сваях показана на **рис. 4**. Разность полученных значений достигает 40–50%: напряжения в сваях, моделируемых цепочкой вертикальных стержней, при использовании КЭ57 значительно больше.

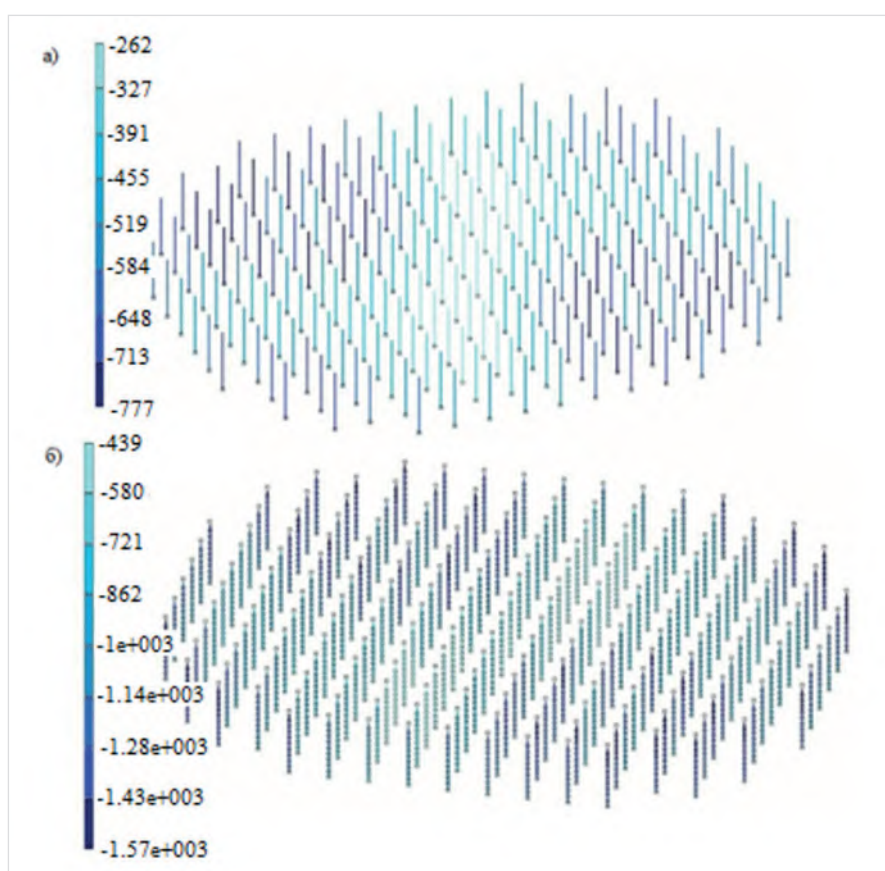


Рис. 4. Мозаика сжимающих продольных напряжений в сваях: а) модель № 1; б) модель № 2

На рис. 5 показано армирование второго слоя нижней арматуры для плитного ростверка.

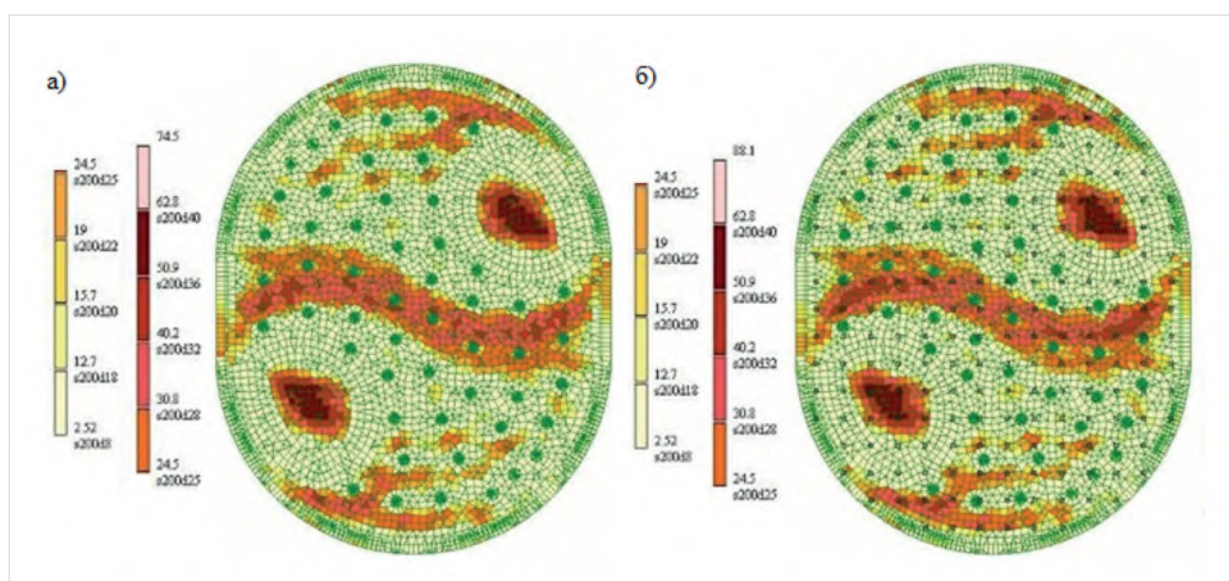


Рис. 5. Армирование плитного ростверка: а) модель № 1; б) модель № 2

По мозаикам армирования плитного ростверка видно, что для модели № 1 расход арматуры ниже на 15.4%.

Выводы

Проанализировав результаты расчетов моделей № 1 и № 2 по напряженно-деформированному состоянию элементов каркаса сложной геометрической формы, динамическим характеристикам, максимальным перемещениям узлов и параметрам зон комфортности, приходим к выводу, что способ моделирования свайного поля комбинированного свайно-плитного фундамента влияет на напряженно-деформированное состояние каркаса здания. Разности полученных значений составляли до 50%. Это может привести к завышению или занижению значений напряженно-деформированного состояния, принятого расхода арматуры и стали, что отрицательно влияет как на точность расчета, так и на стоимость строительства.

Большое расхождение замечено в напряженно-деформированном состоянии самих свай. Конечный элемент «свая» КЭ57 разработан специально для повышения точности моделирования и расчета конструкций зданий и сооружений. В данном исследовании грунтовое основание сложено однородными пластами, что маловероятно при реальном проектировании. Использование модели грунта в пространственной постановке повышает качество расчета путем более точного задания и вычисления характеристик грунтов, коэффициентов постели и осадок. Модуль ГРУНТ позволяет вычислять индивидуальные значения жесткостей для каждой отдельной сваи, что повышает качество расчета при моделировании совместной работы грунтового основания и здания. После уточнения жесткостей свай появляется возможность оценки относительной несущей способности и параметров напряженно-деформированного состояния для каждой сваи, что позволяет более рационально и экономично подобрать длину и диаметр свай в свайном поле, марку бетона и арматуры.

Библиографический список

1. Численные исследования моделей свай и свайных фундаментов в условиях нагрузок типа сейсмических, *Д. М. Нуриева*, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Известия КГАСУ, 2014, № 4 (30).
2. *Агаханов Г. Э.* Решение задач механики деформируемого твердого тела с использованием фиктивных расчетных схем // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. — № 3. — 2015.
3. *Агаханов Э. К.* О развитии комплексных методов решения задач механики деформируемого твердого тела // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки — 2013. — С. 14–19.
4. Вариационные принципы механики конструкций. В книге: НЕДЕЛЯ НАУКИ—2015 Сборник тезисов докладов XXXVI итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет». Под ред. Т. А. Исмаилова. — 2015. — С. 118–119.
5. *Агаханов Э. К.* Развитие комплексных методов в механике деформируемого твердого тела, Материалы Международной научно-практической конференции, ФГБОУ ВПО «ГГНТУ», г. Грозный, 2015. — С. 99–105.
6. *Batht K.-J.* Finite Element Procedures. New Jersey: Prentice Hall, 1996. P. 95–97.
7. *Сагдатуллин М. К.* Постановка задачи численного моделирования конечных деформаций МКЭ // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postanovka-zadachi-chislennogo-modelirovaniya-konechnyh-deformatsiy-mke>.
8. *Кравченко Г. М., Труфанова Е. В., Ладная Е. В.* Рациональное проектирование элементов пространственного каркаса здания // Инженерный вестник Дона, 2017, № 1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3989.
9. *Кравченко Г. М., Труфанова Е. В., Долженко А. В.* Динамический расчет зданий на ветровые нагрузки с учетом пульсационной составляющей: Электронный научный журнал APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. Краснодар, 2013. С. 2.
10. *Еремеев П. Г.* Особенности проектирования уникальных большепролетных зданий и сооружений. // Строительная механика и расчет сооружений. 2005. № 1.

THE INFLUENCE OF THE METHOD OF MODELING THE PILE FOUNDATION ON THE STRESS-STRAIN STATE OF THE BUILDING FRAME OF COMPLEX GEOMETRIC SHAPE

E. K. Agahanov*

G. M. Kravchenko**

E. V. Trufanova**

M. K. Agahanov***

* Dagestan State Technical University, Makhachkala

** Don State Technical University, Rostov-on-Don

*** Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow

Abstract

The object of the study is a multi-storey building, which in terms of a figure close to a horizontal ellipse. The structural model of the office building was created in a SAPPHIRE DESIGN. The calculations were performed by the finite element method in the LIRA-SAPR 2017 software package. Two finite element models of the object, including a pile base, have been developed. In model No. 1, piles are defined by core end elements of FE10 with the addition of FE 51 at the end of the pile. The pile field of model № 2 is approximated by finite elements of FE57. The stress-strain state of the investigated building frame is obtained. Movements, vibration frequencies and accelerations of the upper floor floors do not exceed the permissible values. The analysis of the stress-strain state in piles showed a significant increase in stresses when modeling with finite elements of the FE57. Reinforcement of the plate grillage of model № 1 corresponds to a lower consumption of reinforcement.

The Keywords

information technologies, digital modeling, pile foundation, finite element method, stress-strain state, building frame

Date of receipt in edition

20.02.2023

Date of acceptance for printing

23.02.2023

Ссылка для цитирования:

Э. К. Агаханов, Г. М. Кравченко, Е. В. Труфанова, М. К. Агаханов. Влияние способа моделирования свайного фундамента на напряженно-деформированное состояние каркаса здания сложной геометрической формы. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 131 – 139.





УДК 624.04

doi: 10.55287/22275398_2023_1_140

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЖАТЫХ ДЕРЕВЯННЫХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ПО ДЛИНЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Р. А. Шорстов*

С. Б. Языев**

А. С. Чепурненко**/***

* Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород

** Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

*** Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Аннотация

Статья посвящена вопросам расчета на устойчивость деревянных стоек прямоугольного сечения, высота которого меняется в зависимости от длины по линейному закону, а ширина постоянна. Расчет выполняется при помощи метода конечных элементов. Для получения результатов, справедливых при произвольной геометрии стержня, решение приведено к безразмерному виду. Производится сравнение с действующими нормами проектирования деревянных конструкций и вносятся коррективы в представленные там расчетные зависимости.

Ключевые слова

дерево, устойчивость, продольный изгиб, переменная жесткость, стойка, метод конечных элементов

Дата поступления в редакцию

20.01.2023

Дата принятия к печати

23.01.2023

Введение

Древесина на протяжении многих веков является одним из основных конструкционных материалов в строительстве, что обусловлено ее высокими физико-механическими и техническими качествами. На современном этапе развития строительной отрасли в области проектирования и возведения зданий и сооружений с использованием конструкций из дерева имеет место значительный прогресс благодаря применению клееных деревянных конструкций [1 – 3].

Для совершенствования проектных решений и снижения материалоемкости строительства требуется разработка и развитие научно-обоснованных методов расчета строительных конструкций. Во многих конструкциях используются элементы с постоянной по длине геометрией поперечного сечения, однако из соображений уменьшения расхода материала в некоторых случаях целесообразно применять элементы переменной жесткости [4–9].

Решению задач устойчивости сжатых элементов переменного по длине сечения посвящено множество работ, включая [10–15]. В действующих нормах проектирования деревянных конструкций (СП 64.13330.2017) для сжатых элементов с меняющейся по длине высотой поперечного сечения переменная жесткость учитывается коэффициентом $k_{жN}$, который для различных вариантов закрепления предлагается определять по одной и той же расчетной формуле, с чем нельзя согласиться. Целью данной работы является совершенствование нормативных методик расчета устойчивости сжатых конструктивных элементов из дерева с переменным по длине сечением.

Материалы и методы

Рассмотрим решение задачи устойчивости стержня переменного сечения методом конечных элементов. Чтобы решение было справедливо для произвольной геометрии стержня, уравнения МКЭ приведем к безразмерному виду. При выводе разрешающих уравнений, воспользуемся вариационным принципом Лагранжа.

Чтобы полученная матрица жесткости позволяла определять критическую нагрузку как в плоскости xz , так и в плоскости $xу$, положим, что высота и ширина поперечного сечения меняются по линейному закону:

$$\begin{aligned} h(\xi) &= h_0(\beta + (1 - \beta)\xi); \\ b(\xi) &= b_0(\gamma + (1 - \gamma)\xi), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\xi = x/l$ — безразмерная координата, l — длина стержня.

Осевой момент инерции представим в виде:

$$I(\xi) = I_0\psi(\xi), \quad (2)$$

где $\psi(\xi) = (\gamma + (1 - \gamma)\xi)(\beta + (1 - \beta)\xi)^3$.

Если положить здесь $\gamma = 1$, то получим решение для стержня, изображенного на **рис. 1**, при потере устойчивости в плоскости xz . Если же положить $\beta = 1$, а $у$ заменить на β , то решение будет справедливо при потере устойчивости в плоскости $xу$.

Рис. 1 см. на следующей странице

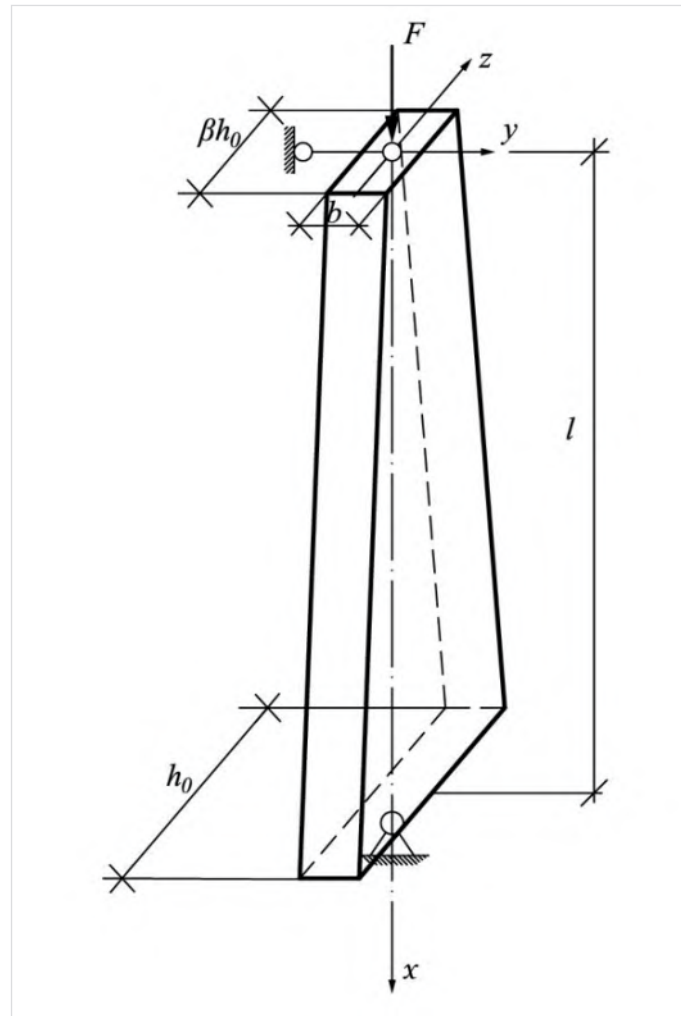


Рис. 1. Расчетная схема

Будем использовать конечный элемент переменного сечения, положение концов которого определяется безразмерными координатами ξ_1 и ξ_2 (рис. 2).

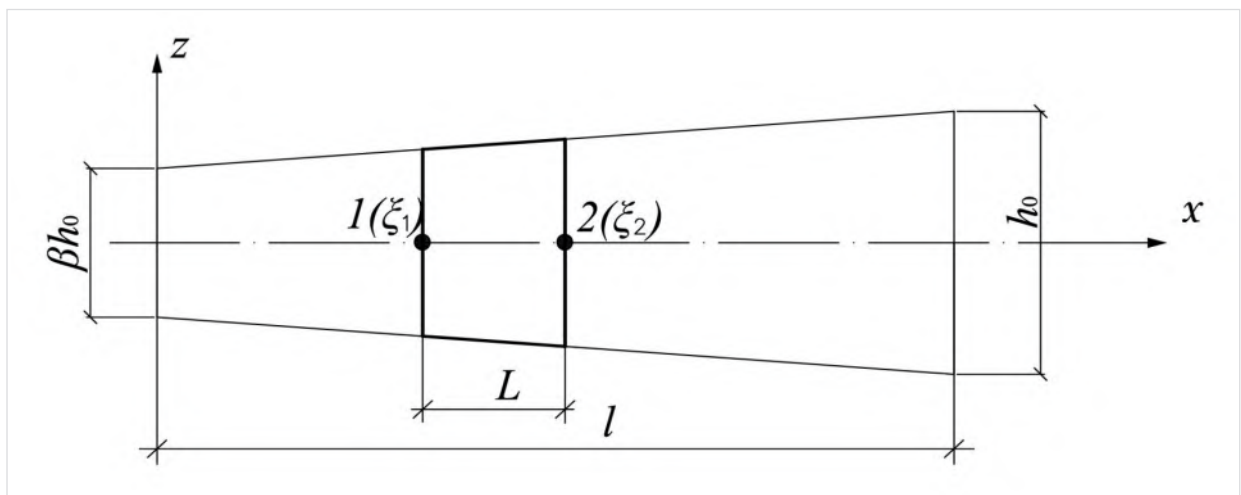


Рис. 2. Используемый конечный элемент переменного сечения

Потенциальная энергия деформации КЭ при изгибе вычисляется следующим образом:

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_L EI(x) \left(\frac{d^2 w}{dx^2} \right)^2 dx = \frac{1}{2} \frac{EI_0}{l^4} \int_{\xi_1}^{\xi_2} \psi(\xi) \left(\frac{d^2 w}{d\xi^2} \right)^2 d\xi \cdot l, \quad (3)$$

где L — длина конечного элемента.

Работа силы F при выпучивании определяется как [16]:

$$A = \frac{1}{2} F \int_L \left(\frac{dw}{dx} \right)^2 dx = \frac{1}{2} F \frac{1}{l^2} \int_{\xi_1}^{\xi_2} \left(\frac{dw}{d\xi} \right)^2 d\xi \cdot l. \quad (4)$$

Функционал полной энергии записывается в виде:

$$\mathcal{E} = \Pi - A = \frac{1}{2} \left(\frac{EI_0}{l^3} \int_{\xi_1}^{\xi_2} \psi(\xi) \left(\frac{d^2 w}{d\xi^2} \right)^2 d\xi - \frac{F}{l} \int_{\xi_1}^{\xi_2} \left(\frac{dw}{d\xi} \right)^2 d\xi \right). \quad (5)$$

Вместо минимизации функционала \mathcal{E} можно минимизировать функционал $\mathcal{E}' = \frac{\mathcal{E}}{EI_0}$, который примет вид:

$$\mathcal{E}' = \frac{1}{2} \left(\int_{\xi_1}^{\xi_2} \psi(\xi) \left(\frac{d^2 w}{d\xi^2} \right)^2 d\xi - \lambda \int_{\xi_1}^{\xi_2} \left(\frac{dw}{d\xi} \right)^2 d\xi \right), \quad (6)$$

где $\lambda = \frac{Fl^2}{EI_0}$.

Для прогиба принимается следующая аппроксимация:

$$w(\xi) = \alpha_0 + \alpha_1 \xi + \alpha_2 \xi^2 + \alpha_3 \xi^3. \quad (7)$$

Вторую степень свободы в узле, соответствующую углу поворота, будем определять как:

$$\theta(\xi) = \frac{dw}{d\xi} = \alpha_1 + 2\alpha_2 \xi + 3\alpha_3 \xi^2. \quad (8)$$

Коэффициенты α_i можно выразить через узловые перемещения, если подставить в (7) и (8) координаты узлов:

$$\begin{bmatrix} 1 & \xi_1 & \xi_1^2 & \xi_1^3 \\ 0 & 1 & 2\xi_1 & 3\xi_1^2 \\ 1 & \xi_2 & \xi_2^2 & \xi_2^3 \\ 0 & 1 & 2\xi_2 & 3\xi_2^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} w_1 \\ \theta_1 \\ w_2 \\ \theta_2 \end{Bmatrix}. \quad (9)$$

Или $[C]\{\alpha\} = \{U\}$, откуда $\{\alpha\} = [C]^{-1}\{U\}$.

Первая и вторая производная прогиба могут быть записаны в виде:

$$\frac{dw}{d\xi} = [0 \ 1 \ \xi \ 3\xi^2] \{\alpha\} = [0 \ 1 \ \xi \ 3\xi^2] [C]^{-1} \{U\} = [\Psi] \{U\}. \quad (10)$$

$$\frac{d^2w}{d\xi^2} = [0 \ 0 \ 2 \ 6\xi] \{\alpha\} = [0 \ 0 \ 2 \ 6\xi] [C]^{-1} \{U\} = [B] \{U\}.$$

С учетом (10) функционал \mathcal{E}' примет вид:

$$\mathcal{E}' = \frac{1}{2} \left(\{U\}^T \int_{\xi_1}^{\xi_2} \psi(\xi) [B]^T [B] d\xi \{U\} - \lambda \{U\}^T \int_{\xi_1}^{\xi_2} [\Psi]^T [\Psi] d\xi \{U\} \right). \quad (11)$$

Минимизируя \mathcal{E}' по вектору узловых перемещений, получим:

$$\frac{\partial \mathcal{E}'}{\partial \{U\}} = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \psi(\xi) [B]^T [B] d\xi \{U\} - \lambda \int_{\xi_1}^{\xi_2} [\Psi]^T [\Psi] d\xi \{U\} = 0. \quad (12)$$

Или

$$\left([\tilde{K}] - \lambda [\widetilde{K}_e] \right) \{U\} = 0, \quad (13)$$

где $[\tilde{K}] = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \psi(\xi) [B]^T [B] d\xi$ — безразмерная матрица жесткости; $[\widetilde{K}_e] = \int_{\xi_1}^{\xi_2} [\Psi]^T [\Psi] d\xi$ — безразмерная геометрическая матрица жесткости.

Выражения выше записаны для одного конечного элемента. Для получения матрицы жесткости всего стержня выполняется суммирование матриц жесткости всех элементов. Параметр λ определяется из условия равенства нулю определителя системы (13).

В действующих нормах проектирования деревянных конструкций переменная жесткость стержня учитывается коэффициентом $k_{жN}$, зависящим от параметра β . Данный коэффициент для шарнирно опертого по концам стержня выражается через параметр λ следующим образом:

$$k_{жN} = \frac{\mu^2 \lambda}{\pi^2}, \quad (14)$$

где μ — коэффициент приведения длины.

Матрицы $[\tilde{K}]$ и $[\widetilde{K}_e]$ элемента были определены путем символического интегрирования в среде MATLAB. Матрица $[\widetilde{K}_e]$ имеет вид:

$$[\widetilde{K}_e] = \begin{bmatrix} -\frac{6}{5(\xi_1 - \xi_2)} & \frac{1}{10} & \frac{6}{5(\xi_1 - \xi_2)} & \frac{1}{10} \\ \frac{1}{10} & \frac{2(\xi_2 - \xi_1)}{15} & -\frac{1}{10} & \frac{\xi_1 - \xi_2}{30} \\ \frac{6}{5(\xi_1 - \xi_2)} & -\frac{1}{10} & -\frac{6}{5(\xi_1 - \xi_2)} & -\frac{1}{10} \\ \frac{1}{10} & \frac{\xi_1 - \xi_2}{30} & -\frac{1}{10} & \frac{2(\xi_2 - \xi_1)}{15} \end{bmatrix}. \quad (15)$$

Матрица $[\tilde{K}]$ здесь не приводится ввиду ее громоздкости.

Результаты и обсуждение

На рис. 3 представлена полученная в результате расчета зависимость коэффициента $k_{жN}$ от параметра β для шарнирно опертого по концам стержня при потере устойчивости в плоскости xz . Штриховой линии соответствует представленная в нормах формула:

$$k_{жN}(\beta) = 0,5116\beta^2 + 0,5004\beta - 0,0103. \quad (17)$$

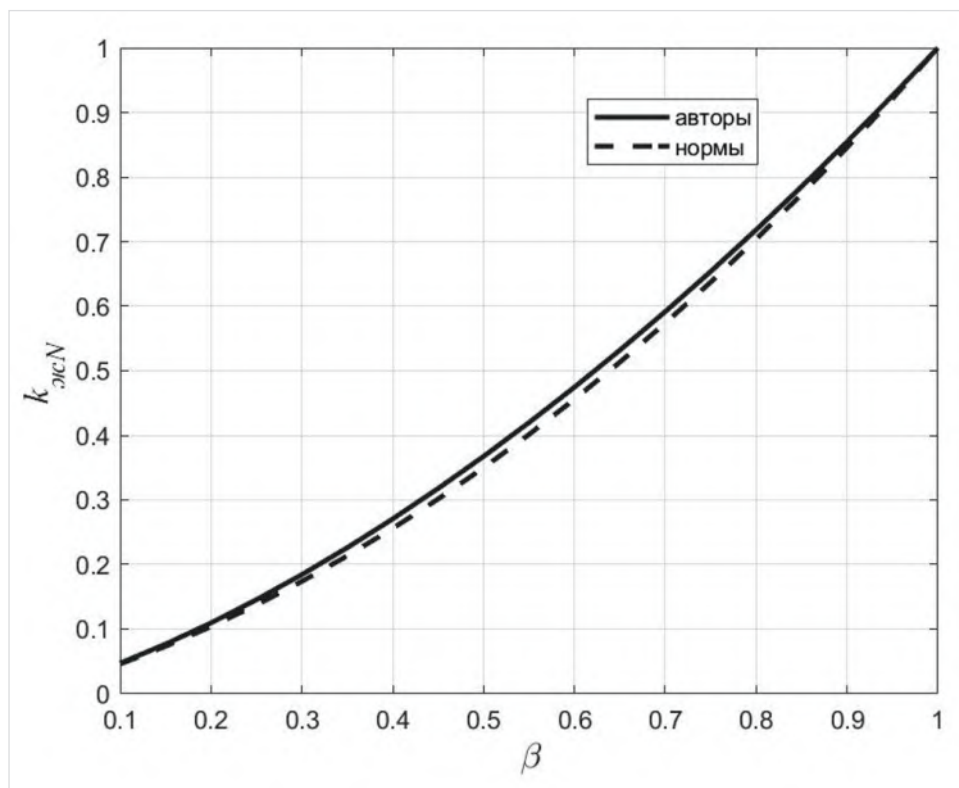


Рис. 3. Зависимость коэффициента $k_{жN}$ от параметра β при потере устойчивости в плоскости xz для шарнирно опертого по концам стержня

При потере устойчивости в плоскости xu коэффициент $k_{жN}$ для шарнирно опертого по концам стержня в нормах проектирования деревянных конструкций определяется по формуле:

$$k_{жN} = 0,4 + 0,6\beta. \quad (18)$$

На рис. 4 приведен полученный в результате расчета график зависимости коэффициента $k_{жN}$ от β . Штриховой линии соответствует прямая, построенная по формуле (18).

Максимальное отклонение решения автора от нормативных значений наблюдается также при $\beta = 0,3$ и составляет, как и ранее, 5,7%. Нами предлагается следующая уточненная формула для коэффициента $k_{жN}$:

$$k_{жN} = -0,1305\beta^2 + 0,7193\beta + 0,4079. \quad (19)$$

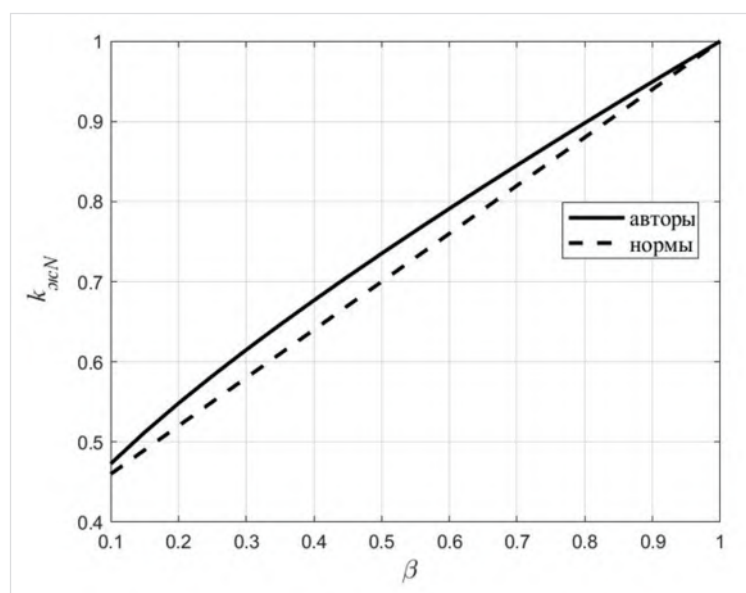


Рис. 4. Зависимость коэффициента $k_{жN}$ от параметра β при потере устойчивости в плоскости xu для шарнирно опертого по концам стержня

Перейдем далее к вариантам закрепления «шарнир-защемление» и «защемление-защемление». В нормах проектирования деревянных конструкций коэффициент $k_{жN}$ при закреплении «шарнир-защемление» определяется по той же формуле, что и для варианта «шарнир-шарнир». Вариант «защемление-защемление» в СП 64.13330.2017 отсутствует.

Нами было установлено, что коэффициент $k_{жN}$ для вариантов «шарнир-шарнир» (ш-ш), «шарнир-защемление» (ш-з) и «защемление-защемление» (з-з) при потере устойчивости в плоскости xz практически не отличается. Сравнение коэффициентов $k_{жN}$ при различных значениях параметра β приведено в табл. 1. Табл. 2 — то же для случая потери устойчивости в плоскости xu .

Таблица 1

Сравнение коэффициентов $k_{жN}$ для различных вариантов закрепления стержня при потере устойчивости в плоскости xz

β		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$k_{жN}$	ш-ш	0,1096	0,1845	0,2706	0,3675	0,4747	0,5917	0,7184	0,8545
	ш-з	0,1052	0,1804	0,2675	0,3655	0,4738	0,5919	0,7196	0,8565
	з-з	0,1033	0,1783	0,2653	0,3633	0,4716	0,5898	0,7174	0,8541

Таблица 2

Сравнение коэффициентов $k_{жN}$ для различных вариантов закрепления стержня при потере устойчивости в плоскости xu

β		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$k_{жN}$	ш-ш	0,5482	0,6149	0,6766	0,7351	0,7911	0,8453	0,8980	0,9495
	ш-з	0,5322	0,6045	0,6703	0,7317	0,7900	0,8457	0,8995	0,9516
	з-з	0,5172	0,5946	0,6634	0,7266	0,7861	0,8425	0,8967	0,9490

Несмотря на относительно небольшую разницу между тремя вариантами закрепления, нами для вариантов «шарнир-защемление» и «защемление-защемление» были подобраны уточненные аппроксимирующие формулы коэффициента $k_{жN}$, погрешность которых при $\beta \in [0,2; 1]$ не превышает 1,3%. Результаты сведены в табл. 3.

Таблица 3

Аппроксимирующие формулы для коэффициента $k_{жN}$

закрепление	плоскость xz	плоскость xy
шарнир-защемление	$0,515\beta^2 + 0,5054\beta - 0,0157$	$-0,1731\beta^2 + 0,793\beta + 0,3783$
защемление-защемление	$0,5158\beta^2 + 0,5037\beta - 0,0172$	$-0,2186\beta^2 + 0,8624\beta + 0,3499$

Перейдем далее к варианту закрепления «защемление-свободный конец». На рис. 5 представлен полученный в результате расчета график зависимости коэффициента $k_{жN}$ от β при потере устойчивости в плоскости xz . Штриховой линии соответствуют нормативные значения, рассчитанные по формуле:

$$k_{жN} = 0,07 + 0,93\beta. \quad (20)$$

Максимальное отклонение решения автора от нормативных значений в диапазоне $\beta \in [0,2; 1]$ составило 5,83%. Нами была подобрана аппроксимирующая формула, погрешность которой в том же диапазоне не превышает 0,6%:

$$k_{жN} = -0,1158\beta^2 + 1,0848\beta + 0,028. \quad (21)$$

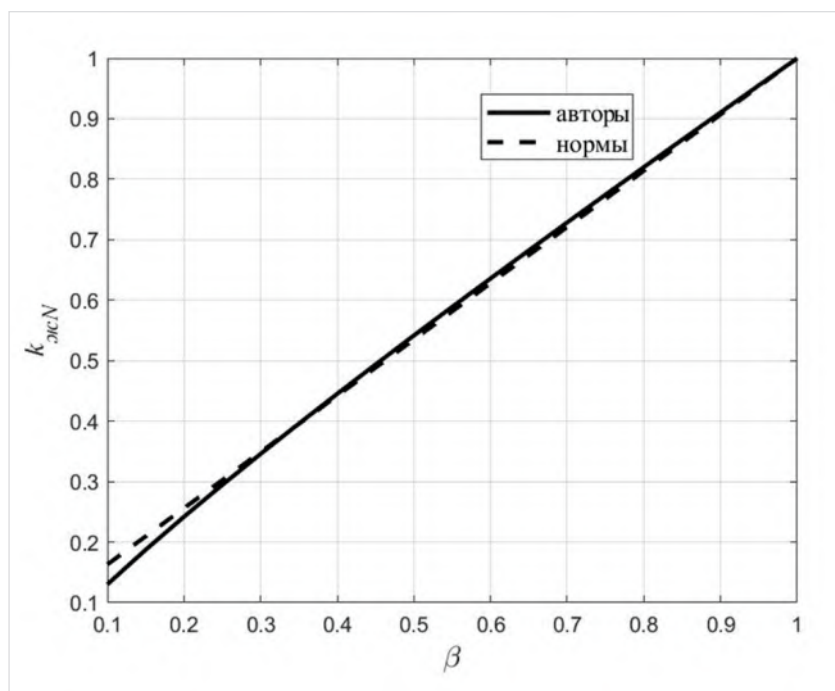


Рис. 5. Зависимость коэффициента $k_{жN}$ от параметра β при потере устойчивости в плоскости xz для варианта закрепления «защемление-свободный конец»

При потере устойчивости в плоскости xu нормативная формула для коэффициента $k_{жN}$ имеет вид:

$$k_{жN} = 0,66 + 0,34\beta. \quad (22)$$

Полученная авторами для этого случая зависимость, а также прямая, построенная по формуле (22), приведены на **рис. 6**. Вычислять коэффициент $k_{жN}$ вместо выражения (22) предлагается по формуле:

$$k_{жN} = -0,1236\beta^2 + 0,5089\beta + 0,612. \quad (23)$$

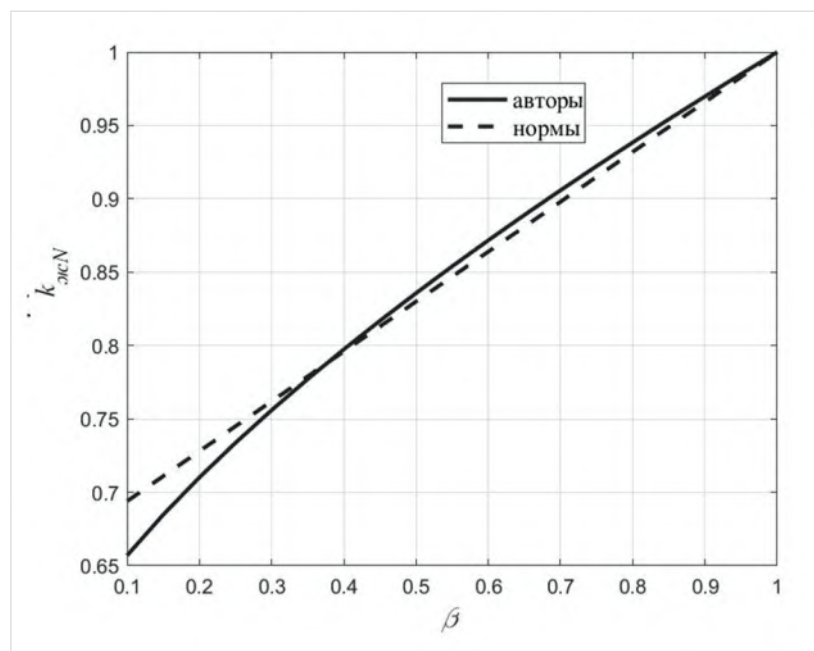


Рис. 6. Зависимость коэффициента $k_{жN}$ от параметра β при потере устойчивости в плоскости xu для варианта закрепления «защемление-свободный конец»

Выводы

Разработана методика определения критических нагрузок для сжатых стержней с линейно меняющейся высотой поперечного сечения при произвольных вариантах закрепления на основе метода конечных элементов. Выполнено сравнение с расчетными зависимостями, представленными в СП 64.13330.2017. В ряде случаев отклонение результатов превышает 5%. С использованием метода наименьших квадратов подобраны уточненные формулы.

Установлено, что для вариантов закрепления стержня «шарнир-шарнир», «шарнир-защемление» и «защемление-защемление» коэффициент $k_{жN}$, учитывающий переменную жесткость, отличается незначительно.

Библиографический список

1. Karamisheva, A. A. Calculation of plane bending stability of beams with variable stiffness / A. A. Karamisheva, S. B. Yazyev, A. A. Avakov // Procedia Engineering. — Т. 150. — 2016. — С. 1872–1877.

2. Ланина, А. П. Устойчивость плоской формы изгиба деревянной балки с учетом ползучести / А. П. Ланина // Строительство и архитектура. — 2021. — Т. 9. — №. 2. — С. 6–10.
3. Calculation of wooden beams on the stability of a flat bending shape enhancement / A. S. Cherpurnenko, V. V. Ulianskaya, S. B. Yazyev, I. M. Zotov // MATEC Web of Conferences. — EDP Sciences, 2018. — Т. 196. — С. 01003.
4. Fertis, D. G. Large deflection of determinate and indeterminate bars of variable stiffness / D. G. Fertis, A. Afonta // Journal of engineering mechanics. — 1990. — Т. 116. — №. 7. — С. 1543–1559.
5. Fertis, D. G. Free vibration of variable stiffness flexible bars / D. G. Fertis, A. Afonta // Computers & structures. — 1992. — Т. 43. — №. 3. — С. 445–450.
6. Li, Q. S. Flexural free vibration of cantilevered structures of variable stiffness and mass / Q. S. Li // Structural engineering and mechanics: An international journal. — 1999. — Т. 8. — №. 3. — С. 243–256.
7. Farsadi, T. Fundamental frequency optimization of variable stiffness composite skew plates / T. Farsadi, D. Asadi, H. Kurtaran // Acta Mechanica. — 2021. — Т. 232. — №. 2. — С. 555–573.
8. Efficient post-buckling analysis of variable-stiffness plates using a perturbation approach / R. Vescovini, E. Spigarolo, E. L. Jansen, L. Dozio // Thin-Walled Structures. — 2019. — Т. 143. — С. 106211.
9. Vescovini, R. Thermal buckling behaviour of thin and thick variable-stiffness panels / R. Vescovini, L. Dozio // Journal of Composites Science. — 2018. — Т. 2. — №. 4. — С. 58.
10. Тимошенко, С. П. Устойчивость упругих систем / С. П. Тимошенко. — Л., М.: Гостехиздат, 1946. — 532 с.
11. Блейх, Ф. Устойчивость металлических конструкций / Ф. Блейх. — М.: Физматгиз, 1959. — 544 с.
12. Ржаницын, А. Р. Устойчивость равновесия упругих систем / А. Р. Ржаницын. — М.: Гостехиздат, 1955. — 475 с.
13. Flexural buckling of a revolving bar in a rigid pipe with a gap exposed to axial force and dead weight / S. B. Yazyev, P. V. Ivanova, Y. G. Konoplev, B. M. Yazyev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — IOP Publishing, 2020. — Т. 913. — №. 2. — С. 022021.
14. Buckling of glass reinforced plastic rods of variable rigidity / S. V. Litvinov, S. B. Yazyev, I. I. Rudchenko, G. S. Molotkov // Materials Science Forum. — Trans Tech Publications Ltd, 2018. — Т. 931. — С. 133–138.
15. Andreev, V. I. On the stability of rod with variable cross-section / V. I. Andreev, N. Y. Tsybin // Procedia Engineering. — 2015. — Т. 111. — С. 42–48.
16. Energy method in solving the problems of stability for a viscoelastic polymer rods / S. B. Yazyev, M. Yu. Kozelskaya, G. P. Strelnikov, S. V. Litvinov // MATEC Web of Conferences. — EDP Sciences, 2017. — Т. 129. — С. 05010.

IMPROVEMENT OF THE CALCULATION FOR THE STABILITY OF COMPRESSED WOODEN RODS OF A RECTANGULAR SECTION VARIABLE IN THE LENGTH

R. A. Shorstov*
S. B. Yazyev**
A. S. Chepurnenko **/**

* Belgorod state technological university named after V. G. Shukhov, Belgorod

** Don State Technical University, Rostov-on-Don

*** Kazan (Volga region) Federal University, Kazan

Abstract

The article is devoted to the issues of calculating the stability of wooden bars of rectangular section, the height of which varies depending on the length according to a linear law, and the width is constant. The calculation is performed using the finite element method. To obtain results that are valid for an arbitrary rod geometry, the solution is reduced to a dimensionless form. A comparison is made with the current standards for the design of wooden structures and adjustments are made to the calculated dependencies presented there.

The Keywords

wood, stability, buckling, variable stiffness, bar, finite element method

Date of receipt in edition

20.01.2023

Date of acceptance for printing

23.01.2023

Ссылка для цитирования:

Р. А. Шорстов, С. Б. Языев, А. С. Чепурненко. Совершенствование расчета на устойчивость сжатых деревянных стержней переменного по длине прямоугольного сечения. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 140–150.





УДК 72.01

doi: 10.55287/22275398_2023_1_151

ОСМЫСЛЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ СОВЕТСКОГО КОСМИЗМА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

А. В. Астахова*

О. А. Пастух**

* Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

** Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация

В статье проанализированы многочисленные аспекты философской идеи космизма, а также ряд важных ее особенностей в контексте формирования комплексного подхода к осмыслению места памятников архитектуры в формировании современного экоустойчивого жилого пространства. Показана взаимосвязь не только различных областей науки и искусства, но также и связь времен через идеологию единства и гармонии среды обитания человека. Обоснована особая актуальность в данном процессе развития архитектуры на базе современных тенденций и принципов формирования пространства на основе экологического подхода.

Ключевые слова

космизм, футурологическое проектирование, урбоэкология, устойчивая архитектура, когнитивная урбанистика

Дата поступления в редакцию

08.12.2022

Дата принятия к печати

10.12.2022

Изучение наследия архитектуры советского космизма особенно актуально в контексте формирования комплексного подхода к осмыслению места памятников архитектуры, истории и культуры в современном мире.

Сегодня на первый план выходит экологический подход в формировании архитектурных объектов и пространства обитания будущего, при этом особенно важно сохранить и комфортно внедрить в жизнь современного города историческую часть городской среды. Для этих целей необходимо использовать системный, многоплановый подход к рассмотрению исторического наследия в свете развивающейся градостроительной и архитектурной науки, экологии, культурологии, исторической социологии и философии [1].

Русская культура сильна не только способностью к трансформациям, но и к сохранению своего начала, образующего связь прошлого, настоящего и будущего. Важным компонентом этого взаимодействия является космическое мировоззрение, воплотившееся в философии и искусстве русского космизма. Часто космизм понимают только с одной стороны, понимают как мирозозерцание или говорят о единстве космоса и человека. Это не совсем так. Идеи космизма имеют многоуровневую структуру.

«Космизм» как хорошо изученное упорядоченное течение в русской философии достиг пика популярности в 1980-е годы. В первую очередь это было связано с появлением собирательных исследований, структурирующих все ранее написанные труды.

В начале XX века отечественная культура пережила одну из самых многогранных революций в истории. Бунт того времени был одновременно художественным, научным и общественно-политическим. Эволюция космического мировоззрения связана со многими открытиями. У истоков новой эры стоял Константин Циолковский, отец русской космонавтики. Он опубликовал свои первые работы о внеземном расселении людей и экспоненциальном росте продуктивности Земли в конце 19 века. В первые десятилетия века Владимир Вернадский отправился в экспедиции по изучению радиоактивных полезных ископаемых, результаты которых послужили толчком к развитию атомной энергетики.

Все это послужило мощным катализатором творческих идей. Искусство, архитектура и литература новейшей истории еще не были так близки к науке.

В изобразительном искусстве началась эпоха абстрактного космизма. Казимир Малевич описал свой «Черный квадрат» как «огромное пустое пространство во вселенной» и позже создал знаменитый эскиз «Планета будущего (Дом) для землян (людей)». Соратники Малевича поддержали его. «Парящие самолеты» Лазаря Хидекеля и «Космический десант» Константина Рождественского — примеры супрематического космизма. «Дивергенция» и «Орбита Земли вокруг Солнца» Ивана Кудряшова, «Сферная композиция» Ивана Ключа и «Движение Вселенной» Михаила Матюшина — примеры абстрактного космизма.

Позже принципы композиции и особенности мировоззрения переняли основоположники супрематизма Лазарь Хидекель и Эль Лисицкий.

Лазарь Хидекель называл себя «художником и архитектором», позже ссылаясь на одну из центральных черт своего искусства и архитектуры, «видение супрематической структуры, парящей в пространстве». Я дал ему прозвище «Фантастический». Сначала он появился как космическая станция. Работа УНОВИСа в Витебский период с 1920 по 1921 год и работа землян в будущем городе, который он себе представлял в середине 1920-х гг.

В своих живописных композициях начала 1920-х годов он развивал принципы плоскостного супрематизма с космической тематикой, основанной на динамичных сочетаниях квадратов и крестов. В статьях того времени он ставил вопрос о появлении супрематизма объема и пространства в архитектурном решении.

Первым супрематическим образованием стал проект «Аэроклуб» (1922–1924). Крестообразный крест из горизонтальных линий, напоминающий по форме самолет, на ленте его окна черные полосы. Будущие концепции городского планирования плавучих городов (плавучие города, 1925 г.) и аэрогородов, или вспомогательных городов (1920-е гг.), были ориентированы на окружающую среду и предвосхищали идею «городов будущего». В проекте курса Клуба рабочих (4-й курс) (1926 г.) инновационная технология окончательно выкристаллизовалась. Сложная композиция, динамично сочетающая наклонный параллелепипед, белые стены и темные полосы горизонтальных окон, стала эталоном супрематизма. Не случайно работа Хидекель неоднократно публиковалась под именем Малевича в архитектурном журнале (*Wasmuths Monatshefte für Baukunst*. Berlin. 1927. № 10). Проект «Многоквартирный» (1927 г.) был решен Хидекелем в виде горизонтальной прямолинейной конструкции, образованной блок-квартирами-коттеджами со сплошным ленточным остеклением и террасами.

Талант Хидекеля как архитектора был признан в начале его карьеры. По сути, начав работать с Элем Лисицким над переходом от планарного супрематизма к трехмерному, Хидекель стал не

просто первым, а действительно единственным супрематическим архитектором. По его мнению, авангардная архитектура происходила из этой современной изобразительной системы. «Одной из наших утопических идей является стремление преодолеть ограничения фундамента, земной тяги. Идея победы над фундаментом, приземлённостью, может распространяться и дальше и призывает к победе над гравитацией как таковой. Она требует парящих сооружений, физически-динамической архитектуры» [5, стр. 64, 66].

Прозрения Циолковского были чрезвычайно близки исканиям архитекторов, поставленных перед задачей создания новых форм и систем расселения.

Образ мобильного здания вообще был характерен для самоощущения авангарда. Еще в 1913 г. Малевич в письме к М. В. Матюшину мечтал о времени, «когда на громадных цепелинах будут держаться большие города и студии современных художников».

Эти планы нашли своё отражение в архитектурном проекте студента ВХУТЕМАСа Г. Юзефовича. По идее автора, старые города и вся промышленность оставались на поверхности земли. Жилые и общественные элементы новых городов проектировались в виде гондол разного размера, прикрепляемых к управляемым воздушным шарам и дирижаблям. Эти подвижные сооружения могли свободно перемещаться в пространстве, причаливать в любом месте старого города, останавливаться на нужное время в воздухе. Отличительными чертами творчества архитекторов этого времени являлись: четкая асимметрия (иногда переходящая в антисимметрию), контрастное противопоставление плоских форм и массивных объемов, абстрактные образы, космические мотивы, гигантомания.

Современные тенденции устойчивого развития пространственной среды обитания человека имеют в своей основе экоориентированное мышление и экопозитивные принципы формирования архитектурных объектов. Архитектуру, непосредственно и одновременно связанную с историей и современностью, отличает двойственность ретроспективных и перспективных концептуальных подходов к ее изучению и прогнозированию. Особую роль и влияние на приоритетные направления развития архитектуры будущего имеют перспективные разработки XX века как прецеденты утопического проектирования на основе философских идей и с использованием информационных технологий при формировании архитектурной среды [2, стр. 81].

Реинкарнация футурологических концепций XX века, базирующихся на идеологии космизма, в современном мире воспринимается обществом как инновационный прогноз. К 1970 м годам в области футурологического проектирования обозначились принципиально новые тенденции психологизации жилой среды, сформировавшиеся в последствие в отдельное направление – когнитивную урбанистику [3]. Создание «собственной среды, оторванной» от физической реальности в те годы широко рассматривалась в специальной литературе и давала множество прецедентов решения этой проблемы с использованием принципов динамической адаптации [2, стр. 82]. Рассмотрение опыта утопического проектирования прошлого века позволяет сформулировать и внедрить в практику устойчивого развития жилой среды направления формирования концепций в организации архитектурного пространства и тенденции дальнейшего развития в целом ряде архитектурных концепций: антропоцентрические; технократические; биотектонические и дальнейшего развития творческих идей футурологического проектирования [4].

Стремительное развитие современных технологий привело к кризисам, переросшим в глобальные проблемы, особенно связанные с экологией. Культуры техногенных цивилизаций всегда включали в себя научную рациональность, направленную на преобразование окружающего мира в соответствии с потребностями человека. Необходимо указать на совпадение многих представ-

лений научной картины мира с представлениями русской космистической философии. Русский космизм пытался возродить идею органической связи человека с мирозданием, ясно осознавалось и обратное воздействие на мир. Пропорциональные отношения между человеком и остальным миром послужили основой для развитой русскими космологами идеи о необходимости измерения человеческой деятельности по принципу совершенства этого мира.

Библиографический список

1. Митягин С. Д. Градостроительство. Эпоха перемен. — СПб.: 2016. 280 с.: ил.
2. Сапрыкина Н. А. Формирование экоустойчивого пространства обитания будущего: теория, практика, перспективы: монография/ Н. А. Сапрыкина. — Москва: КУРС, 2022. — 288 с., илл. — Серия «Наука».
3. Крашенинников А. В. Когнитивная урбанистика: архетипы и прототипы городской среды : [монография] / А. В. Крашенинников; Курс. — Москва: Курс, 2020. — 209 с.: ил.
4. Сапрыкина Н. А. Футурологические концепции XX века как инновационный прогноз // “Architecture and Modern Information Technologies”. 2015. № 4 (33). С. 1 – 16.
5. Lissitzky El. Russia: An Architecture for World Revolution. London, 1970. P. 64, 66.
6. Шубенков М. Человек и пространство / М. Шубенков // Architecture and Modern Information Technologies, 2009 — Т. 2 (7).
7. Пастух О. А. Дизайнерский подход при формировании когнитивных моделей архитектурной среды / Пастух О. А. / Современные общественные пространства как инструмент развития городской среды : материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции [04 – 05 апреля 2022 года]; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. — с. 85 – 90.
8. Гельфонд А. Л. Архитектура общественных пространств: монография / А. Л. Гельфонд. Москва: ИНФАРМ, 2019.

UNDERSTANDING THE ARCHITECTURE OF SOVIET COSMISM IN THE MODERN WORLD

A. V. Astakhova *

O. A. Pastukh **

* St. Petersburg State University, Saint Petersburg

** Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg

Abstract

The article analyzes numerous aspects of the philosophical idea of cosmism, as well as a number of its important features in the context of the formation of an integrated approach to understanding the place of architectural monuments in the formation of a modern eco-sustainable living space. The interrelation of not only various fields of science and art, but also the connection of times through the ideology of unity and harmony of the human environment is shown. The special relevance in this process of architecture development based on modern trends and principles of space formation based on an ecological approach is substantiated.

The Keywords

cosmism, futurological design, urban ecology, sustainable architecture, cognitive urbanism

Date of receipt in edition

08.12.2022

Date of acceptance for printing

10.12.2022

Ссылка для цитирования:

А. В. Астахова, О. А. Пастух. Осмысление архитектуры советского космизма в современном мире. — Системные технологии — 2023. — № 1 (46). — С. 151 – 155.





УДК 727+725.4

doi: 10.55287/22275398_2023_1_156

АРХИТЕКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КУЛЬТУРНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ НА ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ГОРОДОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Горячкина

Л. В. Петрова

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва

Аннотация

Актуальность темы статьи обосновывается необходимостью возрождения малых и средних городов, а также положениями, изложенными в государственных программах развития. В рамках программы правительства Московской области «Территории роста» предлагается размещение на территориях бывших промышленных предприятий креативных кластеров, индустриальных парков и технопарков. В тенденциях такого подхода рассматриваются исторические промышленные территории городов Московской области в аспекте потенциала организации культурно-образовательных центров. В этом ракурсе выявлены факторы формирования культурно-образовательных центров. Две функциональные модели таких центров предложены в контексте адаптации территорий бывших текстильных предприятий в городах Егорьевске и Ликино-Дулево.

Ключевые слова

промышленные здания, реконструкция, культурные центры, малые города, Московская область, историческая промышленно-селитебная застройка, исторические промышленные территории

Дата поступления в редакцию

03.02.2023

Дата принятия к печати

16.02.2023

Актуальность проблемы возрождения малых и средних городов Московской области проявилась в неблагоприятных условиях стагнации их развития в 1990–2000-х годах, обусловленных упадком промышленного производства и как следствие отсутствием источников заработка, зависимостью от постоянной маятниковой миграции жителей в Москву. Негативными последствиями такой сложившейся ситуации стали: утрата социальной самодостаточности малых и средних городов; индифферентное отношение жителей и администрации к интеллектуальной и духовной составляющей городской жизни. При этом, данную картину дополняет еще и ситуация отсутствия в своем городе общественных пространств, образовательных и культурно-просветительских центров, других точек притяжения, в том числе объектов туристской инфраструктуры.

Озабоченность государства таким положением дел состояла в выработке мер, способствующих развитию малых городов. Так, в 2018–2022 гг. были проведены всероссийские конкурсы лучших проектов создания комфортной городской среды для малых городов и исторических поселений [1]. В рам-

ках программы правительства Московской области «Территории роста» было предложено размещение на территориях бывших промышленных предприятий креативных кластеров, промышленных парков и технопарков [2]. Следует отметить, что вопросы комплексного преобразования промышленных территорий отражены и зафиксированы в генеральных планах и мастер-планах, исследуемых городов. [3, 4]. Из наиболее актуальных теоретических трудов по исследованию такой проблемы можно отметить докторскую диссертацию Снитко А. В. [5], специалиста по архитектурному наследию исторической промышленно-селитебной застройки Центральной России, а также работы Ленц А. А. [6], в которых предложены методы стратегического планирования градостроительного развития городов Московской области (в частности, с учетом последствий пандемии COVID-19).

В целом проводится мысль, что для улучшения сложившейся ситуации необходима интеграция новых, востребованных видов развития малых городов и исторических поселений России с использованием их собственного потенциала. По нашему мнению, достижению этой цели может способствовать более глубокое изучение вопросов востребованности новых типов архитектурных объектов, а именно культурно-образовательных центров (КОЦ) с конкретной номенклатурой помещений, удовлетворяющих решению задач подготовки кадров для собственных производств или новых направлений развития городов. В них должны быть отражены тенденции и специфика исторического развития и современного положения некоторых из упомянутых городов.

В данной статье обращено внимание на актуальное направление деятельности культурно-образовательных центров — это подготовка мастеров среднего звена и инженерно-технических сотрудников для развития и возрождения местных производств. Значимость данного направления уже обозначена в ряде государственных программ и законопроектов: Государственная программа Российской Федерации «Содействие занятости населения» [7], Стратегии развития системы подготовки рабочих кадров и формирования прикладных квалификаций в РФ [8]. Из них следует, что в настоящее время в стране наблюдается дефицит специалистов обрабатывающей промышленности: электромонтеров, установщиков и наладчиков оборудования, сварщиков, технологов, операторов станков с ЧПУ. Наряду с дефицитом традиционных рабочих специальностей сегодня востребованы абсолютно новые профессии: специалисты по управлению и обслуживанию БПЛА, мехатроники, робототехники, специалисты по композитам, мейкеры. Эти новые специальности требуют высокого уровня обеспечения технологической и методической базой для учебного процесса их подготовки.

Для малых городов актуализируется направление развития внутреннего туризма. Оно отражено в Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года [9]. Включение исследуемых городов и исторических поселений в маршрут «Большого золотого кольца» создает предпосылки для формирования туристской дестинации с присущими ей объектами инфраструктуры (музеев, визит-центров, гостиниц, кафе). Следовательно, по этому направлению также возникает необходимость в подготовке кадров для туристического бизнеса, таких как экскурсовод, гид, сотрудник местного музея. При этом опосредовано появляется задача подготовки обслуживающего персонала для гостиниц, ресторанов и т. п. Что тоже может быть включено в инновационную тенденцию витализации малых городов и стать основой деятельности культурно-образовательных центров.

Таким образом, предложено приоритетно рассмотреть указанные векторы развития малых и средних городов и возможности проектирования новых объектов, которые могут взять на себя решение указанных задач, найти и обозначить подходы к реконструкции и адаптации. В их числе можно рассматривать не только новые здания, но и оценить потенциал исторических объектов, особенно имея в виду представительство в этих городах множества неиспользуемых текстильных предприятий. С этих позиций сосредоточимся на направлении архитектурного подхода к решению поставленных задач в конкретике рассмотрения потенциала промышленных зданий и производств текстильной промыш-

ленности в Московской области на примере городов Егорьевск и Ликино-Дулево по двум заявленным в статье направлениям (подготовки кадров и формированию туристской дестинации).

В градостроительном исследовании Ленц А. А. одной из основных проблем городов Московской области указывается «избыточное количество неэффективно используемых территорий промышленного комплекса в городской черте, оставшиеся после перехода к постиндустриальной экономике» [6, с. 37]. Базируясь на этом, мы рассматриваем в выбранных городах комплексы зданий текстильного производства как потенциал таких территорий. Бывший ХБК «Вождь Пролетариата» (Хлудовская и Бардыгинская фабрика, Меланжевый комбинат) в г. Егорьевске, Ликинская прядильно-ткацкая фабрика в г. Ликино-Дулево и другие отвечают этим характеристикам. При этом, состояние промышленных зданий в этих городах различается как по функциональному наполнению, так и по физическому износу объектов. Для экспертной оценки выбраны три варианта промышленных территорий, которые отражают разные варианты сочетания таких характеристик и ценности объектов. Так, бывшие Хлудовская и Бардыгинская фабрики (1845 г.) находятся в хорошем техническом состоянии, представляют собой цельные архитектурные комплексы зданий различной номенклатуры и типологии. Часть цехов сохранили исходные функции, другие перепрофилированы под новые производства, остальные пустуют, в том числе и основной корпус (1880 г.). Он представляет собой главный доминирующий по стилю объект, решенный в приемах эклектики с элементами английской неоготики и необычным башенным завершением с часами (Рис. 1). В 2022 году фондом В. Потанина проведен конкурс «Индустриальный эксперимент», в рамках которого Егорьевский историко-художественный музей получил грант на разработку концепции развития комплекса Хлудовской фабрики. В рамках этого проекта доказана возможность музеефикации производства и создания музея текстиля. На данный момент идет процесс соучаствующего проектирования. В последние месяцы 2022 года от активных жителей и учащихся школ, колледжей и филиала МГТУ «СТАНКИН» г. Егорьевска получены разные предложения развития этой территории.

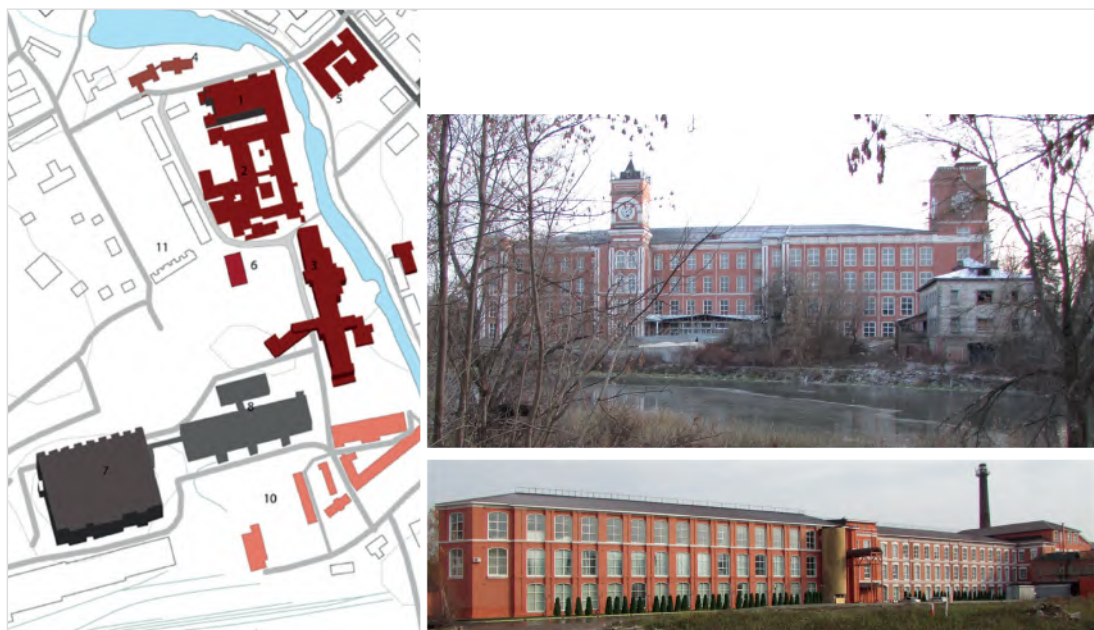


Рис. 1. Хлудовские и Бардыгинские фабрики (ХБК «Вождь Пролетариата») 1845 г. **Пустующие производственные объекты:** 1 — Главный корпус Хлудовской фабрики (с часами). 1880 – 1885 гг.; 2 — Цех Хлудовской фабрики 1845 – 1914 гг. **Действующие объекты:** 3 — Цех Хлудовской фабрики 1845 – 1914 гг.; 4 — Образовательное учреждение Георгиевская гимназия; 5 — Цех Бардыгинской фабрики 1845 – 1914 гг.; 6 — Электростанция; 8 — Бумаго-прядильный корпус 1970 гг.; 9 — Современные производства. **Жилые объекты:** 10 — Казармы; 11 — Блокированные жилые дома

Второй объект Меланжевый комбинат (Красильня Н. М. Бардыгина, 1855 г.) находится на периферии исторической части города Егорьевска. Он полностью утратил первоначальную производственную функцию. На данный момент сохранились только здания цехов XIX века, искаженные различными пристройками и отделкой фасадов. Они сейчас приспособлены под торгово-ярмарочные функции, автосервисы, мастерские малых предприятий (**Рис 2.**). В приведенном случае эту территорию целесообразно уже рассматривать в непосредственной логической связке со смежными территориями индустриального парка (бывш. Станкостроительного завода «Комсомолец»), завода строительных материалов и с ансамблем Электромеханического училища (ОКН ФЗ, 1907 г. арх. Барютин И. Т. сейчас филиал МГТУ «Станкин»), которые могут обозначить совершенно новый подход к решению поставленных задач. Одним из вариантов является проектное предложение автора в рамках своего дипломного проекта, в котором предусматривается организация на этой территории технопарка для развития существующего учебного заведения и производства.



Рис. 2. Индустриальный парк «Комсомолец» и Меланжевый комбинат. Действующие объекты: 1 — Ансамбль Электромеханического училища 1907–1909 г. арх. Барютин И. Т. ОКН ФЗ филиал МГТУ «Станкин»; 2 — Индустриальный парк «Комсомолец», бывш. Станкостроительный завод «Комсомолец», здания 1960–1980 гг. постройки из кирпича и сборного ж/б не представляют архитектурной ценности; 3 — Школа 1913 г. **Пустующие объекты:** 4 — Меланжевый комбинат. 1855 г., красильня Н.М. Бардыгина. Цеха из красного кирпича сданы в аренду под торговые помещения и мелкие производства.

Третий пример — это Ликинская прядильно-ткацкая фабрика (Ликинская мануфактура А. В. Смирнова, г. Ликино-Дулево) — наименее сохранившийся объект, несмотря на его охранный статус. (**Рис. 3**) Производственные корпуса практически полностью утрачены, либо руинированы, из всего комплекса зданий уцелели лишь здания казарм, баня, больница и краеведческий музей. Эта территория может быть актуальна для строительства новых зданий культурно-образовательного центра или производств, а может рассматриваться в комплексе с действующими знаменитыми заводами фарфоровым (Кузнецовский фарфоровый завод, 1832 г.), автобусным ЛИАЗ (1932) и лакокрасочным. (**рис. 4**)

Рис. 3 и 4 см. на следующей странице



Рис. 3. Ликинская прядильно-ткацкая фабрика. Ликинская мануфактура А.В. Смирнова. ОКН РЗ. 1 — Здание Ликинской прядильно-ткацкой мануфактуры. Техническое состояние руинированное, планируется снос; 2 — Рабочие казармы



Рис. 4. Дулёвский фарфоровый завод. Действующие объекты: 1 — Дворец культуры Дулёвского фарфорового завода арх. К. Мельников 1928–1930 г. ОКН РЗ; 2 — Церковь Иоанна Богослова 1905–1917 г. ОКН РЗ арх. Л. М. Шерер; 3 — Дулёвский фарфоровый завод, корпус XIX в.; 4 — Корпус 1970-гг., Администрация, Музей, Фирменный магазин. Пустующие объекты: 5 — Зброшенный корпус 30 гг. XX в.

Рассмотрим факторы, определяющие архитектурную организацию культурно-образовательного центра на территориях исторических промышленных предприятий.

Градостроительный фактор

Особенностью размещения промышленных территорий в малых и средних городах является их близкое, в пешеходной доступности, расположение друг к другу и к центру города. В результате сформировались крупные промышленные территории, на которых размещаются различные типы зданий от современных утилитарных цехов до исторических краснокирпичных фабрик, представляющих архитектурно-художественную ценность. При этом, они органично вписаны в городскую застройку в зависимости от типа планировочной структуры города. Так, комплекс Хлудовской фабрики располагается в самом центре старого г. Егорьевска и композиционно удачно интегрирован в регулярную планировку, заложенную еще Екатерининским планом. В непосредственной близости от него с одной стороны расположены основные городские достопримечательности, такие как Соборная площадь, а с другой — действующие современные производства. Меланжевый комбинат размещается на окраине исторической части города. Обе территории находятся на берегу р. Гуслицы. Город Ликино-Дулево сформировался на основе одноименных сел. Предприятия расположены вдоль главной улицы, которая является одновременно трассой А108 (Большое бетонное кольцо). По ней осуществляется транзитный проезд между городами Подмосковья и «Золотого кольца».

Смежное размещение современных и исторических промышленных территорий, прибрежное расположение, их концентрация на одном пространстве в центре города, а также транзитное положение рядом с шоссе обеспечивают благоприятные условия для формирования культурно-образовательного центра, как производственной, так и туристической направленности.

Социально-экономический фактор

Бывшие промышленные предприятия долгое время являлись градообразующими, основным местом работы жителей и соответственно единственным источником их дохода. В конце 2000-х годов были открыты новые предприятия совместно с иностранными инвесторами. Это расширило спектр мест работы для населения. Так, например, в г. Егорьевске сейчас существует двадцать одно действующее предприятие различных отраслей (фармацевтической, пищевой, строительных материалов, агропромышленной и др.). Однако же, на данный момент жизни страны положение многих мелких предприятий часто оказывается недостаточно устойчивым, а дальнейшее стабильное развитие проблематичным из-за возможности банкротства. При этом, в тенденциях текущей ситуации актуально создание новых отечественных предприятий с перспективными направлениями производства, среди которых импортозамещение и выпуск продукции для нужд ВПК.

Вовлечение в этот осознанный процесс городов Подмосковья становится важной задачей для их развития. Понятно, что даже несмотря на появление новых производств, социально-экономический климат города всегда зависит от успешного функционирования профильных предприятий. Более того, возможное их закрытие или нерациональное использование чревато неблагоприятными социальными явлениями. В их перечне: угасание процесса формирования профессиональных рабочих династий, утрата понятия памяти поколений и даже нарушение привычного жизненного уклада семей, что в целом формирует атмосферу психологического дискомфорта.

Для относительно благоприятно развивающегося по промышленному вектору городу Егорьевску такая опасность по депрессивному сценарию и в таком масштабном проявлении не грозит. Поэтому направление музеефикации комплекса зданий Хлудовской мануфактуры или организация в нем культурно-образовательного центра не приведет к критическим социально-экономическим последствиям,

но даже даст новый инновационный импульс для его дальнейшего развития. Для малого же города Ликино-Дулево заброшенная территория руинированной текстильной фабрики является большой и большей социальной проблемой. Поэтому в этом городе возможно разумнее говорить о необходимости развивать этот объект по производственному направлению, выявляя данную актуальность современными средствами активизации его деятельности.

Социокультурный фактор

Исторические картины эволюционного развития предприятий во многих случаях завершились преобразованием их в комплексы, чему способствовало появление в застройке не только зданий самих производственных цехов, но и сопутствующих объектов: рабочих казарм, больниц, бань, рабочих театров, клубов, начальных и ремесленных училищ, фабрик-кухонь. На этих промышленных территориях сформировалась особая среда, проявился свой уклад жизни, во многом определяющий специфику идентификации города и заложенный в основу его культурного кода. В настоящий момент этот аспект восприятия пространств бывших промышленных объектов весьма ценен и важен для поиска содержания и формы витализации города с приоритетным участием их зданий как знаковых элементов его родословной.

Ранее обозначенный туристический потенциал г. Егорьевска официально подтвержден включением этого города в маршрут «Большого золотого кольца». Это является важным критерием для бережного подхода к его архитектурным объектам. Так, на территориях Хлудовской фабрики и центральных общественных пространств как уже было заявлено ранее, отмечены определенные активные действия, направленные на развитие туристской дестинации. Это подтверждается проведением упомянутых конкурсов. Однако, на более отдаленной от центра города территории Меланжевого комбината пока не проводится никаких работ, нацеленных на благоустройство и улучшение состояния объекта, который тоже можно включить в число туристических достопримечательностей. Его цеха вполне годятся для создания современной образовательной среды, адаптированной к методикам обучения новым рабочим специальностям, а их пространство способно включить в себя необходимую номенклатуру помещений, требуемый набор оборудования для активного функционирования такого объекта профессиональной подготовки.

Не случаен интерес и к другому подмосковному городу, Ликино-Дулеву. В нем, кроме текстильной фабрики есть еще два важных объекта, представляющих интерес для туристов: фарфоровый завод, клуб (арх. К. Мельников ОКН РЗ, 1929 – 1932г.). На заводе организованы музей предприятия и фирменный магазин, проводятся мастер-классы и экскурсии на производство. На территориях бывшей текстильной мануфактуры Смирнова сохранились рабочие казармы, краеведческий музей, остатки главного корпуса, достойные консервации в познавательных целях. Все эти здания имеют социокультурный потенциал и могут использоваться как объекты «памяти», или «духа места» (*Genius loci*) [10]. На данный момент туристская инфраструктура в данных городах, конечно, недостаточно развита и значительно уступает достопримечательностям «Золотого кольца» Приобретение должного статуса туристских точек притяжения для описываемых городов дело необходимое, но возможное лишь при интенсивной проработке туристической концепции их развития. Для этого есть все основания, о чем свидетельствует нижеследующее.

Художественно-эстетический фактор

Ряд объектов индустриального наследия признаны объектами культурного наследия (ОКН). Историческая промышленно-селитебная застройка выполнена в различных архитектурных стилях: кирпичном, эклектики с элементами неоготики, модерна и конструктивизма. Она часто является самой примечательной и заметной в архитектурной среде малых и средних индустриальных городов Подмосковья.

Ей нужно уделять особое внимание и применять не только меры по ее сохранению, но и находить пути по ее правильной подаче как для эстетического восприятия в качестве исторической ценности, так и для интеграции в ее пространства функций для прагматичной цели инновационного развития городов.

Исходя из изложенного, можно резюмировать, что бывшие промышленные объекты имеют разную степень развития и сохранности своих архитектурных пространств, однако они по своему потенциалу подходят при адаптации их для использования по двум заявленным направлениям: подготовки кадров по современным рабочим специальностям и для сферы отечественного туризма. При этом, архитектурно-типологической формой такого их преобразования может служить культурно-образовательный центр. Для решения задачи формирования культурно образовательного центра в пространстве бывших промышленных объектов важно рассмотреть их объемно-пространственный и планировочный потенциал. Он во многом обозначит и крайние границы номенклатуры помещений, и специфику возможных функциональных связей.

Вот, что об этом могут поведать знания по архитектурной типологии и конструкциях рассматриваемых объектов, в основном текстильных фабрик. Наиболее распространённым типом зданий на рассматриваемых промышленных территориях являются фабричные корпуса. Они представляют собой здания высотой в 2–4 этажа, шириной в диапазоне от 20 до 50 м, длиной до 220 м, включающие в себя анфиладно объединенные помещения прямоугольных в плане цехов. По конструктивной схеме — это здания с неполным каркасом, состоящим из чугунных стоек и перекрытий по металлическим балкам типа «Монье», несущих кирпичных стен внешнего наружного ограждения. Сетка колонн варьируется от 3,3 до 7,2 м (рис. 5). Вторым типом упомянутых зданий на исследуемых территориях промышленных комплексов являются здания рабочих казарм, где используются конструкции с продольными несущими стенами и которые типологически имеют комбинированную ячеико-зальную или коридорную планировку.

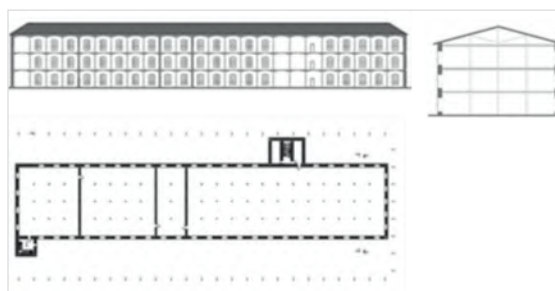


Рис. 5. Фабричный корпус Меланжевого комбината в г. Егорьевске. Реконструкция автора

Как было ранее отмечено, различные задачи по использованию промышленных зданий в двух направлениях (подготовки кадров современных рабочих специальностей, специалистов для туристического бизнеса являются предпосылкой для проектирования объекта нового типа (культурно-образовательного центра) как в старых зданиях, так и в новой архитектуре. Им может быть многофункциональный центр с расширенными образовательными и культурно-просветительскими функциями. Центр может располагаться как в одном объеме, так и включать комплекс зданий. При реконструкции и адаптации промышленных зданий к указанной функции культурно-образовательного центра необходимы новые помещения, например, такие как универсальные залы, учебные аудитории, коворкинги, выставочные и коммуникативные пространства. Они будут фигурировать в программах-заданиях на проектирование. Такие помещения могут быть размещены только в больших фабричных цехах, имеющих зальную планировочную структуру. Они могут располагаться как в одном здании так в нескольких блоках, создавая павильонную композицию.

Общее коммуникативное пространство возможно проектировать как непосредственно в самом здании, так и используя территорию внутреннего двора, который может быть открытым или закрытым. Приемами организации общих коммуникативных пространств могут быть: объединение корпусов с помощью встройки нового объема между ними; перекрытие внутреннего двора оболочками; сводами или фермами; создание переходов и общей надстройки.

Иногда, для более активной и расширенно развитой работы КОЦ рационально предусмотреть в них также объекты для временного проживания, такие как общежития и гостиницы. Для этой цели могут быть архитектурно адаптированы здания бывших рабочих казарм, имеющие сходную с типологией жилища планировку.

Поиск вариантов решения заданных задач может воплотиться в несколько моделей проектных решений. В рамках данной статьи предлагается рассмотреть две функциональные модели культурно-образовательных центров, различающихся балансом представительства приоритетных по функциональной цели помещений.

*Первая функциональная модель-приоритетно
производственная в составе индустриального парка*

Она ориентирована на развитие местного производства. Доминирующей функцией такого центра является подготовка кадров для городских производств, соответствующих стандартам средне-специального и дополнительного образования, а также профессиональной переподготовки (мастеров среднего звена, ИТР, операторов станков с ЧПУ и др.). Для этой цели проектируются специализированные аудитории, лаборатории, цеха опытного производства, коворкинги. Сопутствующей функцией является культурно-просветительская составляющая работы центров, направленная на популяризацию предприятия среди местных жителей и туристов — это организация музея предприятия, фирменный магазин продукции, зоны мастер-классов. На рисунке 6 представлена схема, ориентировочно отражающая как номенклатуру помещений, так и их функциональные связи.



Рис. 6. Функциональная модель, ориентированная на развитие действующего производства и подготовку кадров рабочих специальностей

Вторая модель, условно — «туристский центр»

Данная модель в большей мере ориентирована на привлечение в город туристов и формирование туристской дестинации. Соответствующая схема дана на **рисунке 7**. Доминирующая функция этого центра культурно-просветительская. Приоритетным будет создание выставочных залов, блока помещений для мастер-классов, визит-зоны, а также универсальных залов для проведения мероприятий. При этом, сопутствующей основной функции может выступать в более ограниченном масштабе своего проявления и функция подготовки кадров для туристической отрасли (экскурсоводов и гидов, обслуживающего персонала для гостиниц, ресторанов и кафе, сотрудников музеев). Для этой цели используют универсальные учебные аудитории и лектории.

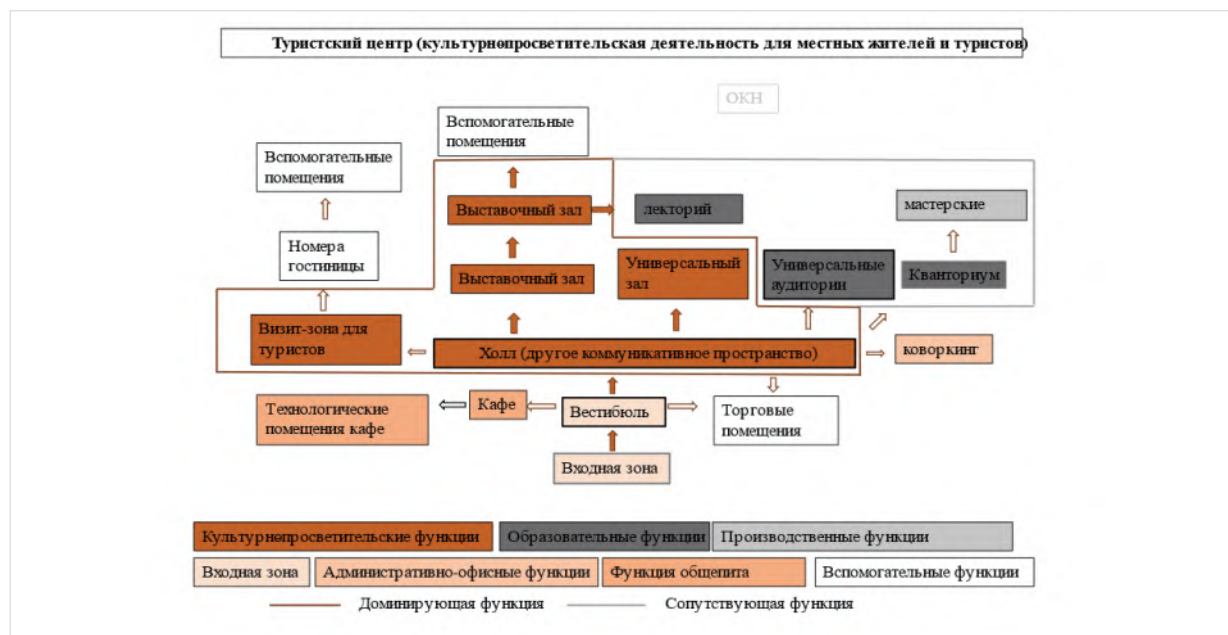


Рис. 7. Туристско-ориентированная модель культурно-образовательного центра

Данный подход отражает необходимость и востребованность реализации в архитектурных решениях принципов гибкой планировки комбинированного или гибридного образца, обладающих пластичностью в зависимости от комплекса влияющих факторов на выбор преобладающей функции. Визуальная информация от инфографики представленных схем позволяет воспринять разницу в балансе блоков помещений, обеспечивающих деятельность центров по востребованным векторам их развития и обозначить пути регулирования этого баланса архитектурными средствами.

В заключении статьи можно сделать следующие выводы:

- выявлены два направления развития малых и средних городов: возрождение производств посредством подготовки кадров для восполнения дефицита рабочих специальностей среднего звена подготовки и обслуживания производств, обучения новым рабочим специальностям, а также подготовки кадров для развития и формирования туристской дестинации;
- предложен новый тип архитектурного объекта — культурно-образовательный центр, способный удовлетворить целевое и функциональное назначение для развития выбранных направлений развития малых и средних городов для витализации их среды;
- обсужден вопрос о рациональности использования для этих целей архитектурных пространств традиционных для подмосковных городов бывших текстильных производств

- и вовлечения их средового наполнения для решения поставленных задач обеспечения основ самостоятельного развития Подмосковья;
- определены территории производств, в архитектурных пространствах которых можно оценить разный потенциал размещения и формирования объектов культурно-образовательных центров: Хлудовская фабрика и Меланжевый комбинат в г. Егорьевске, Ликинская прядильно-ткацкая фабрика в г. Ликино-Дулёво;
 - выявлены факторы, влияющие на проектирование культурно-образовательных центров на территориях исторических промышленных предприятий: градостроительный, социально-экономический; художественно-эстетический, социокультурный;
 - акцентировано внимание на особенностях планировки и конструктивных характеристик объектов бывших производств в аспекте способов их адаптации для формирования типологических основ культурно-образовательных центров;
 - рассмотрены в качестве возможных вариантов две модели нового типа культурно-образовательного центра на территории исторического промышленного предприятия: первая — для подготовки кадров, обеспечивающая профессиональную востребованность местного населения и вторая — для привлечения в город туристов и формирование туристской дестинации;
 - высказана гипотеза, что культурно-образовательные центры, способные активизировать производственную и культурную деятельность малых и средних городов Подмосковья будут способствовать рациональному использованию исторического архитектурного наследия, а также содействовать сохранению социокультурной идентичности и самодостаточности города, а также формированию туристской дестинации.

Библиографический список

1. Всероссийский конкурс лучших проектов создания комфортной городской среды — URL: <https://konkurs.gorodsreda.ru> (дата обращения: 24.12.2022).
2. Программа «Территория роста» по развитию муниципалитетов Московской области — URL: <https://mosreg.ru/sobytiya/novosti/organy/pravitelstvo/programma-territoriya-rosta-po-razvitiyu-municipalitetov-startovala-v-podmoskove> (дата обращения: 24.12.2022).
3. Историческое поселение Егорьевск — URL: <https://genplanmos.ru/project/istoricheskoe-poselenie-egorevsk/> (дата обращения: 24.12.2022).
4. Генеральный план городского округа Егорьевска — URL: https://egoradmin.ru/files/2018/05/30/Egor_obosn_mater_tom1.pdf (дата обращения: 24.12.2022).
5. *Снитко А. В.* Архитектурное наследие исторической промышленно-селитебной застройки городов Северо-Востока центральной России специальность: 2.1.11 Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия Диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры/ Снитко Александр Владимирович, Московский архитектурный институт, 2022. — 251 с.
6. *Ленц А. А.* Методы стратегического планирования градостроительного развития (на примере городов Московской области): специальность 2.1.13 Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов: Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Ленц Анна Александровна; Московский архитектурный институт, 2022. — 249 с
7. Государственная программа Российской Федерации «Содействие занятости населения» — URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/3/1/>(дата обращения: 24.12.2022).

8. Стратегия развития национальной системы квалификаций Российской Федерации на период до 2030 года (одобрена Национальным советом при Президенте РФ по профессиональным квалификациям (протокол от 12 марта 2021 г. N 51) — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400621537/> (дата обращения: 24.12.2022).

9. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года (р/п 20 сентября 2019 г. № 2129-р) — URL: <http://government.ru/> (дата обращения: 24.12.2022).

10. Кияненко К. В. О феномене, структуре и духе места у К. Норберг-Шульца. = [On the Phenomenon, Structure and Spirit of Place at Christian Norberg-Schulz] // Архитектурный вестник. — 2008. — № 3. — С. 98–100.

11. Ильвицкая С. В. Трансформация концепции молодежного пространства в современной городской среде / С. В. Ильвицкая, А. П. Зайцева // Architecture and Modern Information Technologies. — 2020. — №4 (53). — С. 168–181. — URL: https://marhi.ru/AMIT/2020/4kvart20/PDF/10_ilvitskaya.pdf DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15310

ARCHITECTURAL ORGANIZATION OF CULTURAL AND EDUCATIONAL CENTERS IN THE HISTORICAL INDUSTRIAL TERRITORIES OF THE TOWNS OF THE MOSCOW REGION

M. V. Goriachkina

L. V. Petrova

State University of Land Use Planning, Moscow

Abstract

The relevance of the topic of the article is determined by the need for the revival of small and medium-sized town, as well as the provisions set forth in state development programs. Within the framework of the program of the Government of the Moscow Region “Territories of Growth”, it is proposed to place creative clusters, industrial parks and technology parks on the territories of former industrial enterprises. In the trends of this approach, the historical industrial territories of the towns of the Moscow region are considered in the aspect of the potential for organizing cultural and educational centers. In this perspective, the factors of formation of cultural and educational centers are revealed. Two functional models of such centers are considered in the context of the adaptation of the territories of the former textile enterprises in Yegorievsk and Likino-Dulyovo.

The Keywords

industrial buildings, reconstruction, cultural centers, small towns, Moscow region, historical industrial and residential buildings, historical industrial areas

Date of receipt in edition

03.02.2023

Date of acceptance for printing

16.02.2023

Ссылка для цитирования:

М. В. Горячкина, Л. В. Петрова. Архитектурная организация культурно-образовательных центров на исторических промышленных территориях городов Московской области. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 156–167.



УДК 72.033

doi: 10.55287/22275398_2023_1_168

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДАМАСКА ОТ ЗАРОЖДЕНИЯ ИСЛАМА ДО НАЧАЛА XIX ВЕКА

И. Рахаф

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация

Статья посвящена архитектурно-градостроительному развитию Дамаска. Приводится краткий обзор эволюции градостроительной структуры Дамаска от зарождения ислама до начала XIX века (начала современного этапа — с 1830 по н. в. (настоящее время)). Определяются архитектурные здания общественного назначения, строительство которых было предопределено потребностями общества на каждом историческом отрезке времени. Основное внимание уделено особенностям развития градостроительной структуры и зданий общественного назначения Дамаска.

Ключевые слова

Дамаск, особенности развития архитектуры, градостроительная схема, архитектура, общественные здания

Дата поступления в редакцию

21.12.2022

Дата принятия к печати

26.01.2023

Основанный в 3-м тысячелетии до нашей эры, Дамаск был важным культурным и торговым центром благодаря своему географическому положению на перекрестке дорог с Востока на Запад, между Африкой и Азией. Город Дамаск — один из старейших, постоянно населенных городов мира, на облик которого сказались культурные традиции, создавших его цивилизаций: эллинистической, римской, византийской и исламской. **(Рис. 1)** [1]

В 980 г. до н. э. Дамаск стал столицей Арамейского царства и на протяжении следующих столетий продолжал оставаться столицей различных цивилизаций и царств — ассирийцев, халдеев и персов. После окончания персидского владычества начался период завоевания греками, римлянами и византийцами, который длился почти тысячу лет. Эллинистическая эпоха (336 – 146 гг. до н. э.) впервые внесла значительный вклад в морфологическое наследие города. **(Рис. 2)** [3]



Рис. 1. Древняя карта Сирии между 2000 и 500 г. до н. э. [9]

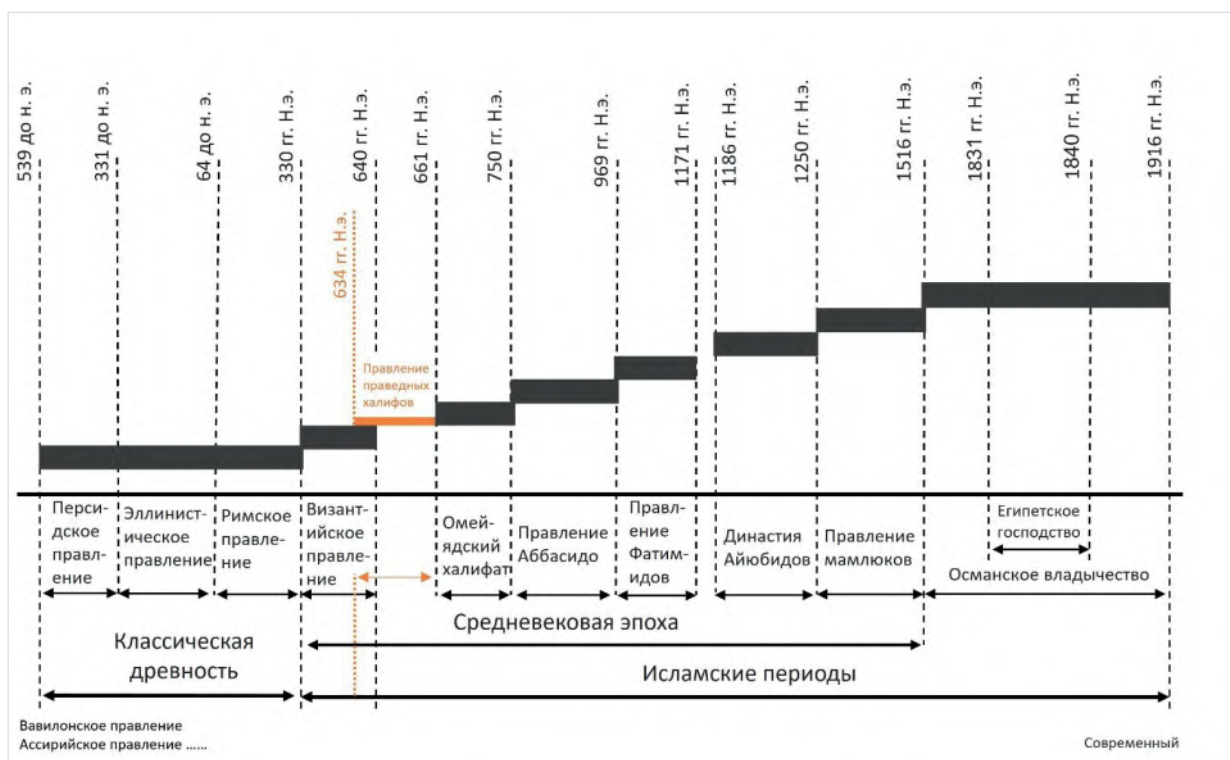


Рис. 2. Исторические периоды развития Сирии (авторская схема)

Градостроительная схема Дамаска в эллинистическую эпоху следовала плану древнегреческого города и состояла из сети взаимно перпендикулярных улиц. На восточной оконечности главной улицы находился центр города — «Агора». Здесь же располагались общественные здания, бани, театры, спортивные стадионы и портики. На западной оконечности главной улицы был выстроен — храм Зевса — Аида. (Рис. 3)

С началом правления римлян город заселился и расцвел, что привело к развитию и расширению его границ и увеличения населения. Римляне последовали за греками при создании планировки города, который приобрел прямоугольную форму с размерами сторон 1500 на 900 метров. Городские стены были пронизаны семью воротами, которые соединялись двумя главными улицами. Первая — «Виа Ректа» соединяла восточные ворота с западными воротами, а вторая — «Кардо», перпендикулярная «Виа Ректа», соединяла северные ворота с южными воротами. Главный храм города, некогда посвященный греками Зевсу, был перестроен в соответствии с римскими традициями и назван храмом Юпитера. [5] Греческая agora превратилась в римский форум — обширный прямоугольный двор, затененный со всех сторон портиками, место экономической, культурной и общественной деятельности. Дорога с монументальной колоннадой связала Форум с храмом Юпитера. В северо-западном углу города был построен Каструм (форт). В городе появилось много открытых площадей, которые использовались для занятий спортом. (Рис. 4) [3]

В византийскую эпоху в планировке города не произошло каких-либо значимых изменений, лишь храм Юпитера был преобразован в церковь Святого Иоанна. [5]



Рис. 3. Карта греческого города Дамаск — (разработан автором из «Жана Соваже» [8])



Рис. 4. Карта римского города Дамаска — (разработан автором из «Жана Соваже» [8])

Исламский период начался, когда мусульманские армии овладели городом в 635 году, и Дамаск стал столицей империи Омейядов (635–750 гг.).

С приходом ислама черты города стали меняться. Дамаск расширялся и развивался постепенно, под влиянием смены правящих династий на протяжении почти 13 веков (Омейяды— Аббасиды— Фатимиды— Сельджуки— Айюбиды— Османы). Развитие города в исламский период характеризовалось использованием древних культурных традиций, заимствованных из доисламских цивилизаций. Теперь планировочная структура города, архитектурные схемы и функции сооружений вытекали из потребностей исламской веры и арабской культуры. К общим художественным характеристикам зодчества в целом относятся соблюдение симметрии, отказ от изображения людей и животных, особенно в культовых сооружениях, в сочетании с зооморфными и растительными мотивами. [6]

В период правления Омейядов, после того как центр халифата переместился в Дамаск в 656 году нашей эры, город приобрел большое значение для мусульман. Арабское правление в первые дни своего существования не влияло на облик города, поскольку его мусульманское население составляло меньшинство по сравнению с остальным населением, состоящим из христиан и иудеев. Самым важным, что было сделано в эпоху Омейядов, - это строительство двух значимых зданий, которые образовали административный и культурный центр города. Первое — Дом халифата — дворец, в котором проживал халиф. [8] Второе — мечеть — главный молитвенный дом мусульман, которая в то время являлась центром общественной жизни, «местом встречи халифа с приходом, приема делегаций, правосудия, дом денег». Мечеть Омейядов была построена на месте византийской церкви. (Рис. 5)

Два здания были построены рядом друг с другом. Вплотную к ним выстроились дома князей Омейядов и мусульманского населения, образовав исламский квартал в центре города. Это сильно повлияло на структуру римского Дамаска, превратив его в характерный исламский город. (Рис. 6) [6]



Рис. 5. Карта Дамаска периода Омейядов — (разработан автором из «Жана Соваже» [8])

Рис. 6 см. на следующей странице

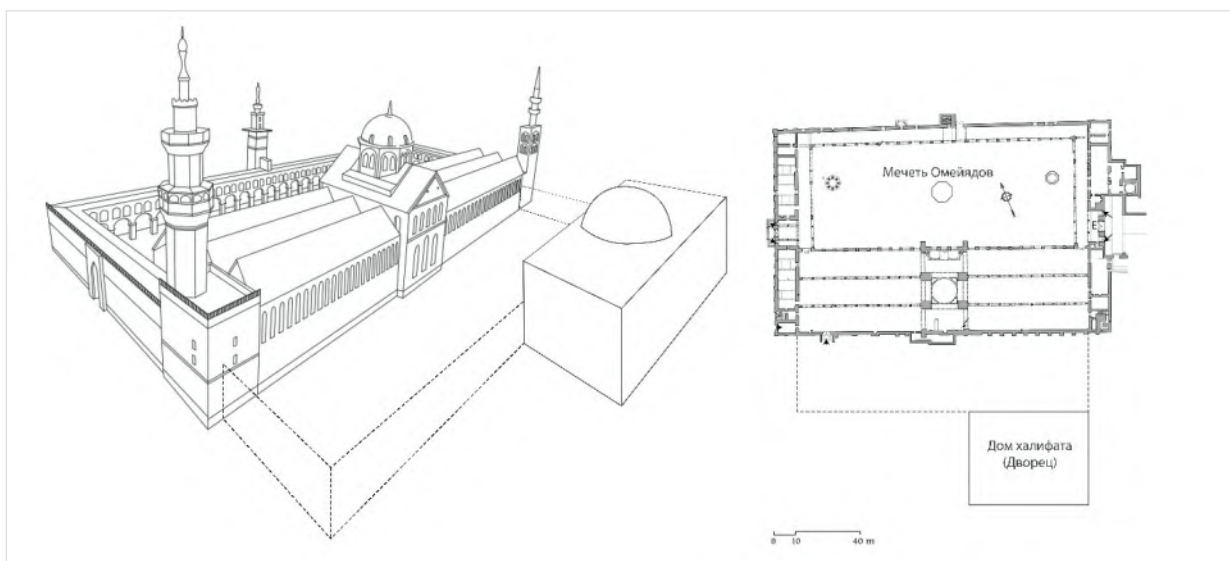


Рис. 6. План мечети Омейядов и дома Халифата ([14] отредактировано автором)

Аббасиды истощили и разрушили город. В течение трех непрерывных столетий, вплоть до эпохи Фатимидов, царила эпоха хаоса, войн и нашествий. [8]. В целях защиты и безопасности жители города прибегали к созданию объединений или союзов, в зависимости от национальности, религиозной или профессиональной принадлежности. Эти объединения оказали явное влияние на формирование градостроительной структуры. Город разделился на группы закрытых кварталов «Харат». Каждый такой квартал представлял собой миниатюрный, окруженный стеной город со своими рынком, мечетью, церковью или синагогой, зданием администрации. Квартал «Харат» был автономен в собственном организации. (Рис. 7). При разделении всего города на кварталы «Харат», административная система управления города в целом оставалась такой, какой ее создали Омейяды. Политическим и градостроительным центром города оставалась мечеть, построенная на месте византийской церкви. [8]

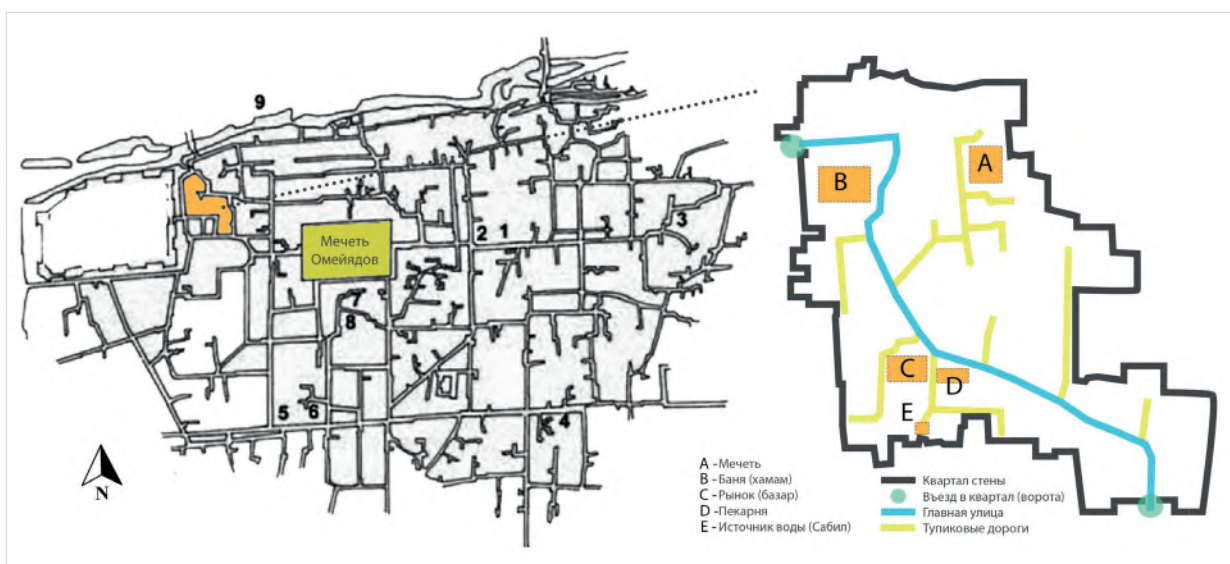


Рис. 7. Кварталы Дамаска XII века и детали одного из этих кварталов, показывающие общественное здание внутри него. (авторская схема)

Айюбиды взяли под свой контроль Дамаск в 1076 году. В середине двенадцатого века, после победы над крестоносцами, произошло первое «комплексное градостроительное» переустройство Дамаска. Город был превращен в военный, религиозный и культурный центр с фортом, замком, школами для обучения представителей администрации. Жители города стали свидетелями его настоящего возрождения. [8]

Дамасская цитадель была построена в 1076 году и имела особое значение в структуре города. Помимо того, что это была резиденция правителя со связанными с ним помещениями (тронный зал — «айван»), здесь располагались правительственные ведомства, отделы гражданской и военной администрации, почтовая станция для корреспонденции, казармы караула, оружейные склады, монетный двор. В замке был свой рынок, бани и мечеть. За пределами замка остался только двор «Дом правосудия». Цитадель являлась комплексом, интегрированным в градостроительную ткань Дамаска. (Рис. 9) [8]

Внутри городских стен рядом с замком и мечетью, выросли специальные административные здания, больница Нуреддин, известная как «Бимаристан аль-Нури», множество ханаках, бань «Хамам» и школ — «медресе». (Рис. 10) [8]

Среди военных построек, созданных в этот период, — так называемый «Майдан» — место, куда султан и его военачальники ездили для военной подготовки и укрощения лошадей. Иногда оно использовалось для приема делегаций, военных парадов. Зеленый Майдан был построен за городскими стенами к западу, а Малый Майдан — к югу от города. (Рис. 8), С ростом городского населения, помимо строительства «майदानа» и выноса рынков за стены старого города, к северу от городских стен и на юго-западе выросли жилые районы. (Рис. 8).

Градостроительная практика времени правления Айюбидов отражала политическую ситуацию. Дамаск стал укрепленной, готовой к отражению нападений извне крепостью. В гражданской архитектуре появилось то, что стало известным как «айван» — прямоугольный зал или помещение, обычно сводчатое, обнесенное стенами с трех сторон, одним концом, полностью открытое во внутренний двор. [6]

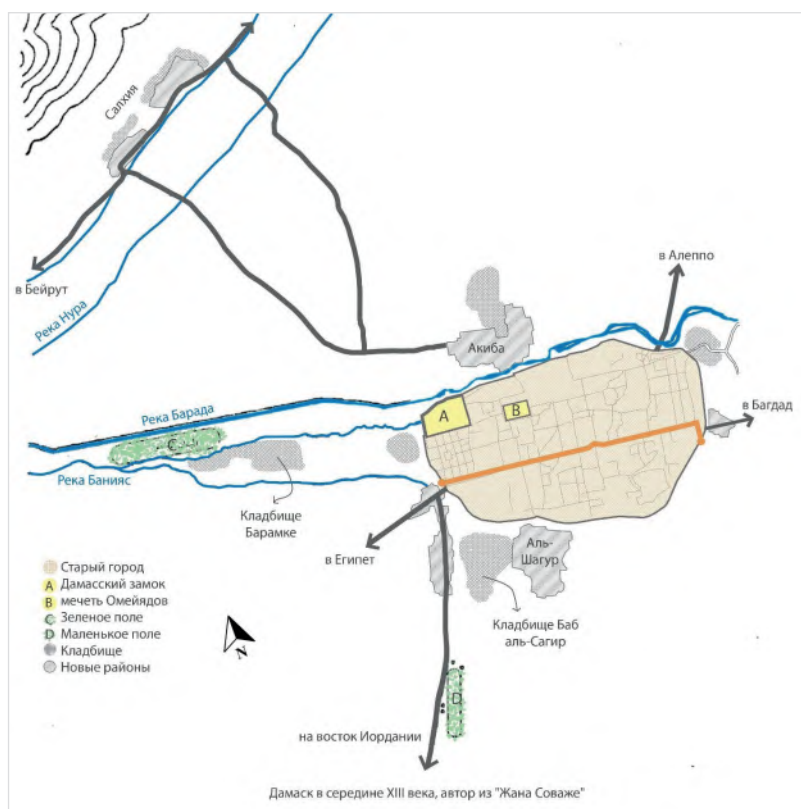


Рис. 8. Карта Дамаска в середине XIII века — (разработан автором из «Жана Соваже» [8])

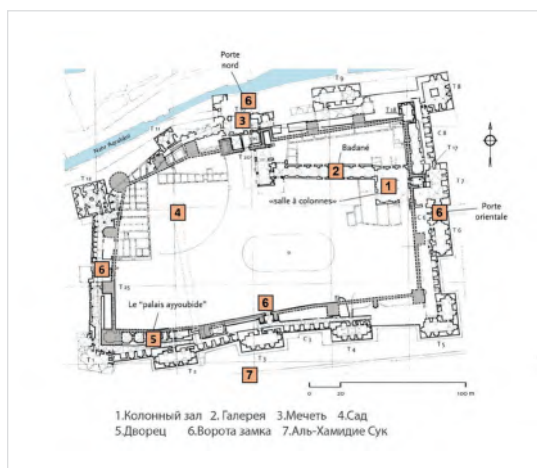


Рис. 9. Цитадель Дамаска и ее административная система [10]

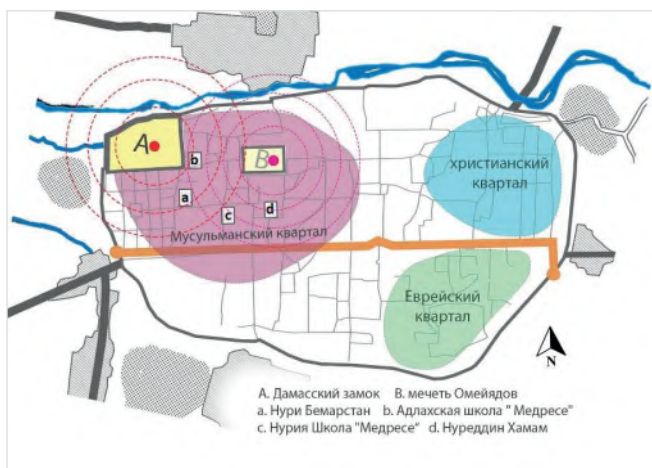


Рис. 10. Карта Дамаска с его религиозными кварталами (авторская схема)

Несмотря на нестабильность политической обстановки градостроительной деятельности в эпоху мамлюков активно продолжалась. В схему Дамаска, сложившуюся в предыдущие эпохи, были внесены изменения. [8] Кроме школ-медресе, мечетей, ханака, в городе в это время были построены четыре административных здания — центра, из которых осуществлялось правление: Дамасская цитадель, Дар аль-Саада, дворец Аль-Аблак и Дом правосудия. Цитадель Дамаска и Дар аль-Саада были реконструированы из построек периода Айюбидов. «Дом счастья» — Дар аль-Саада, располагался на базаре Хамидия и служил резиденций Айюбидов, а в эпоху мамлюков стал резиденцией новой правящей династии. Название «Дар аль-Саада» было перенесено из Дамаска в другие части государства мамлюков. В Каире, Хомсе, Хаме и Алеппо появились дворцы — «Дома Счастья». Во времена османского владычества это название носили дворцы турецких султанов. Дворец Аль-Аблак был перестроен из резиденции эмирата Фатимидов.





С момента своего прихода к власти в середине шестнадцатого века османы сосредоточились на религии, чтобы объединить своих подданных. В это время Дамаск стал местом встречи караванов паломников, совершающих священный хадж в Мекку. Торговые караваны продолжали прибывать в Дамаск до середины девятнадцатого века. [4] р. 23

Коммерческий успех привел к серьезным изменениям в формировании города. Территория города быстро расширялась за счет пригородов, где располагались рынки, специализирующиеся по видам торговли. Самым крупным из них был рынок по продаже лошадей у стен цитадели -замка. Отсюда и его название «под замком». Вокруг рынков выросли лавки различных ремесленников, и как следствие жилые кварталы — (Сук Саруга) на севере города и (Сувайка) на юго-западе города. При этом поселения за пределами городских стен тяготели к дорогам — к паломническим на юг, в сторону Мекки, на запад в Египет, на восток в Багдад. В 1516 г. площадь поселений за городскими стенами насчитывали 64 га. К 1850 году она увеличилась почти втрое до 184 га. (Рис. 11) [4] р. 23

За городскими стенами стали возникать религиозные центры. К эпохе османского правления относятся четырех архитектурных комплекса, построенных за пределами городских стен: (Таблица 1)

- Комплекс (Такия 1) Селимия, основанная султаном Селимом в 1519 г.
- Комплекс (Такия) Сулеймания — основан* султаном Сулейманом Великолепным в 1554 г.
- Группа Дарвишья — построена Вали Дарвиш-пашой в 1574 г.
- Группа Синания — Построен Синан-пашой в 1586 г. [7] р. 12

Архитектурные комплексы во времена Османской империи

Название	Год	Основатель	Функция	Картинки
Комплекс (Такия) Селимия	1519 г.	Султан Селим I, Архитектор Синан Паша	Мечеть, Хоспис, Частное кладбище	
Комплекс (Такия) Сулеймания	1559 г.	Султан Сулейман Великолепный	Мечеть, гостинные, караван-сарай ¹ (хан ²) с конюшнями, медресе, базар	
Группа Синания	1586 г.	Губернатор Османской империи (Вали) Синан-паша	Мечеть, кладбище, дорога и базар	
Группа Дарвишья	1574 г.	Губернатор Османской империи (Вали) Дарвиш-паша	Мечеть, кладбище, школа, библиотека, дорога и базар	 منفذ و قباب جامع درويش پاشا / عماد الارمني باب الجامع

¹ Караван-сарай — часто используется как общий термин для нескольких связанных типов коммерческих зданий, таких как гостиницы или общежития.

² Слово хан могло относиться к «городскому караван-сарая», построенному в городе или городе.

В дополнение к этим зданиям в период Османской империи в регионе Леванта было известно так называемое здание «Серайл» — здание, предназначенное для резиденции правления османских правителей. Он включает в себя муниципальные и местные офисы, включая Судебный суд, в некоторых местах Серайл включал резиденцию правителя, например, Маленький Серайл в Бейруте.

Название «Серайл» было присвоено трем объектам в Дамаске. (Таблица 2)

Таблица 2

Здания «Серайл» во времена Османской империи [9]

Название	Первый или древний Серайл	Второй Серайл (дворец Кенг Юсуф-паши)	Новый Серайл
Год	1577 – 1578 г.	1807 г.	1899 – 1900 г.
Архитектурный облик			
Описание	Восходит к концу XVI века, известен на протяжении всей своей долгой истории под несколькими именами, начиная с Дар ас-Саада (период мамлюков — начало османского периода), затем Серайл, затем Муширия и, наконец, Мандавбия. [11]	Был построен губернатором Кенг-пашой в начале XIX века за стенами старого города, чтобы стать новым правительственным домом. [12]	Был построен губернатором Кенг-пашой в начале XIX века за стенами старого города, чтобы стать новым правительственным домом. [12]

Дамаск, будучи одним из старейших населенных городов мира, вырос под влиянием культур и традиций народов, населявших его землю.

Планировочная структура города, возникшая в эллинистическую эпоху, развивалась в римскую и византийскую эпохи под влиянием принципов греческого градостроительства — создания регулярной сетки взаимно перпендикулярных улиц и равнозначных кварталов с единым городским – административным, религиозным и торговым центром.

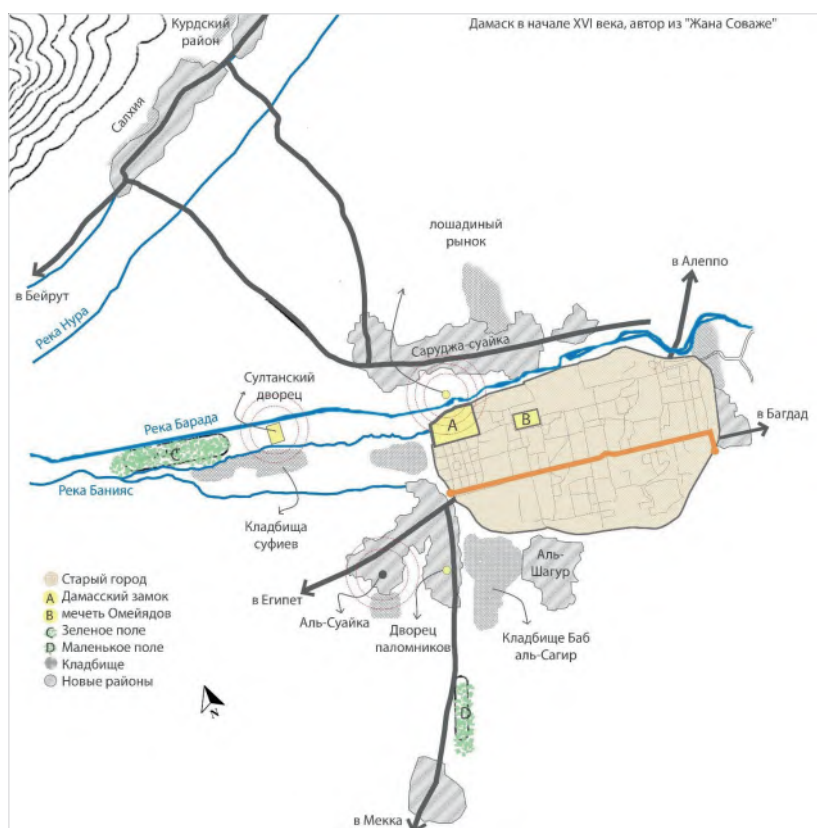


Рис. 11. Дамаск в начале XVI века — (разработан автором из «Жана Соваже» [8])

Под влиянием исламской культуры и идеи религиозной принадлежности городская ткань города изменилась.

В начале исламского периода доминирование религиозной мысли над общественной жизнью привело к превращению мечети в культурный, общественный и административный центр, образовав ядро в ткани эллинистического города, вокруг которого сформировались торговые рынки и жилые постройки.

В последующие столетия сеть улиц утратила регулярность, появилась беспорядочная расчлененность территории на изолированные кварталы с множественными центрами.

Начиная с двенадцатого века, в период правления Айюбидов, военная обстановка стала главным двигателем в развитии структуры городской ткани города. Среди хаотичной застройки выделяются городские площади с административными, дворцовыми и культовыми постройками. Политическим центром города становится цитадель — административно-военный комплекс, который долгие годы контролировал жизнь города, сохраняя религиозное господство мечети.

Во время правления османов Дамаск стал местом оживленной торговли встречи паломников в Мекку. Территория города быстро расширялась за счет пригородов где возводились рынки, жилые кварталы ремесленников и торговцев, возникали новые культовые комплексы.

На любом временном отрезке город развивался в соответствии с преобладающими экономическими, политическими и религиозными потребностями. Градостроительство и архитектура отвечали на социальный заказ.

Библиографический список

1. Centre, U. Ancient City of Damascus. Whc.unesco.org. 2022. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/20/> x (дата обращения: 05.09.2022).
2. Dabbour L. Morphology of quarters in traditional Arab Islamic city: A case of the traditional city of Damascus. *Frontiers of Architectural Research*. 2021. № 10 (1), С. 50 – 65.
3. Haddad R. Changes in the nature and governance of public spaces in the historic city centre. Heriot-Watt University. 2009. С. 151 – 184.
4. Lababedi Z. The Urban Development of Damascus: A study of its past, present and future. Master's degree. University College London. 2008.
5. Mansour H. The lost identity of the city: The case of Damascus, CITTA 8th Annual Conference on Planning Research. 2015.
6. Abdel Rahman A., 2008. Islamic architecture in Damascus. [ebook] Damascus: Directorate General of Antiquities and Museums. 2008. С. 45 – 49. URL: <https://almohandes.org/uploads/default/original/2X/9/9db174b05e4d0fc6d1c1364c376d481574bc3a1c.pdf> (дата обращения: 05.09.2022).
7. Alhallak N. The architectural bases of administrative building during mandate period. Master's degree. university of Damascus. 2009.
8. Sauvaget J. Damascus "Alsham" — a historical overview from antiquity to the present / Версия с арабскими субтитрами. 1936.
9. sash D050 map of ancient syria.jpg — Wikimedia Commons (no date). Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SASH_D050_Мар_of_ancient_syria.jpg (дата обращения: 20.12.2022).
10. The citadel of Damascus (Syria) (no date) The Krak des Chevaliers. Available at: <https://archeologie.culture.gouv.fr/crac-chevaliers/en/citadel-damascus-syria> (Accessed: December 20, 2022).
11. Damascus B. and profile, V. قدي دجل ا قشمد ايارس. 2020. URL: http://bornindamascus.blogspot.com/2020/04/blog-post_4.html (дата обращения: 05.09.2022).
12. Alwatan. 2018. عجرملا ةحاس يف مكحل ا رصق اشاب فسوي جنك رصق ... تداب مٹ تداس روصق — URL: <https://alwatan.sy/archives/135264> (дата обращения: 05.09.2022).
13. Esyria.sy. ينارمع لّوحت قطن. يموكحل ايارسلا. 2013.
14. Damascus, B. I. (no date) ءارضخا رصقو ةيواعم. Available at: http://bornindamascus.blogspot.com/2018/05/blog-post_31.html (дата обращения: 20.12.2022).

FEATURES OF ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING DEVELOPMENT OF DAMASCUS FROM THE BIRTH OF ISLAM TO THE BEGINNING OF THE 19TH CENTURY

I. Rahaf

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg

Abstract

The article is devoted to the architectural and urban development of Damascus. A brief review of the urban structure evolution of Damascus from the emergence of Islam to the beginning of the 19th century (the beginning of modern stage (1830)) is given. The architecture of public buildings is determined, the construction of which was predetermined by the needs of society at each historical period of time. The main attention is paid to the peculiarities of the development of urban structure and public buildings in Damascus.

The Keywords

Damascus, development features of architecture, urban planning scheme, architecture, public buildings

Date of receipt in edition

21.12.2022

Date of acceptance for printing

26.01.2023

Ссылка для цитирования:

И. Рахаф. Особенности архитектурно-градостроительного развития Дамаска от зарождения ислама до начала XIX века. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 168–179.





УДК 711.4 УДК 712 УДК 615.834.6 УДК 316.25

doi: 10.55287/22275398_2023_1_180

КОГНИТИВНЫЕ ПОДХОДЫ В РАЗРАБОТКЕ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

А. Е. Максимова
Н. А. Керимова

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация

В статье обоснованы принципы ландшафтной организации территорий для лечебно-оздоровительных учреждений на основе данных научных исследований в области когнитивной психологии, нейробиологии и средовой психологии, а также на основе анализа международного опыта в области ландшафтной организации терапевтических садов.

Ключевые слова

природные лечебные ресурсы, когнитивная урбанистика, научно-обоснованное проектирование, терапевтический сад

Дата поступления в редакцию

24.12.2022

Дата принятия к печати

16.02.2023

Введение

Во второй половине двадцатого века, в сфере архитектуры объектов здравоохранения стало актуальным научно-обоснованное проектирование (evidence — based design), как подход, который основан на научных мультидисциплинарных знаниях и результатах доказательных исследований [1]. Такие исследования включают в себя использование научных данных из средовой и поведенческой психологии, нейробиологии и в целом когнитивных наук — междисциплинарного направления, изучающего механизмы переработки информации мозгом человека. На стыке этих научных направлений формируется новая научная область — когнитивная урбанистика, изучающая механизмы восприятия городской среды с акцентом на психологическое и физиологическое благополучие жителей [2].

Ландшафтная архитектура как область деятельности традиционно обращается в процессе проектирования территорий медицинских учреждений к научно-обоснованным подходам [3, 4]. В настоящее время назрела необходимость применения нового научного знания для усовершенствования приемов научно-обоснованного проектирования, которые смогут использовать специалисты-практики в процессе проектирования территорий объектов здравоохранения [5]. Целью работы является разработка принципов организации терапевтического ландшафта на основе современных научных данных; а также средств ландшафтной архитектуры, с помощью которых реализуются принципы, для улучшения терапевтического воздействия среды лечебно-профилактических учреждений.

Методология

В статье проводится обзор научных исследований в области когнитивной психологии, нейробиологии и средовой психологии, которые повлияли на подходы в проектировании терапевтических ландшафтов, проводится обзор международной практики и формулируются общие принципы организации терапевтического ландшафта.

Для поиска актуальных научных исследований использовались интернет-ресурсы: научные электронные библиотеки Elibrary и CyberLeninka; он-лайн платформа опубликованных научных исследований издательства Elsevier ScienceDirect. Иллюстрации выполнялись в графическом редакторе Adobe Photoshop. Для поиска международных аналогов использовались интернет-ресурсы: Landscape Architecture Platform, Landezine и World Landscape Architecture. Результатом первого этапа исследования являются основные принципы проектирования терапевтических ландшафтов для лечебно-профилактических учреждений, представленные в текстовом и графическом виде. Целью следующих этапов является разработка научно-обоснованных приемов организации терапевтического ландшафта на территориях лечебно-профилактических учреждений.

Международная практика ландшафтной организации терапевтических садов

Современный международный опыт организации и эксплуатации терапевтических садов представлен территориями таких лечебных учреждений как больницы университетов, психиатрические клиники и дома престарелых. Одним из наиболее востребованных примеров является сенсорный сад — сад с богатым разнообразием пространств, растений и материалов для обеспечения возможности получить мультисенсорный опыт, который позитивно отражается на когнитивных процессах. Исследовательская группа «Природа, здоровье и дизайн» Копенгагенского университета спроектировала терапевтический сад Nacadia¹, ориентированный на лечение людей, страдающих от стресса. Территория состоит из обширных древесных массивов, полян с высокой травой и небольших садов для уединения, камерных пространств, которые объединены единым маршрутом. Терапевтический сад включает оранжереи и теплицы, где пациенты включены в процесс ухода за растениями. В проекте Magneten Sensory Garden² был создан сенсорный сад, направленный на возможность ухода за растениями в целях когнитивной терапии. Сад состоит из 3 частей: огород, с приподнятыми грядками, плодовые деревья и ягодные кустарники, теплица для всесезонного использования и цветник с ароматными растениями. В саду реабилитационного центра Horatio's garden South West — Salisbury были подобраны растения разной текстуры, цвета, аромата, побуждающие активировать сенсорное восприятие у человека.

Для терапии многих заболеваний и расстройств, связанных с когнитивными дисфункциями, для пациентов с ограниченными возможностями в передвижении важно обеспечить возможность видеть зелень из окон палат. Судебно-психиатрическая клиника Helix³, использует существующие массивы деревьев по периметру территории, близко располагающиеся к зданию, чтобы создать возможность наблюдать за ними прямо из окон больничных палат. На территории больничного кампуса Owensboro

¹ Ulrik, S. The Therapy Garden Nacadia® The interplay between evidence-based health design in landscape architecture, nature-based therapy and the individual. — Frederiksberg: Department of Geosciences and Natural Resource Management University of Copenhagen, 2017.

² Magneten Sensory Garden // Landezine International Landscape Platform. — URL: <https://landezine.com/magneten-sensory-garden-by-masu-planning/> (дата обращения: 20.10.2022).

³ Helix // Landezine International Landscape Platform. — URL: <https://landezine.com/helix-by-niva-landskapsarkitektur/> (дата обращения: 20.10.2022).

и больницы Fiona Stanley для обеспечения видов на массивы зеленых насаждений создали искусственные холмы и расположили на них композиции из деревьев, кустарников и многолетних трав с включением водоемов. Такой прием дал возможность пациентам наблюдать за природными объектами, не выходя из здания.

Согласно данным научных исследований природные образы положительно влияют на состояние некоторых ключевых структур мозга. В проекте больничного парка Jin Wellbeing County⁴, где растения местной флоры высажены таким образом, чтобы в будущем запустить развитие растительных сообществ, за счет растений-компаньонов и их самовозобновления. Ландшафтный дизайн больницы Fiona Stanley направлен на сохранение и поддержку уже существующих экосистем. Так в садах на крыше видовой состав растений совпадает с составом существующих растительных сообществ на окружающей природной территории. Таким образом, прием создания или восстановления природного характера территории является актуальным для организации терапевтического ландшафта.

Разнообразный состав природных компонентов ландшафта и типов насаждений дает возможность формировать природные образы и разнообразие ландшафта. В терапевтическом парке⁵ в городе Брилон чередование древесных массивов, луга, цветочных полей, системы озер и рек позволило создать 13 площадок, не похожих друг на друга. Сходный прием используется в лесном парке в городе Бад-Липпшпринг, где чередование густых лесных массивов и открытых полей, создает смену пейзажей и типов пространственной структуры ландшафта.

Исходя из анализа зарубежного опыта в области терапевтических садов, приведенного выше, можно выделить некоторые общие приемы организации терапевтического ландшафта:

- создание ландшафтов с природным обликом;
- организация чередования ландшафтов различных по типу пространственной структуры: открытых, закрытых, полузакрытых;
- создание разнообразных типов ландшафтов и типов посадок: луговых, водных, лесных и т. д.;
- наличие терапевтических садов, то есть специальных участков, где пациенты могут заботиться о растениях, ухаживать за ними, выращивать;
- наличие видов из окон палат пациентов на растительность.

Результаты анализа научных исследований

Обзор научных публикаций показал, что среди основных авторов, которые внесли значимый вклад в исследования терапевтического воздействия ландшафтов, можно выделить работы следующих исследователей: С. Каплан и Р. Каплан (R. Kaplan and S. Kaplan); Р. Ульрих (R. Ulrich); К. Хан (K. Khan); Т. Хартиг (T. Hartig); К. Цулас (K. Tzoulas) и А. Авраам (A. Abraham).

В работах Роджера Ульриха отмечается, что имеющиеся на сегодняшний день данные свидетельствуют о том, что сады, будут успокаивать или эффективно снижать стресс, если они содержат зеленую листву, цветы, спокойную воду, гармоничные звуки природы: пение птиц, шелест ветра, журчание воды и возможность наблюдать «дикую природу» — животных, птиц и насекомых. В дополнение, подчеркивается, что ландшафты, схожие по своему образу с ландшафтом саванны или парковым ландшафтом,

⁴ Jin Wellbeing County // Landezine International Landscape Platform. — URL: <https://landezine.com/jin-wellbeing-county/> (дата обращения: 20.10.2022).

⁵ The Landscape Therapeutic Park in Brilon // Landezine International Landscape Platform. — URL: <https://landezine.com/the-landscape-therapeutic-park-in-brilon-by-planergruppe-oberhausen/> (дата обращения: 20.10.2022).

повышают терапевтический эффект, а наличие твердых материалов в ландшафте, таких как бетон и асфальт, скульптурные абстрактные формы, снижает лечебное воздействие [6].

Так К. Маркус в своих исследованиях показал, что большинство пациентов, находящихся в саду, чувствуют себя более расслабленными и спокойными, благодаря наличию деревьев и растений, запахов, звуков и свежего воздуха, что сказывается на снижении стресса и более высокой удовлетворенности у пациентов и персонала, а также более быстрое выздоровление [7].

Гипотеза биофилии, которую сформулировал в 1984 году биолог Эдвард Уилсон, предполагает, что люди обладают врожденной склонностью к поиску связей с природой и другими формами жизни [8]. Научные исследования в рамках этой теории показывают, что контакт с природной средой приводит к уменьшению стресса, улучшению когнитивных функций и улучшению творческих способностей. В статье компании Terrapin Bright Green LLC “14 patterns of biophilic design Improving Health & Well-Being in the Built Environment” выделено 3 категории и 14 паттернов, имеющих широкий спектр применения как для территорий, так и для интерьеров и показывающий, какое влияние может оказывать на человека. Так, например, визуальная связь с природой представляется в виде растительности, биоразнообразия, наличия воды, стимуляции органов чувств за счет запахов, звуков и тактильных ощущений. Природные аналоги отражаются в использовании природных форм, материалов, цветов в элементах интерьера, мебели, малых архитектурных форм. Ландшафтная перспектива подразумевает: смену визуального ряда, чередование форм рельефа, освещенности и размеров пространств [9].

На основе рекомендаций прикладного использования научных исследований можно сделать вывод, что оздоровительный эффект реализуется в следующих приемах и компонентах ландшафта:

- непрерывные смены природных образов;
- многоярусные массивы деревьев и цветущие растения;
- камерные озелененные пространства для тихого отдыха;
- инфраструктура для терапевтического садоводства;
- высокие деревья, кроны которых видны из окон;
- водные объекты или виды на них.

Принципы организации терапевтического ландшафта

На основе проведенного исследования нами были сформулированы четыре основных принципа организации ландшафта, необходимых для достижения эффекта терапевтического воздействия:

- 1) принцип природности: дизайн растительности должен следовать образам местной природы так как именно он имеет наибольший восстановительный эффект;
- 2) принцип разнообразия: необходимо разнообразие видов ландшафта, типов пространственной структуры, а также форм и видов растительности;
- 3) принцип взаимодействия: необходима инфраструктура для наблюдения, ухода, заботы о фауне и флоре;
- 4) принцип доступности водных ресурсов: важна организация доступа и контакта с водными объектами.

Все принципы представлены в графической интерпретации на **рисунке 1**.

Рис. 1 см. на следующей странице

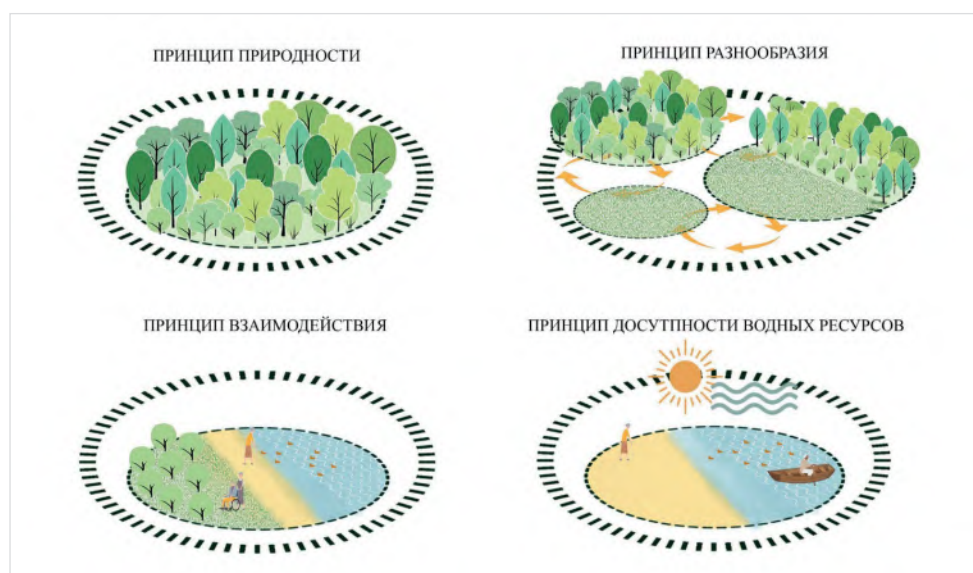


Рис. 1. Графическая иллюстрация принципов организации пространства терапевтических ландшафтов для применения на территориях лечебно-оздоровительных учреждений. Авт. А. Е. Максимова

Далее представлены некоторые средства ландшафтной архитектуры, которые могут быть использованы для реализации разработанных принципов.

Принцип «природности» дизайна растительности может базироваться на природных прототипах — местных природных биотопах. Это могут быть прибрежные, лесные, луговые и другие биотопы, характерные для местности проектирования [10; 11].

Для реализации принципа «разнообразия» важно использование различных типов ландшафта: лугов, лесных и массивов, скальных, береговых и других. Для достижения разнообразия пространственной структуры можно рекомендовать использовать следующий баланс открытых, полуоткрытых и закрытых типов пространства в соответствии с рекомендациями для соответствующей географической зоны. Так рекомендуемое соотношение типов пространственной структуры для южно-таежной зоны: закрытых 40–60, полуоткрытых 10–40, открытых 30–50 [10]. Для достижения разнообразия форм и видов растительности можно предложить использовать сложные по ярусности посадки, различные жизненные формы растений и, наконец, растения с различной формой листьев, соцветий, плодов, характером роста и архитектоникой.

Реализация принципа «взаимодействия» возможна посредством создания небольших (камерных) пространств для уединения в окружении растений, которые могут привлечь птиц, благодаря источникам корма (ягодам, шишкам, семенам) [13]. Или это могут быть открытые участки с луговыми травами и цветущими растениями, привлекательными для пчел и бабочек. Для создания местообитаний водоплавающих птиц и рыб возможна организация небольших водоемов с водными и прибрежными растениями. Все предлагаемые пространства должны сопровождаться удобными местами для сидения и наблюдения на одного-двух человек, чтобы обеспечить ощущение уединения с природой.

Для возможности использовать методы терапевтического садоводства необходимо создание инфраструктуры для выращивания и ухода за растениями: теплицы, оранжереи, системы полива, организованные приподнятые гряды с удобными проходами, места для складирования компоста.

Реализации принципа «доступности» возможна в двух основных направлениях. Первое — это раскрытие видов на воду и создание мест для сидения, второе — организация непосредственного контакта с водой с берега, где пациент сможет потрогать или войти в воду. Для этого создается система пирсов,

настилов и небольших пляжей в окружении прибрежных растений.

Следующим этапом станет экспериментальная разработка методики проектирования терапевтического ландшафта. Использование разработанных принципов и средств, а в дальнейшем подходов и проектных предложений организации терапевтического ландшафта в среде лечебно-профилактических учреждений позволит сформировать необходимые условия для использования природного ресурса в лечебных целях.

Заключение

В данной статье сформулированы основные принципы терапевтических ландшафтов и предложены некоторые средства, используемые при их реализации. Для достижения поставленной цели были изучены данные ведущих научных направлений в области терапевтических ландшафтов, а также проанализированы объекты из передовой международной практики в области терапевтических садов больниц и домов престарелых. При разработке проекта важно бережно дополнять существующие природные ландшафты аборигенными растениями, контролировать баланс открытых-закрытых пространств, поддерживать биоразнообразие, восстанавливая местообитания фауны и флоры, органично и деликатно включать в природную среду только необходимую инфраструктуру: тропинки, места для сидения или наблюдения.

Результаты текущего этапа основаны на предположении, что оздоровительный эффект возможно реализовать с помощью определенных приемов и компонентов ландшафта, которые могут быть использованы для разработки экспериментальных методик проектирования территорий оздоровительных учреждений.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 33С22 при финансовой поддержке гранта СПбГАСУ.

Библиографический список

1. Бодня С. В., Преодоление разрыва между научными исследованиями и проектированием лечебных учреждений // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2012.
2. Керимова Н. А., Когнитивный подход в разработке пространственных закономерностей и принципов планировки центров здравоохранения // Сборник трудов международной конференции «Междисциплинарные связи ландшафтной архитектуры». СПб. 2022. с. 101 – 109.
3. Варданян К. К. Изучение состояния озеленения больниц города Еревана и разработка мер по его улучшению (на примере ЕГМУ). Автореферат дис. ... канд. мед. наук: 14.00.05: защищена 03.07.2012 / К. К. Варданян; Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци М-ва образования и науки РА. Ереван, 2012. 22 с.
4. Петрашень, Е. П. Ландшафтный дизайн для здоровья человека и проектный метод его изучения / Е. П. Петрашень // Зеленый журнал — Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. — 2018. — № 4. — С. 71 – 84.
5. Stigsdotter U. K., Nature, Health & Design // Alam Cipta. December 2015. № 8. С. 89 – 96.
6. Ulrich R. S., Health Benefits of Gardens in Hospitals // Paper for conference, Plants for People International Exhibition Floriade. 2002.
7. Cooper M. C., Healing Gardens in Hospitals // Interdisciplinary Design and Research-Journal. 2007. С. 1 – 27.

8. Уилсон Э. О. Биофилия. Врожденная тяга к живому как связь человека с другими биологическими видами. Москва: URSS, 2017. — 298 с.
9. Browning W. D., Ryan C. O., Clancy J. O., 14 Patterns of Biophilic Design. New York: Terrapin Bright Green llc., 2014.
10. Kerimova at all., Biotope-based approach for mixed-use office building landscape // Proceedings of the Latvia University of Agriculture, Landscape Architecture and Art, Volume 1, Number 1, 2012.
11. Керимова Н. А., О перспективах создания культурных фитоценозов по типу природных растительных сообществ Северо-Западного региона в буферном пространстве общественных зданий // Лесной вестник N5/2015 Т.19 Москва. МГУЛ С. 120 – 127.
12. Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений // Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР. 11.12.1987.
13. Девесилова М. А., Керимова Н. А., Экологическое проектирование урбанизированных территорий. Ландшафтная архитектура для защиты местообитаний птиц в урбанизированных ландшафтах // Ландшафтная архитектура, строительство, дизайн и обработка древесины: Материалы I Всероссийской студенческой конференции-вебинара, Санкт-Петербург, 03 – 04 июня 2021 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, 2021. — С. 55 – 67.

COGNITIVE APPROACHES IN THE DEVELOPMENT OF LANDSCAPE ORGANIZATION OF HEALTHCARE FACILITIES

A. E. Maximova
N. A. Kerimova

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg

Abstract

Here we suggest the theoretical approaches for creating evidence-based designs for therapeutic landscape and healing gardens. We base our theoretical approaches on cross disciplinary research in the field of cognitive psychology, neurobiology, and environmental psychology, as well as on the basis of the analysis of international experience in the field of landscapes organization of territories for medical institutions.

The Keywords

Natural healing, cognitive urbanism, evidence-based design, therapeutic landscape, healing gardens

Date of receipt in edition

24.12.2022

Date of acceptance for printing

16.02.2023

Ссылка для цитирования:

А. Е. Максимова, Н. А. Керимова. Когнитивные подходы в разработке ландшафтной организации объектов здравоохранения. — 2023. — № 1 (46). — С. 180 – 186.



УДК 711//626.1

doi: 10.55287/22275398_2023_1_187

ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО ФОРМИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ПОРТОВЫХ ГОРОДОВ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

О. А. Пастух

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация

Предметом данного исследования является возможность применения современного комплексного подхода к архитектурно-планировочному формированию и территориально-пространственной организации городской среды крупных портовых городов Северного Морского пути Арктической зоны Российской Федерации, обоснованная эволюцией архитектурно-планировочного формирования урбанизированных ландшафтов и опирающаяся на изученный зарубежный отечественный и опыт градостроительной деятельности в арктическом регионе. Были рассмотрены примеры реализации комплексного инновационного подхода при реновации прибрежных территорий Стокгольма. Результатом работы, исходя из поставленной цели, должна стать разработка предложений по внедрению инновационных идей и технологий на территории Арктической Зоны Российской Федерации при дальнейшем архитектурно-планировочном формировании крупных портовых городов вдоль Северного Морского пути.

Ключевые слова

градостроительная деятельность, Арктический регион, портовые города, урбоэкология, формирование экоустойчивого пространства

Дата поступления в редакцию

08.12.2022

Дата принятия к печати

12.12.2022

Введение

АРКТИКА — северная полярная область планеты «Земля», включающая Северные окраины материков Евразия и Северная Америка, Северный Ледовитый океан с островами (кроме восточной и южной частей Норвежского моря), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океана.

Российская Федерация сегодня возглавляет Арктический совет (2021–2023 гг.) и реализует утвержденную премьер-министром Концепцию председательства по четырем направлениям: население Арктики, охрана окружающей среды, социально-экономическое развитие региона и укрепление роли Арктического совета как площадки для сотрудничества [1]. Особое внимание уделяется теме строительства и жизнедеятельности в суровых климатических условиях Крайнего Севера и проблемам адаптации Арктического региона к глобальным изменениям климата.

Арктическая зона играет существенную роль в экономическом развитии не только Российской Федерации, но и всех стран, имеющих стратегические интересы в данном регионе. Потребности экономического развития всех стран, представленных в Арктике, наряду с истощением запасов при-

родных ресурсов в освоенных районах способствуют увеличению объема их добычи в Арктической зоне, в том числе на континентальном шельфе [2]. Важнейшей задачей освоения Арктики является не только удовлетворение ресурсных потребностей в различных областях экономики, но и бережное отношение к экологии и арктическому биоразнообразию, сочетая инновационных научные подходы в направлении трех основополагающих векторов развития Арктики: экономического, социального, природоохранного [3].

Материалы и методы

Урбоэкологическая проблематика прибрежных агломераций является одной из наиболее актуальных и обсуждаемых тем на международных и российских площадках. Ученые прогнозируют повышение уровня мирового океана в среднем на 1 метр к концу XXI века. Частота и интенсивность происходящих в настоящее время природных катаклизмов невероятной разрушающей силы подтверждают их опасения. Воздействие гидрогеологических и атмосферных факторов на урбоэкологическое развитие крупнейших агломераций, прибрежных мегаполисов по всему миру имеет огромное значение в поиске грамотных и эффективных путей гармоничного сосуществования человека и природы, «усмирения водной стихии», благотворного воздействия человека на окружающий мир и бережного отношения к природе и ее ресурсам [4].

Прибрежные территории крупных портовых городов играют особую роль в формировании архитектурно-планировочных решений и территориально-пространственной организации поселений Арктического региона. Их используют для строительства многоярусных транспортных эстакад, разнообразных промышленных сооружений и логистических центров, многочисленных грузовых причалов и сортировочных станций. Немаловажным фактором является и эстетическое восприятие силуэта береговой линии, так называемый «морской фасад» города, создание которого на портовых и промышленных территориях требует профессионального индивидуального подхода к проектированию отдельных зданий и всей городской среды в целом под современные потребности жизни в условиях экстремальных широт и глобальных изменений климата [6].

Современные исследования в области эволюции городской среды прибрежных территорий рассматривают возможность градостроительной и архитектурной трансформации сложившейся инфраструктуры крупных городов с целью обеспечения гармоничного взаимодействия человека и природы в экстремальных климатических условиях Арктического региона [7].

Эволюция архитектурной среды прибрежных территорий в мегаполисах — одна из важнейших проблем городских властей на сегодняшний день. Профессиональный и комплексный подход к формированию современных архитектурно-планировочных решений и территориально-пространственной организации крупных портовых городов Арктического региона позволит контролировать экологическую обстановку, решать транспортные проблемы, не забывая о повышении туристической привлекательности и экономической составляющей вопроса [8].

Результаты

Во многих странах территории у воды, вместе с поверхностью самой воды, давно являются одними из наиболее приоритетных пространств с точки зрения размещения на них основных городских функций. Таким образом, данные пространства у воды, обладающие большим потенциалом природных и градостроительных ресурсов, становятся дополнительными резервами городских территорий.

Актуальным на сегодняшний день вопросом архитектурного облика и функционального назначений строений на прибрежных и водных пространствах крупных портовых городов уделяется большое внимание как практиков, так и теоретиков архитектуры, инженеров и конструкторов. Особенно актуальным на сегодняшний день является тот факт, что применение пространственных конструкций из современных материалов обеспечивает высокую энергоэффективность и экологичность построек, в соответствие с международными стандартами качества и зеленого строительства (BREAM, LEED, GREEN ZOOM). [4]

1. На северо-восточной окраине Стокгольме реализуются программа развития бывших портовых и промышленных территорий (проект получил название Норра Юргордштаден). На месте бывших складов и других индустриальных парков в 2011 году началось массовое строительство новых жилых районов. К 2025 году в шведской столице запланирован ввод в эксплуатацию 12 000 новых домов. Смешанное использование пространства позволит устранить мёртвые и тёмные зоны в ночные часы и повысит безопасность проживания. Часть старых построек будет отреставрирована и органично вписана в новую архитектуру. Каждое здание имеет уникальный архитектурный облик. Порядка 30% энергии будет генерироваться возобновляемыми источниками.

2. Индустриальный район Королевский морской порт — более 2 тыс. гектаров земли в 3,5 км от центра. В 2008 году началась программа по превращению этой территории в экологически ориентированный, самодостаточный район с полной инфраструктурой. Всего планируется построить не менее 12 тыс. новых домов и создать 35 тыс. рабочих мест, 600 тыс. кв. метров будет отведено под коммерческую площадь. Особое внимание власти города уделили сохранению объектов культурного наследия.

3. Одним из последних и наиболее успешных примеров архитектурно-планировочного переосмысления прибрежных территорий является набережная Hornsbergs strandpark. Данный проект стал лауреатом шведской премии «Sienapriset» в 2012 году. Парк имеет длину более 700 м и состоит из четырех частей. В этом парке вода и земля были объединены в современном дизайне извилистого берега, плавных органических формах и чистоте линий. Сам парк обращен на запад, а набережная имеет три плавучих пирса, что дает посетителям возможность максимально приблизиться к воде. Также в парке размещены площадки для купания, душевые кабинки, велодорожки и места для гриля. На свободных же участках между группами растений созданы дополнительные общественные пространства и объекты для проведения различных мероприятий. При разработке концепции парка основной целью являлось создание атмосферы уютного пригорода, которая бы резко контрастировала с оживленной городской средой в самом центре Стокгольма.

Обсуждение

Основными результатами работы, проводимой в области экспериментального внедрения усовершенствованных современных энергоэффективных конструктивных решений по созданию неповторимого образа «морского фасада» городов, является поиск решений целого ряда задач, связанных с целью, и разработкой предложений по внедрению инновационных идей и технологий проектов по трансформации архитектурной среды в государственную градостроительную концепцию развития крупных портовых городов Арктической Зоны Российской Федерации [9].

Поиск путей гармоничного взаимодействия человека и природы в экстремальных климатических условиях Арктического региона является основной задачей современного этапа эволюции городской среды с помощью комплексных архитектурно-планировочных решений и территориально-простран-

ственной организации, повышенной урбанизации, индустриализации и цифровизации населения планеты [10].

Выводы

Изучение отечественного и зарубежного опыта градостроительной деятельности, анализ процесса развития крупных портовых городов Арктического региона позволит разработать предложения по внедрению инновационных идей и технологий на территории Арктической Зоны Российской Федерации с учетом особенностей развития и формирования крупных портовых городов вдоль Северного Морского пути. Это позволит обогатить и дополнить проект государственной градостроительной концепции развития страны в рамках национальных проектов «Жилье и городская среда» и «Экология».

Библиографический список

1. Диденко Н. И., Скрипнюк Д. Ф., Черенков В. И., Таничев А. В., Ключи к устойчивому развитию Арктической зоны Российской Федерации: модель циркулярной экономики и логистическая инфраструктура, Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. № 4 (70). С. 5 – 20.
2. Didenko N., Skripnyuk D., Kikkas K., Kazmierczyk J., Development of Northern Sea route and Arctic maritime logistics, Contributions to Management Science. 2022. pp. 17 – 43.
3. Kozlova E., Didenko N. The impact of technological development factors on the quality of life: a comparative analysis of E7 and G7, International Journal for Quality Research. 2022. Т. 16. № 2. С. 625 – 642.
4. Пастух О. А., Урбоэкологические особенности освоения береговых и водных территорий крупных портовых городов // Известия вузов. Строительство. 2022. № 2. С. 80 – 91. DOI:10.32683/0536-1052-2022-758-2-80-91.
5. Пастух О. А. Урбоэкологическая проблематика прибрежных агломераций / О. А. Пастух // «Перспективы науки». — 2022. — № 3 (150). — С. 285 – 288.
6. Митягин С. Д. Градостроительство. Эпоха перемен. — СПб.: 2016. 280 с.: ил.
7. Сапрыкина Н. А. Формирование экоустойчивого пространства обитания будущего: теория, практика, перспективы: монография / Н. А. Сапрыкина. — Москва: КУРС, 2022. — 288 с., илл. — Серия «Наука».
8. Шубенков М. Человек и пространство / М. Шубенков // Architecture and Modern Information Technologies, 2009 — Т. 2 (7).
9. Диденко Н. И., Скрипнюк Д. Ф., Черенков В. И., Арктическое пространство России и четвертая промышленная революция, Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 11 (107). С. 54 – 61.
10. Васильев Ю. С., Диденко Н. И., Черенков В. И., Некоторые проблемы и перспективные драйверы устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации, Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 1 (63). С. 4 – 26.

EVOLUTION OF ARCHITECTURAL AND PLANNING FORMATION OF LARGE PORT CITIES OF THE ARCTIC REGION

O. A. Pastukh

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg

Abstract

The redmark of this study is the possibility of applying a modern integrated approach to the architectural and planning formation and spatial organization of the urban environment of large port cities of the Northern Sea Route of the Arctic zone of the Russian Federation, justified by the evolution of architectural and planning formation of urbanized landscapes and based on the studied foreign domestic and experience of urban development in the Arctic region. Examples of the implementation of an integrated innovative approach in the renovation of coastal areas of Stockholm were considered. The result of the work, based on the set goal, should be the development of proposals for the introduction of innovative ideas and technologies in the Arctic Zone of the Russian Federation in the further architectural and planning formation of large port cities along the Northern Sea Route.

The Keywords

urban planning activities, Arctic region, port cities, urban ecology, formation of a sustainable space

Date of receipt in edition

08.12.2022

Date of acceptance for printing

12.12.2022

Ссылка для цитирования:

О. А. Пастух. Эволюция архитектурно-планировочного формирования крупных портовых городов Арктического региона. — 2023. — № 1 (46). — С. 187–191.



УДК 721

doi: 10.55287/22275398_2023_1_192

ФУНКЦИОНАЛИЗМ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

М. М. Пантелеева

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация

На объемно-пространственные решения любого объекта влияет множество факторов. Один из основных — функциональное насыщение здания и распределение этих функций друг относительно друга в объеме. В данной статье рассматривается влияние метода проектирования «изнутри-наружу» на архитектурные решения гостиниц. При рассмотрении такого подхода в процессе реновации исторических зданий, возникает необходимость учитывать не только объем и взаимное расположение функциональных блоков, но и их конструктивные особенности. Таким образом, эти факторы становятся определяющими при выборе планировочной и объемно-пространственной структуры зданий, а так же влияют на архитектуру объекта в целом.

Ключевые слова

функциональная структура, функционализм, архитектурная форма, объемно-пространственные решения гостиниц, архитектура гостиниц, реконструкция, реновация

Дата поступления в редакцию

19.01.2023

Дата принятия к печати

20.02.2023

На процесс архитектурного проектирования любого сооружения влияет множество сторонних факторов. Из них выделяют основные группы:

- средовые (место расположения участка, окружение, природное и ландшафтное наполнение, наличие историко-культурных объектов),
- экономические (целесообразность строительства, выбор оснащения, функций, материалов и т. д.),
- социальные (определение портрета потребителя и его потребностей)
- пространственно-планировочные (особенности размещения функционального наполнения)
- визуальные (архитектурные приемы композиции, подчеркивающие идентичность места, дизайн фасада и среды). [1].

Принимая во внимание совокупность этих факторов при проектировании, результатом будет уникальный продукт, учитывающий все особенности места.

Один из самых важных факторов, влияющий на конечный объем здания — функциональное наполнение и распределение функций в зависимости от их конструктивных особенностей.

Функционализм — как метод проектирования

Любой процесс проектирования неотрывно связан с предварительной аналитической работой с функциональным насыщением объекта. Функциональное задание является сначала условием, а затем основанием для объемно-пространственной структуры и диктует принятие решений на всем пути к архитектурной форме.

Главное течение современной архитектуры модернизма называется «функционализм». Последователи функционального метода в своих архитектурных шедеврах часто основывались на известную теорию Салливена, которая звучит как: «всюду и всегда форма следует за функцией, таков закон»[2].

Известный архитектор Моисей Гинзбург, осмысливая функциональный подход к проектированию, был уверен, «что только функциональное архитектурное мышление жёстко устанавливает пространственную организацию как исходную точку работы, указывает то место, куда должен быть направлен основной удар. Из этого, прежде всего, исходит современный архитектор, это заставляет его развёртывать свой замысел изнутри наружу, а не обратно, ... это направляет весь его дальнейший путь»[3].

Замысел объемно-пространственного решения появляется в голове архитектора уже на этапе составления функционального плана, потому что согласно описанному методу, автор разворачивает «свой замысел, изнутри наружу» – от пространственной структуры к архитектурной форме»[2].

Объемно-пространственные схемы гостиниц в зависимости от распределения функционального объема

Рассмотрим влияния функциональной программы на объемно-пространственные решения на примере проекта многофункционального гостиничного комплекса.

По функциональному назначению блоки гостиницы можно разделить на жилую, общественную и служебно-хозяйственную части. За счет различного взаимного расположения этих частей создаются объемно-пространственные структуры гостиниц.[4]. Выделяют следующие системы решений:

1. Центральная система — функциональные части находятся в одном компактном объеме
2. Блочная система — функциональные блоки расположены в сблокированных объемах;
3. Павильонная система — функции находятся в разных зданиях, свободно расположенных на территории.[4]

Централизованная схема: помещения общественного назначения располагаются в нижних этажах, а жилая часть — над ними. Благодаря такому решению возможно уменьшить пятно застройки в целом добиться большей экономичности строительства.

Блокированная система расположения объемов: функциональные блоки находятся в разных зданиях. Такое композиционное построение обеспечивает четкое функциональное и конструктивное членение гостиницы, но взамен требует большей площади застройки по сравнению с предыдущим и может применяться далеко не во всех градостроительных ситуациях.

Последний вариант — распределение функций в разных независимых друг от друга объемах. Этот вариант подходит для определенного типа рекреационных гостиниц и для определенного ландшафта и природного потенциала. С помощью такого объемно-пространственного решения можно добиться ощущения «воздуха», преобладания среды над архитектурой.

Объемно-пространственные решения гостиниц с историческими объектами

«Функционализм» в архитектурном проектировании приобретает новый оттенок, если речь идет о реновации и работе с объектами культурного наследия. Особенно актуальна эта тема для городов с обширным историческим центром.

Если учитывать наличие на участке исторических объектов, то те же варианты объемно-пространственной организации гостиницы можно интерпретировать при помощи способов реорганизации сооружений культурного наследия:

- централизованная система: надстройки существующего сооружения;
- блочная система может быть решена двумя способами:
 - пристройкой корпусов к историческому объекту,
 - пристройкой в сочетании с частичной надстройкой объекта. (Рис. 1)

На примере проекта многофункционального гостиничного комплекса на территории трамвайного парка № 1 можно рассмотреть объемно-пространственные решения в зависимости от распределения функциональных блоков. Территория для проектирования расположена вблизи исторического центра на одной из главных магистралей города — Московском проспекте, а так же присутствует визуальная связь с культурным объектом — Новодевичьим монастырем. На площадке существуют исторические объекты — 3 трамвайных депо.

Безусловно, наиболее рациональное композиционное решение гостиничного и административного здания — высотный объем. Однако, высокий объем гостиницы может нарушить целостность окружающей застройки, что недопустимо в условиях охраны облика Московского проспекта. Чтобы максимально приблизить этажность гостиничного комплекса к существующей этажности фронта Московского проспекта, необходимо использовать блочную композиционную схему: часть функциональных зон вынести в отдельные корпуса здания. С этой целью можно использовать исторические здания депо, реконструируя их под публичные пространства.

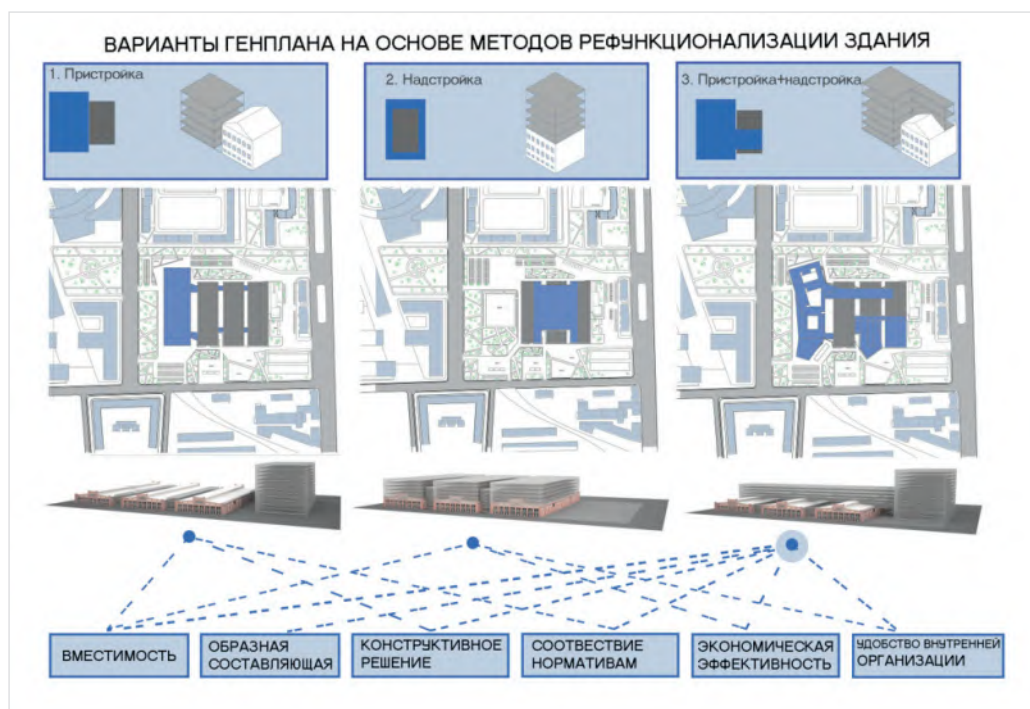


Рис. 1. Схемы пространственных решений в зависимости от соотношения функциональных объемов исторического и нового зданий

Выбор блочного типа композиции с пристройкой и частичной надстройкой был сделан с целью экономической выгоды проекта и использовании земельных ресурсов под застройку, предусматривая удобство коммуникаций между функциональными зонами, а так же учитывая эстетические свойства способа компоновки объемов. [4].

Распределение функции в зависимости от конструктивной схемы

Исторические сооружения на участке диктуют не только выбор способа компоновки основных функциональных объемов, но и их распределение в планировочной структуре объекта.

Историческое архитектурное здание неизменно, в то время как функция должна развиваться в современных условиях и новых веяний. Именно поэтому при реновации исторического здания нужно исходить из «основных свойств формы, то есть от ее объемно-планировочной структуры и конструктивного ресурса»[5].

Трамвайные депо имеют большепролетную структуру и частую сетку колонн, ограниченную естественную освещенность, большие оконные проемы. Центральное пространство имеет возможность развития второго уровня, освещаемого техническими фонарями. При анализе всего функционального насыщения было выявлено, что несколько функций подходят для размещения:

- питание (система ресторана, кафе, бара, ночного клуба и т. д.),
- спортивные развлечения (те, которым необходима большая высота помещения, и не мешает частая сетка колонн),
- бизнес-конвеншн (небольшие трансформирующиеся ячейки для переговоров, презентаций, фуршетов), выставочное пространство. (Рис. 2)

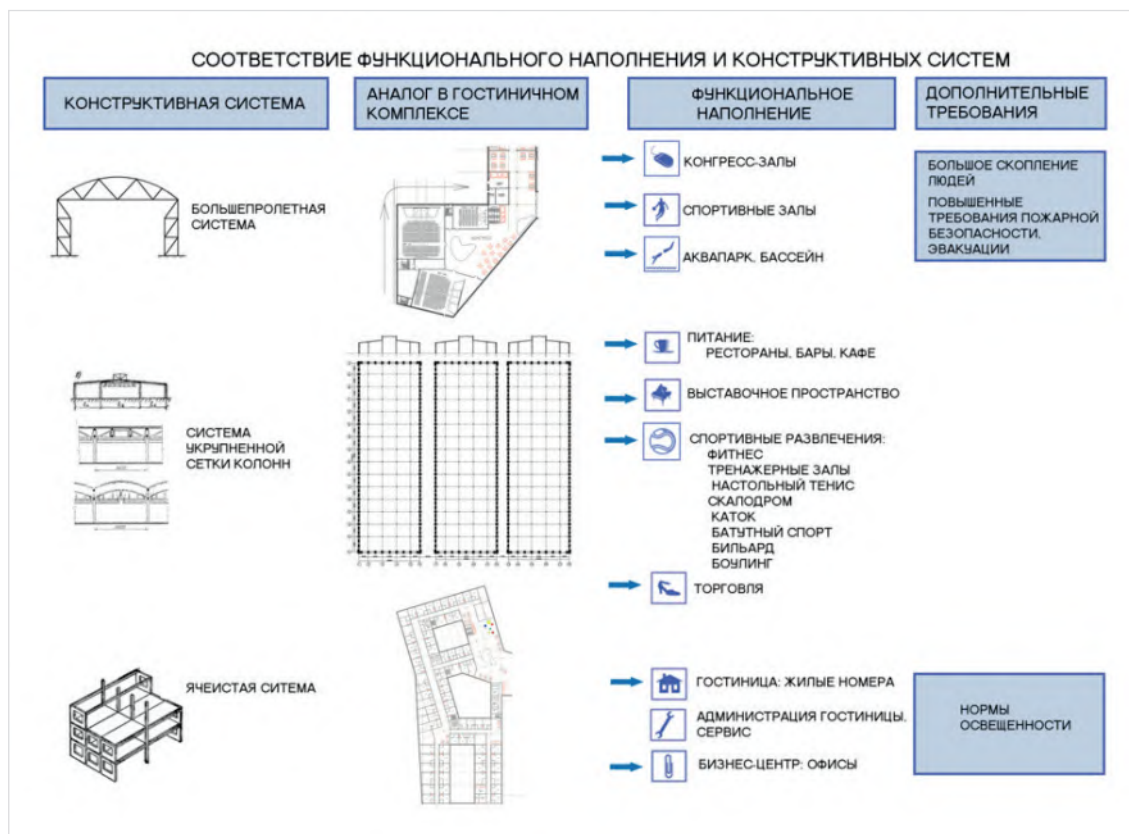


Рис. 2. Соответствие конструктивной схемы функциональному наполнению

Остальное функциональное насыщение требует других параметров объема здания. Для офисов, жилых комнат, учебных аудиторий необходимо современное оснащение и хороший коэффициент освещенности, ячеистая структура. Для больших конференц-залов необходима большепролетная структура помещения, отсутствие сетки колонн, высокое пространство. Из чего следует, что для этих функций необходимо строительство нового здания, которое будет отвечать требованиям освещенности, сочетать в себе мелкую ячеистую структуру и большепролетные части.

В процессе проектирования приняты собственные планировочные структуры, отвечающие функциональному насыщению для каждого трамвайного депо. Так блок спортивных развлечений имеет проходной пассаж на втором уровне центрального пространства депо. Депо с функцией общественного питания, имеет двухуровневую систему боковых нефов, а центральное пространство составляет полную высоту здания и освещается световым фонарем. Блок комплекса, отведенный под функцию «конвеншн» полностью решен двухэтажным и снабжен мобильными перегородками, кратными существующей сетке колонн. (Рис. 3)

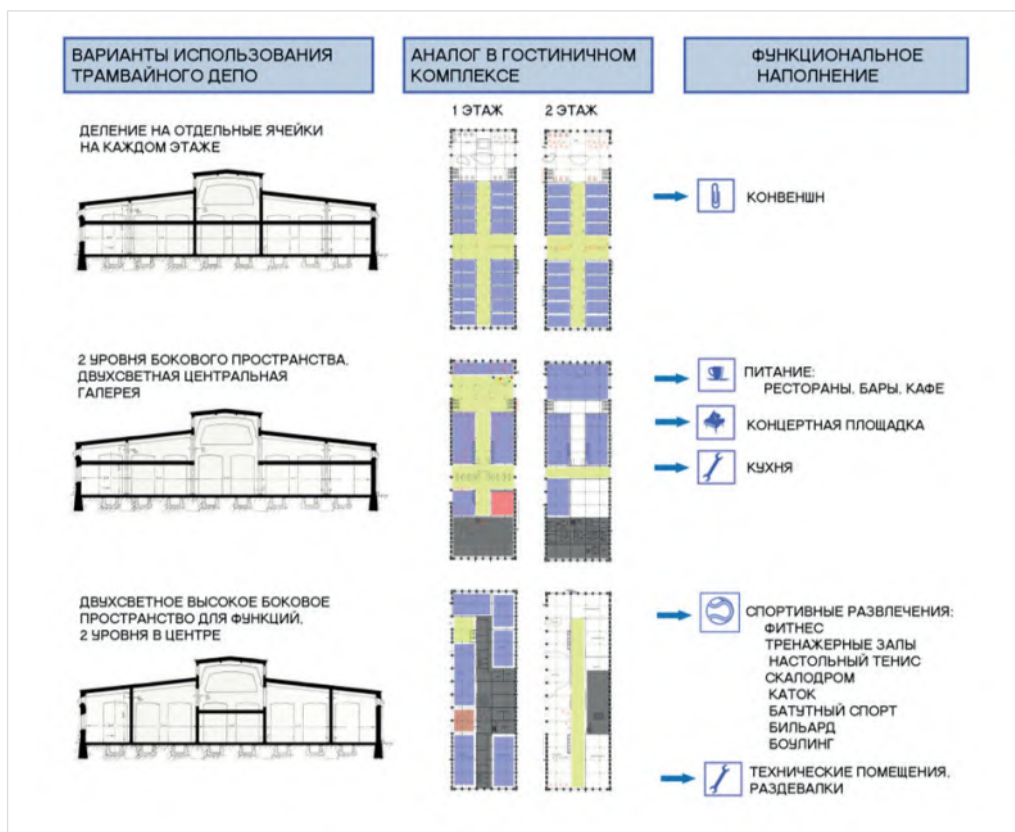


Рис. 3. Планировочная структура трамвайных депо

Вывод

Проектирование «от функции» получило широкое распространение в современной практике. Архитектор через функциональные задачи рассматривает возможности пространственного объема, «расчленяет его на составляющие элементы, группирует по функциям для дальнейшего их соединения в единое целое в соответствии с предполагаемым назначением» [4].

Функциональное наполнение определяет объем здания, соотношение его частей, возможности конструктивной системы, а так же архитектуру в целом.

Библиографический список

1. Пантелеева М. М., Романов Д. А., Особенности проектирования рекреационных гостиничных комплексов // Системные технологии. 2022. № 2 (43). С. 83 – 89.
2. Вальшин Р. М. Первичные основания архитектурной формы // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, № 2. С. 74 – 81. DOI: 10.17673 / Vestnik.2018.02.13
3. Гинзбург М. Я. Новые методы архитектурного мышления // Мастера советской архитектуры об архитектуре. М.: Искусство, 1975. 303 с.
4. Козина М. М., Перов Ф. В., Архитектура многофункциональных полносервисных гостиничных комплексов // магистерская диссертация, СПбГАСУ, — 2013г.
5. Бузунов К. В. Перепрофилирование производственных зданий и сооружений под другие функции // Архитектура и строительство России. 2010. 09. С. 19 – 23.

THE EFFECT OF THE FUNCTION ON THE SPATIAL SOLUTIONS OF THE HOTEL COMPLEX

M. M. Panteleeva

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg

Abstract

Many factors influence the spatial solutions of any object. One of the main ones is the functional saturation of the building and the distribution of these functions relative to each other in volume. This article examines the influence of the “inside-out” design method on the architectural solutions of hotels. When considering such an approach in the process of renovation of historical buildings, it becomes necessary to take into account not only the volume and mutual arrangement of functional blocks, but also their design features. Thus, these factors become decisive when choosing the planning and spatial structure of buildings, as well as affect the architecture of the object as a whole.

The Keywords

functional structure, functionalism, architectural form, spatial solutions of hotels, architecture of hotels, reconstruction, renovation

Date of receipt in edition

19.01.2023

Date of acceptance for printing

20.02.2023

Ссылка для цитирования:

М. М. Пантелеева. Функционализм в проектировании общественных зданий и сооружений. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 192 – 197.



УДК 72.021

doi: 10.55287/22275398_2023_1_198

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ «ЗЕЛЕННЫХ» ЗДАНИЙ

Ван Яцзин*

Н. С. Калинина*/**/**

* Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

** Московский архитектурный институт — МАРХИ (Государственная академия), г. Москва

*** Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва

Аннотация

В статье анализируется применение информационной модели здания в проектировании «зеленых» зданий, а также использование BIM технологии для решения проблем, с которыми сталкиваются «зеленые» здания, в надежде предоставить ценные рекомендации для содействия развитию экологичного строительства.

Ключевые слова

технология BIM, «зеленое» строительство, экологическое строительство, стратегия применения информационной модели здания

Дата поступления в редакцию

10.03.2023

Дата принятия к печати

12.03.2023

Введение

В настоящее время для смягчения энергетического кризиса и экологических проблем, вызванных загрязнением окружающей среды во всем мире, развитие «зеленого» строительства является неотложным. Однако, в процессе реализации концепции «зеленого» строительства в процессе проектирования и на этапах строительного цикла возникают различные технические проблемы, которые затрудняют эффективность концепции «зеленого» строительства. Основываясь на концепции проектирования «зеленых» зданий и BIM технологии, «зеленое» строительство характеризуется максимальным сохранением природных ресурсов, защитой и уменьшением загрязнения окружающей среды, достижением цели гармоничного сосуществования человека и природы, а также устойчивого развития. «Зеленое» строительство стало одним из основных направлений развития строительной отрасли. Однако, традиционных методов проектирования и строительства уже недостаточно для удовлетворения потребностей «зеленых» зданий на этапах как проектирования, так и процесса строительства. Технология BIM изменила ограничения традиционной двухмерной технологии в проектировании и строительстве, создавая трехмерное моделирование инженерных чертежей для визуализации проек-

та и повышения эффективности проектирования «зеленых» зданий, снижения стоимости проектирования и повышения качества строительства.

Анализ концепции BIM

Термин «Информационная модель здания» впервые появился в статье Г. А. ван Недервина и Ф. П. Толмана¹ в 1992 году. BIM (англ. Building Information Model) — представляет собой цифровое изображение геометрической, физической и функциональной информации строительного проекта для обеспечения технического подхода к принятию решений по строительству, эксплуатации и управлению на протяжении всего жизненного цикла здания [1]. Процесс применения BIM для решения проблем называется BIM-технологией, программное обеспечение, поддерживающее BIM-технологии, называется «Программное обеспечение BIM», а информационная модель строительного проекта, созданная с помощью BIM-технологии, называется «BIM-моделью».

Применение технологии BIM в «зеленом» строительстве

При проектировании участка важно не только сохранить характеристики исходного ландшафта с целью защиты от резких изменений топографии, но и защитить экологическую среду исходного участка, чтобы проект и природная среда были гармонично интегрированы. Технология BIM и технология GIS применяются для вертикального моделирования участка, пространства здания и прилегающих дорог, а также для соблюдения принципов проектирования «зеленого» строительства с целью экономии земли и защиты окружающей среды.

Проект культурно-туристического города Эвергранде является хорошей демонстрацией сочетания технологий BIM и GIS (Рис. 1, 2).



Рис. 1. Применение технологии GIS в проекте культурно-туристического города «Эвергранде» в Китае²

¹ Van Nederveen, G. A.; Tolman, F.P. Modelling multiple views on buildings // Automation in Construction. 1 (3): 215–24. — 1992.

² URL: <http://www.chinarevit.com/revit-66085-1-1.html> (дата обращения 12.02.2023)



Рис. 2. Применение технологии REVIT в проекте культурно-туристического города «Эвергранде» в Китае³

Моделирование формы здания

С непрерывным ростом социально-экономического развития и повышением эстетического уровня населения, требования людей к архитектуре здания не ограничиваются простой геометрией и удовлетворением утилитарным потребностей. Архитектура современного здания может показать местные культурные особенности и стать своего рода географическим символом. Однако, для таких зданий должна учитываться не только внутренняя структура, практичность и эстетика фасадов, но и объемно-пространственное решение, которое удовлетворяет требованиям энергоэффективности здания. Этого можно достичь благодаря концептуальному моделированию с помощью параметрического и визуального проектирования с использованием технологии BIM. В качестве примера можно рассмотреть центр художественной гимнастики в Лужниках, который использует технологию BIM для проектирования сложных изогнутых крыш с помощью различных программ проектирования (Рис. 3, 4). Параметрическое проектирование — это эффективное моделирование формы здания с помощью информации о параметрах здания, например, путем ввода данных о стенах для быстрого получения 3D-модели. Программное обеспечение BIM, такое как revit, при изменении определенных переменных параметров модели, может автоматически поддерживать все остальные неизменные параметры для обеспечения координации информации, тем самым значительно повышая эффективность проектирования [2]. Визуальный дизайн означает, что можно менять угол наблюдения по своему усмотрению, переключаться между двухмерным или трехмерным видом, точка наблюдения может быть как в помещении, так и на улице, можно видеть общий вид здания, а также изменять отдельные детали.

³ URL: <http://www.chinarevit.com/revit-66085-1-1.html> (дата обращения 12.02.2023)

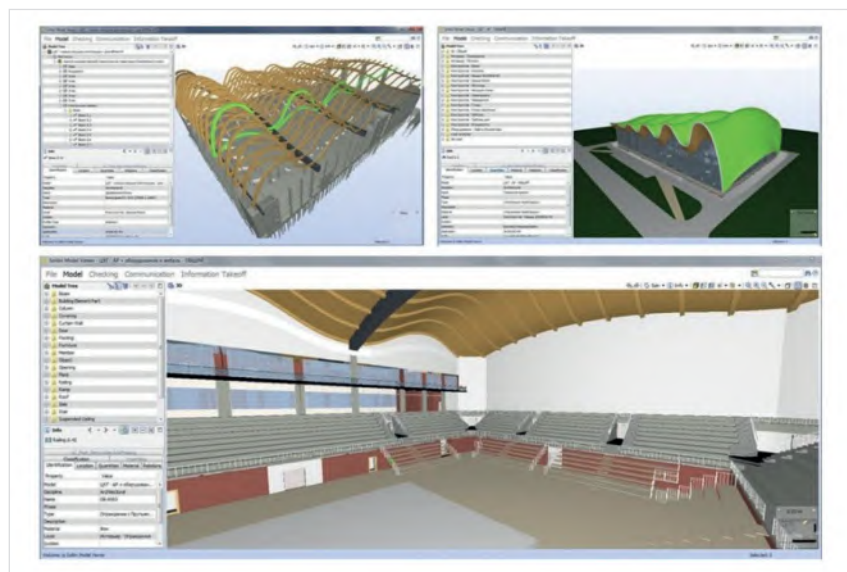


Рис. 3. Проектирование центра художественной гимнастики в Лужниках в программе ARCHICAD⁴

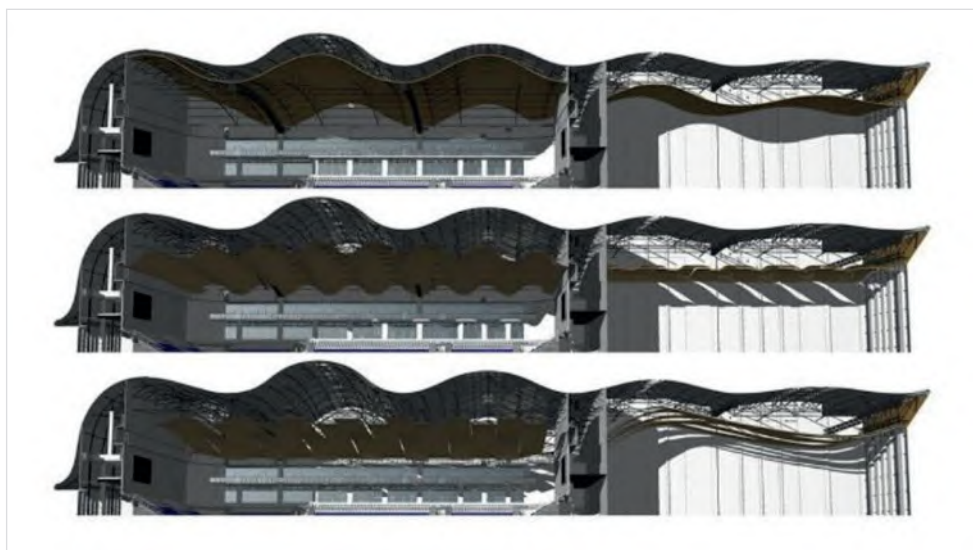


Рис. 4. Вариативность проектирования в ARCHICAD⁵

Анализ ориентации здания по сторонам света

Ориентация здания по сторонам света оказывает большое влияние на его энергоэффективность. Исследования показали, что здания с ориентацией восток-запад потребляют в среднем на 5% больше энергии, чем здания с ориентацией север-юг [3]. Солнечный свет, вентиляция и тепловое излучение, как основные климатические факторы, влияющие на ориентацию здания, могут быть проанализированы с помощью технологии BIM для моделирования солнечного света, естественной вентиляции и другого метеорологического анализа объекта, превращая двумерную цифровую информацию метеорологиче-

⁴ URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19828(дата обращения 12.02.2023)

⁵ URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19828(дата обращения 12.02.2023)

ских данных в изображения более точные, чтобы помочь архитекторам проанализировать климатическую ситуацию объекта и определить ориентацию здания с целью энергосбережения. Например, в проекте жилого комплекса “Wanda” в Китае модель была проанализирована с использованием технологии BIM-моделирования и аналитического программного обеспечения Ecotect, чтобы получить распределение коэффициентов естественного освещения для основных функциональных помещений на стандартном этаже, заложив основу для проектирования «зеленого» здания (Рис. 5, 6) [4]. Кроме того, архитекторы могут в полной мере учитывать использование солнечной энергии на основе климатических условий участка и анализа солнечного света, чтобы достичь наилучших результатов энергосбережения.

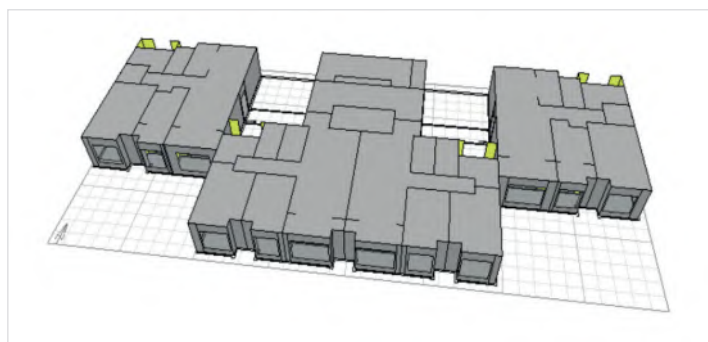


Рис. 5. Моделирование базового этажа жилого проекта “Wanda” в Китае в программе REVIT⁶

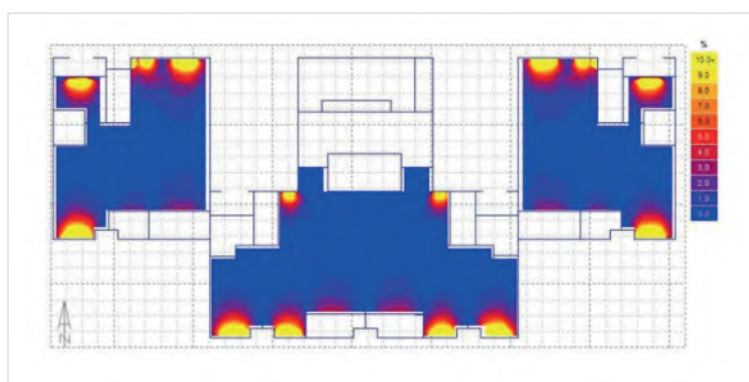


Рис. 6. Распределение коэффициентов естественного освещения для основных функциональных помещений в программе Ecotect⁷

Анализ расстояния между зданиями

Естественная вентиляция зданий является традиционной и недорогой технической мерой, которая может заменить системы кондиционирования воздуха и холодильные установки, чтобы сэкономить энергию и снизить выбросы диоксида азота и защитить окружающую среду. Вообще говоря, чем больше расстояние между зданиями и угол направления ветра (в пределах 0° – 60°), тем эффективнее вентиляция комплекса зданий [5]. Используя программное обеспечение BIM, такое как Phoenics, моделирование наружного и внутреннего ветра анализируется и комбинируется со специализирован-

⁶ URL: <https://postimg.cc/K3P5FVtC>(дата обращения 12.02.2023)

⁷ URL: <https://postimg.cc/R3v1QX5T>(дата обращения 12.02.2023)

ным программным обеспечением для обработки изображений, чтобы визуально получить моделирование скорости наружного ветра для любой высоты в любой сезон, обеспечивая теоретическую основу для расчета расстояния между объектами или для последующей доработки здания. Проект жилого комплекса “Wanda” в Китае служит хорошей демонстрацией этого процесса (Рис. 7, 8).

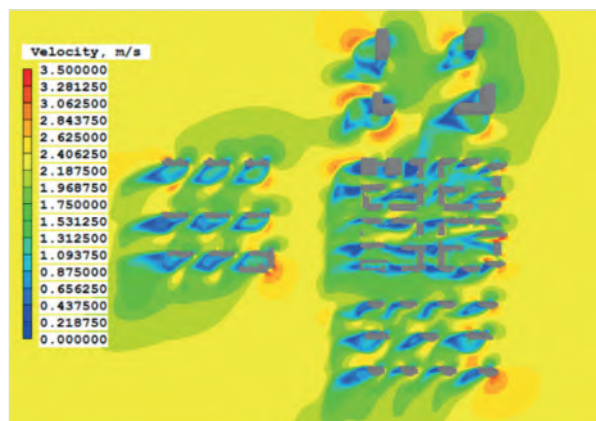


Рис. 7. Использование программы Phoenics на определение скорости ветра зимой в жилом проекте “Wanda” в Китае⁸

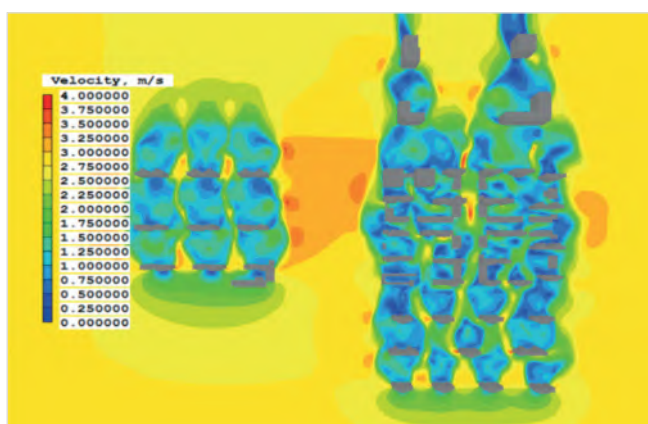


Рис. 8. Использование программы Phoenics на определение скорости ветра летом в жилом проекте “Wanda” в Китае⁹

Моделирование шума и энергопотребления на объекте

«Зеленое» строительство — это не только экономия ресурсов и защита окружающей среды, но и обеспечение здоровой и комфортной среды обитания людей. Однако шумовое загрязнение может нанести большой вред человеческому организму, например, длительное пребывание в условиях повышенного шума без принятия эффективных мер защиты может привести к глухоте, а в серьезных случаях может также оказать неблагоприятное воздействие на нервную, сердечно-сосудистую, пищеварительную систему и репродуктивную функцию человека, или даже поставить под угрозу его жизнь [6]. По этой причине стандарты шума четко определены в критериях оценки «зеленого» строи-

⁸ URL: <https://postimg.cc/DmqbJTHb>(дата обращения 12.02.2023)

⁹ URL: <https://postimg.cc/DmqbJTHb>(дата обращения 12.02.2023)

тельства в каждой стране. Например, в России методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации предусматривают обеспечение максимального уровня проникающего шума в квартирах до 47 дБА днем и 42 дБА ночью [7]. В Китае стандарты оценки «зеленого» строительства предусматривают, что допустимый уровень шума в спальнях не должен превышать 45дБА днем и 37дБА ночью [8]. Cadna/A (Computer Aided Noise Abatement) — это программный пакет для расчета, отображения, оценки и прогнозирования воздействия шума. В проекте жилого комплекса “Wanda” в Китае программа Cadna/A использовалась для анализа звуковой среды модели проекта и получения цветной 3D карты распределения шума, позволяющей архитектору визуализировать распределение шума в здании и видеть конкретные значения (Рис. 9, 10, 11, 12).

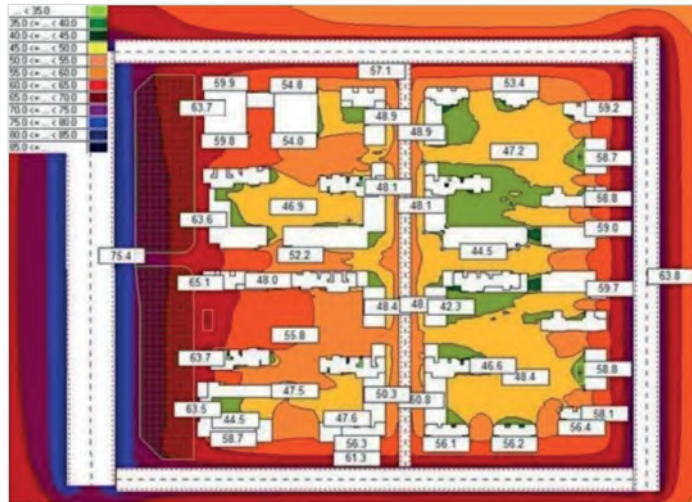


Рис. 9. Карта распределения наружного шума в проекте “Wanda” в Китае в дневное время с использованием программы Cadna/A¹⁰



Рис. 10. Карта распределения наружного шума в проекте “Wanda” в Китае в ночное время с использованием программы Cadna/A¹¹

¹⁰ URL: <https://postimg.cc/XXKWgbG6>(дата обращения 12.02.2023)

¹¹ URL: <https://postimg.cc/XXKWgbG6>(дата обращения 12.02.2023)

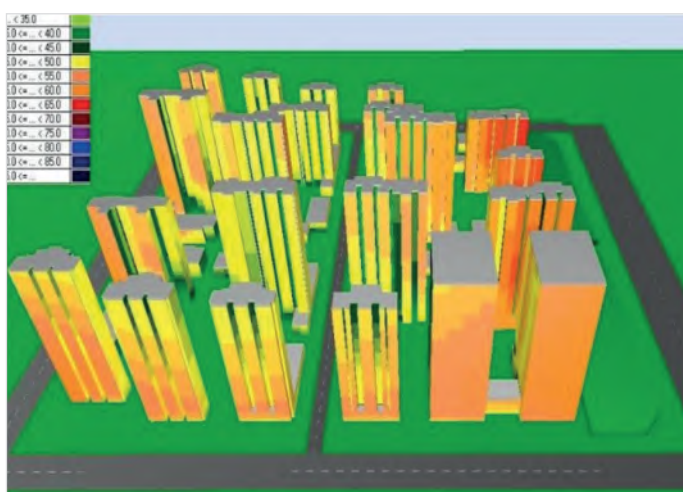


Рис. 11. Распределение шума в северной возвышенности проекта “Wanda” днем с использованием программы Cadna/A¹²

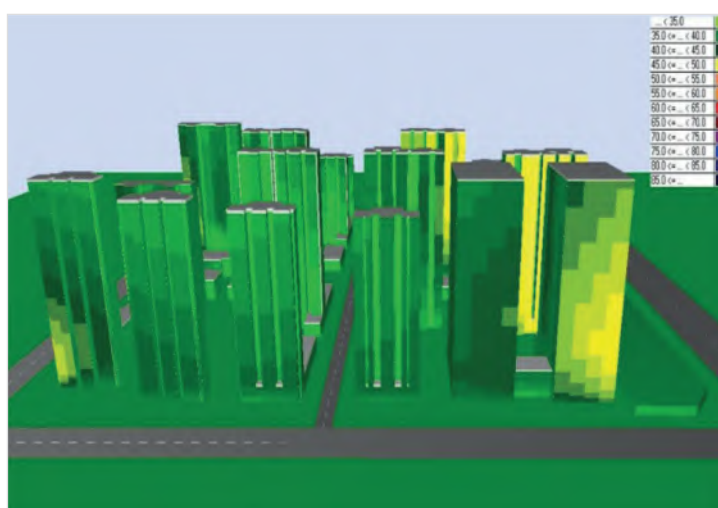


Рис. 12. Распределение шума в северной возвышенности проекта “Wanda” ночью с использованием программы Cadna/A¹³

Выводы

После вышесказанного можно сделать заключение о том, что применение BIM технологии в «зеленом» строительстве имеет много преимуществ: она может охватить весь цикл «зеленого» строительства от предварительного проектирования до процесса реализации, на каждом этапе может предоставить соответствующие данные модели информации, чтобы обеспечить реализацию всего проекта «зеленого» строительства и его успешную эксплуатацию.

BIM технология позволяет проектировщикам получить доступ ко всей информации и анализу данных по всему строительному проекту, что значительно повышает точность проектирования.

¹² URL: <https://postimg.cc/V5MtBDcb>(дата обращения 12.02.2023)

¹³ URL: <https://postimg.cc/V5MtBDcb>(дата обращения 12.02.2023)

Внедрение BIM-моделей также позволяет своевременно пересматривать, корректировать и оптимизировать проект, избегая потерь труда, вызванных частыми пересмотрами, и снижая затраты на проектирование и строительство. Эти преимущества заставляют проектировщиков уделять все больше внимания развитию BIM технологии и ее применение в архитектуре становится все более распространенным. Но существуют еще проблемы с BIM технологией: от проектировщиков требуется владение всеми видами программного обеспечения BIM и высокий уровень профессионализма. Во многих странах, где BIM технология появилась относительно поздно, например, в Китае, нет единых стандартов и правил для BIM проектирования, поэтому трудно добиться единого надзора и управления.

Эколого-ориентированное строительство, как основное направление строительной отрасли в будущем, и BIM технология, как основной метод для достижения «зеленого» строительства, могут эффективно применяться для обеспечения успешного выполнения целей проектирования «зеленого» здания и способствовать развитию строительной отрасли, а архитекторам необходимо сосредоточиться на освоении новых передовых технологий проектирования.

Библиографический список

1. *Шеина, С. Г.* Исследование этапов развития BIM-технологий в мировой практике и России / *К. С. Петров, А. А. Федоров* // Строительство и техногенная безопасность. — 2019. — № 14 (66). — С. 7–14.
2. *Ян Юаньфэн.* Интегрированное применение программ BIM в архитектурном проектировании / *Мо Инмэй* // Архитектура Наньфан. — 2014. — С. 26–33.
3. Сайт народного правительства провинции Шаньдун [Электронный ресурс]: Обзор энергоэффективности зданий, 2023. — Режим доступа: http://www.shandong.gov.cn/art/2009/4/16/art_100623_24468.html, свободный. — Загл. с экрана.
4. Аньхойский научно-исследовательский и проектный институт архитектурной науки [Электронный ресурс] Схема проектирования жилого зеленого здания “Wanda” в Хэфэй // Ведомости. — 2015. — Режим доступа: https://wenku.baidu.com/view/c81aa443551252d380eb6294dd88d0d232d43c4d.html?_wkts_=1676541563815
5. *Лян Бо.* Исследование применения энергетического анализа здания на основе BIM на ранней стадии проектирования. дис. маг: 08.51.00 / *Цанг Юктунг*; Чунцин. гос. ун-т Чунцинский, 2014.
6. Шумовые угрозы [Электронный ресурс] / Энциклопедия. — Режим доступа: <https://baike.so.com/doc/9991341-10339097.html>.
7. ГОСТ Р 70346-2022 «Зеленые» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зеленые». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации. Национальный стандарт российской федерации.
8. Стандарт оценки «зеленого» строительства GB/T 50378-2019[1]. Официальный сайт. — Режим доступа: <https://www.soujianzhu.cn/NormAndRules/NormContent.aspx?id=397>. (дата обращения: 17.02.2023).

THE APPLICATION OF BIM TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF GREEN BUILDINGS

Wang Yajing*

N. S. Kalinina */**/**

* Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

** Moscow Institute of Architecture — MARKHI (State Academy), Moscow

*** State University of Land Use Planning (SULUP), Moscow

Abstract

Based on the concept of green building design and BIM technology, this paper analyzes the application of building information models in green building design, and the use of BIM technology to solve the problems faced by green buildings, hoping to provide valuable recommendations to promote green building development.

The Keywords

BIM technology, green building, ecological building, building information model application strategy

Date of receipt in edition

10.03.2023

Date of acceptance for printing

12.03.2023

Ссылка для цитирования:

Ван Яцзин, Н. С. Калинина. Применение BIM технологии в проектировании «зеленых» зданий. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 198–207.



УДК 725.9

doi: 10.55287/22275398_2023_1_208

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ И РАЗВИТИЕ НАУКОГРАДОВ СО ВРЕМЕН СССР ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

С. Х. Алам Эль Дин*

Н. С. Калинина*/**/**

* Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

** Московский архитектурный институт — МАРХИ (Государственная академия), г. Москва

*** Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва

Аннотация

В статье рассмотрена история создания научно-исследовательских центров в России, выделены этапы становления и особенности проектирования, исследованы особенности и определены тенденции развития научно-исследовательских комплексов в годы существования СССР и по настоящее время, проведен анализ и выявлены схожие черты.

Ключевые слова

наукоград, инновационный кластер, технопарк, научно-исследовательский институт

Дата поступления в редакцию

10.03.2023

Дата принятия к печати

12.03.2023

Необходимость создания архитектурных объектов инновационных кластеров возникла вследствие стремительного развития наукоемких отраслей, что заставило задуматься органы власти о расширении научной базы в Российской Федерации. Подтверждение вышеизложенного можно проследить в Указе Президента РФ от 12 августа 2022 г. № 546 «О государственных научных центрах Российской Федерации» и других источниках.

По всей стране развиваются новые федеральные университеты и исследовательские институты, которые впоследствии станут основным каркасом в структуре инновационного развития страны. Параллельно с ними основываются сети технопарков, промышленных и особо экономических зон (например: «Сколково», «Титановая долина», «Иннополис» и др.), тесно связанных с крупными университетами. Для того чтобы создать современный научно — исследовательский центр нужно понимать, потребности общества, страны, современные технологические, функциональные особенности современного мира, архитектурно — пространственные, функциональные, территориально-планировочные особенности, а для этого следует изучить существующий опыт.

Становление инновационных кластеров в России можно рассматривать с начала развития наукоградов в СССР в конце 1930-х годов и особенно после Великой Отечественной войны. Наукоград—

это город или район крупного города, в котором имеется высокий научно-технический потенциал, а также в нем расположен научно-производственный комплекс. Также наукограды называют технополисами. Основным фактором их создания в СССР стала потребность в новых научных идеях и их применении в хозяйстве страны, особенно в оборонной промышленности. С момента появления наукограды находились на полном государственном обеспечении и некоторые особо важные были засекречены. [1]

Выделение научных городков в особую группу территориальных образований связано с рядом особенностей градостроительных единиц данного типа при решении социально-экономических проблем, таких как развитие и адаптация к переходной экономике, отсутствие научных кадров и научных центров, которые могли бы пополнять ученых страны.

Президент Союза развития наукоградов России А. В. Долголаптев выделяет три типа наукоградов: монопрофильные, моноориентированные и комплексные¹.

Создание наукоградов в СССР можно разделить на 3 периода.

Первый период — конец 1930 – начало 1940 годов

В эти годы формировались научные центры вблизи столицы. Они специализировались на новых разработках в науке для авиационной промышленности. Главным таким городом стал Жуковский, который был создан как крупный испытательный полигон. На месте нынешнего города до 1914 года Николай фон Мекк планировал спроектировать город-сад, при нем начала закладываться планировка главных улиц, которые позже взяли за основу для градостроительной концепции своего соцгорода знаменитые братья Веснины. Согласно их проекту, соцгород представлял собой устройство зданий с перспективами арок, широкими прямыми улицами и бульваром. Однако из-за войны проект не был осуществлен до конца, после город был достроен в стиле неоклассики (Рис. 1) [2].



Рис. 1. Проект Соцгорода ЦАГИ, мастерская Виктора Веснина, 1933 – 1935. Фотокопия из собрания Жуковского городского музея²

¹ Монопрофильные — инфраструктура города и рабочая занятость населения обслуживает один градообразующий научно-исследовательский центр (Оболенск, Протвино); моноориентированные — имеют несколько градообразующих предприятий одной сферы научной деятельности (Жуковский, Черноголовка); комплексные — имеют научно-исследовательские, конструкторские и научно-производственные центры (Дзержинск, Климовск)

² URL: <https://dzen.ru/a/XfjoMQpFGACxFx6A>

Второй период — вторая половина 1940 — начало 1960 гг.

Главные направления данного периода — ракетно-космическая и атомные программы. В отличие от предшествующего периода часть городов формировались вдали от столичного региона и были закрытыми. Самым масштабным по территориальному размаху был Атомный проект. Создавались атомграды (одни из основных видов городов науки, созданных в различных районах РСФСР и частично на территориях союзных республик в связи с разработкой в середине 20 века Атомного проекта. В совокупности атомные города представляли единый комплекс, где каждый имел свою специализацию и дополнял другой. Самыми важными городами являются Саров и Снежинск, там помимо наукоемкого производства, связанного с ядерными технологиями, находятся одни из крупных центров в области ядерной физики. Ярким примером данного периода является город **Пушино**. Решение о создании данного города было принято в 1956 году Академией Наук СССР, для научных работ в области биофизики, математических проблем биологии, а также биоорганической химии. Расположенные рядом здания разных отраслей должны были взаимодействовать друг с другом, а также должно было произойти сближение исследовательских центров с производственными учреждениями. Исходя из данных потребностей в Пушино кроме Научно-исследовательских институтов (НИИ) расположились конструкторское бюро и приборостроительный цех.

Стоит заметить, что в СССР в послевоенные годы наука, как сфера деятельности развивалась быстрыми темпами, в отличие от других областей. В связи с этим первоначальный генплан города, по которому уже началось строительство, было решено переработать и расширить (**Рис. 2**) [3].

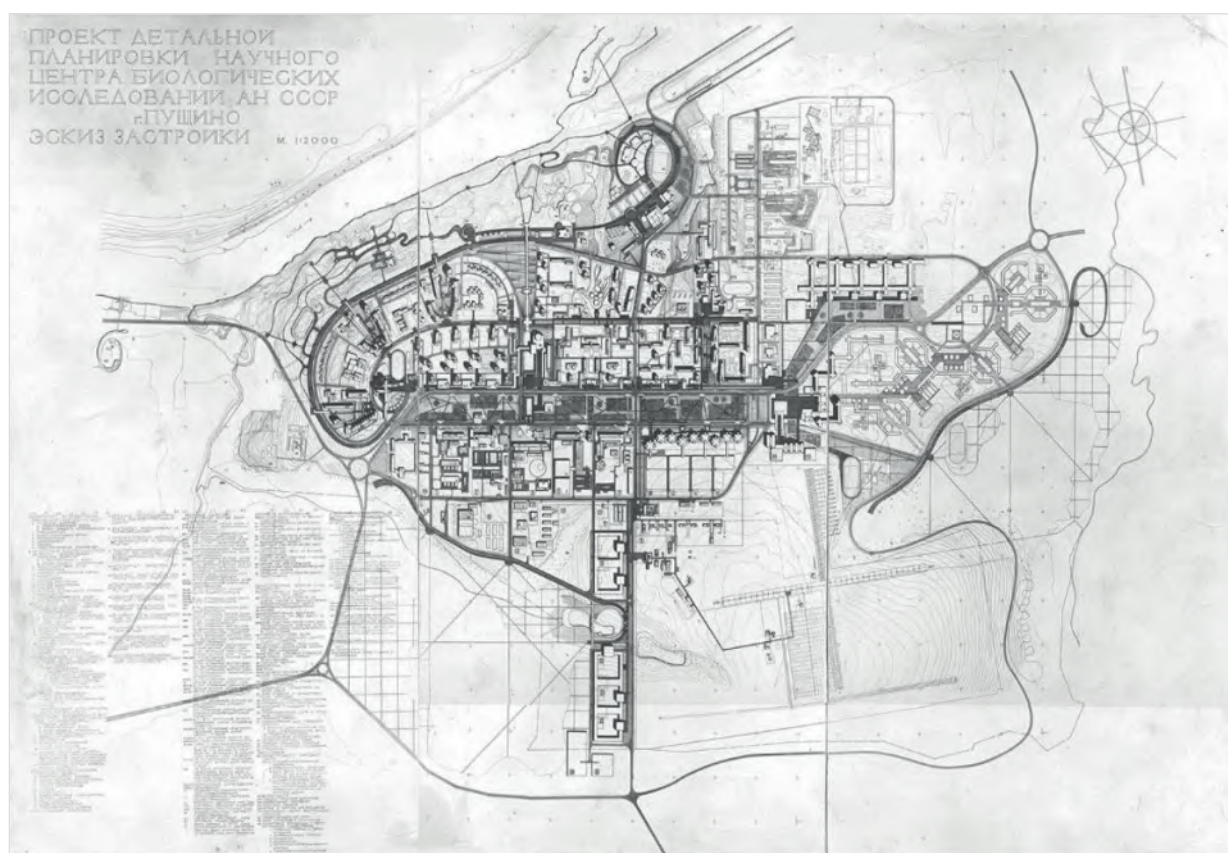


Рис. 2. Генплан Пушино, Ю. Платонов, С. Бурицкий, Е. Архипов, В. Воронежский, 1976 год³

³ URL: https://tatlin.ru/articles/vysokaya_kultura_proektirovaniya

Функциональные зоны Пущино вытянуты вдоль берега Оки и параллельны друг другу (Рис. 2). Планировка Пущино имеет деление на зоны-полосы, с севера на юг они расположены в следующем порядке: прибрежная зона отдыха; жилая зона с включенными в ее структуру общественными объектами; зеленая зона-бульвар, создающий защитный барьер между жилой зоной и зоной НИИ; зона НИИ, где размещены лабораторные, производственные корпуса, общественные блоки, питомники, оранжереи; хозяйственная зона, обслуживающая нужды НИИ и всего города (Рис. 3).



Рис. 3. Схема зонирования Пущино, положенная в основу генплана 1976 года⁴

В статье Полины Литвиненко⁵ говорится, что «зона НИИ Пущино — первый в СССР пример внедрения метода модульной системы проектирования объектов науки. Зонирование участков институтов решено по одной схеме: на Институтскую улицу выходят общественные и конвенционные помещения, а также главный лабораторный корпус, образующие небольшую площадь перед входом» (Рис. 4) [4].



Рис. 4. Филиал института биорганической химии, макет⁶

⁴ Схема сделана автором в геоинформационной системе Qgis

⁵ URL: https://tatlin.ru/articles/vysokaya_kultura_proektirovaniya

⁶ URL: https://tatlin.ru/articles/vysokaya_kultura_proektirovaniya

Третий заключительный период — 1960–1980 гг.

Он связан с появлением новых научных направлений и усилением имеющихся центров. Одним из примеров данного периода является научный городок Сибирского отделения Академии наук СССР. В эти годы в стране менялось представление о том, каким может быть город. Отказ от «излишеств» и переход к индустриальному массовому домостроению сопровождался поиском парадигмы, альтернативной парадному сталинскому градостроительству. Так с середины 60-х годов при планировке городов (жилых микрорайонов и общественных центров) стали учитываться нормативы обслуживания и радиусы доступности, все это было прописано в СНиПах.

В середине 50-х годов возник вопрос о необходимости строительства на востоке страны крупного междисциплинарного научного центра [5, 6].

По словам президента Академии наук М. В. Келдыша⁷, «громадный комбинат науки» должен был интегрировать разные отрасли науки и высшее образование в компактном автономном поселении, находящемся по соседству с крупным промышленным центром. Концепция получила название «Треугольник Лаврентьева». Научный центр строился в отдалении от признанных научных столиц — Москвы и Ленинграда с тем, чтобы оторваться от признанных научных школ и существующих авторитетов, дать возможность готовым бросить столицы и налаженный быт молодым ученым самостоятельно возглавить крупные институты и лаборатории. Для размещения научного центра был выбран Новосибирск. Этот город к тому времени не был ни научным, ни образовательным центром Сибири (Рис. 5) [7]. Академгородок Новосибирска долгое время оставался нетипичным социальным городом.



Рис. 5. Схема территории Академгородка, утвержденная М. А. Лаврентьевым⁸

⁷ URL: <https://alexander-loz.livejournal.com/123023.html>

⁸ URL: <https://alexander-loz.livejournal.com/123023.html>. Фото из электронного архива СО РАН

В июне 1958 года был утвержден проект Новосибирского научного центра, который изначально планировалось создать его как город-спутник Новосибирска. Строить Академгородок было решено в сосновом бору на берегу сформированном в результате возведения Новосибирской ГЭС Обского водохранилища. До 1959 г. проектирование Академгородка вел институт «Новосибпроект» (архитекторы Б. Г. Сигал, О. И. Жигалова, В. Г. Иванов и др.). В 1959 г. был проведен конкурс на проектирование центра Академгородка. Функционально территория Академгородка разделена на три зоны: научную (с примыкающей к ней коммунально-складской), жилую и зону общественного центра. Зонирование максимально сохраняло существующие лесные массивы и открытые озелененные территории (Рис. 6, 7).



Рис. 6. Планировки Академгородка. а) Материалы конкурса на проект центра Академгородка. Арх. Анатолий Воловик, 1958; б) Проект планировки Академгородка, 1960, ГипроНИИ АН СССР⁹

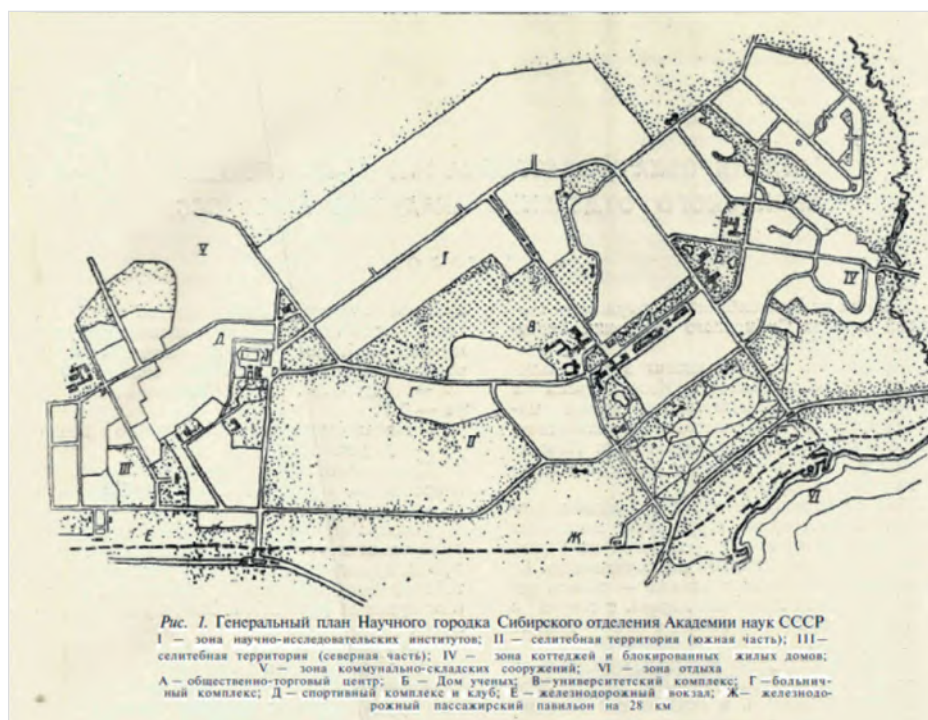


Рис. 7. Генеральный план Научного городка Сибирского отделения Академии наук СССР¹⁰

⁹ URL: <https://alexander-loz.livejournal.com/123023.html> Фото из электронного архива СО РАН

¹⁰ URL: <https://alexander-loz.livejournal.com/123023.html> Фото из электронного архива СО РАН

При СССР наукограды выполняли госзаказы и были более закрытыми от общества, то сейчас наукоград или же технопарк (научно-исследовательский центр) — это место привлечения стартапов, проведения лекций для широкой аудитории. В них также есть офисы, лаборатории, центры коллективного пользования, коммерциализация новых разработок. Так, в 2010 году Дмитрием Медведевым был предложен проект инновационного центра Сколково, расположенного в деревне Сколково, Одинцовского района Московской области.

Сколково — это инновационный кластер, где основная масса деятелей — это резиденты и приглашенные компании. Также в нем есть блок по развитию городской среды, который формулирует приоритеты, создает условия, реализуя собственными силами лишь принципиально важные проекты [8].

Градостроительная концепция основывается на принципах:

- эргономичности;
- доступности;
- полезной площади;
- устойчивости.

Архитекторы при создании мастер-плана Сколково поделили проектируемую территорию на 5 функциональных частей:

1. Кластер биомедицинских технологий (БМТ, с 2016 года включает Агрокластер);
2. Кластер энергоэффективных технологий (ЭЭТ),
3. Кластер информационных и компьютерных технологий (ИТ),
4. Кластер космических технологий и телекоммуникаций (КТиТ),
5. Кластер ядерных технологий (ЯТ). [9]

Основными градообразующими элементами стали Технопарк Сколково и Сколковский институт науки и технологий Сколтех [10].



Рис. 8. 3д вид Сколково ¹¹

¹¹ URL: <https://signygroup.com/skolково>

Также стоит рассмотреть открытый в 2015 году недалеко от Казани город для IT-технологий Иннополис. Разработкой мастер-плана занимался Лиу Тай Кер. Концепция проекта направлена на создание удобной и комфортной среды. Центр Иннополиса — университет, специализирующийся на IT-технологиях (Рис. 9) [11].



Рис. 9. Проект застройки Иннополиса¹²

Еще одним примером формирования кластера, может служить его расположение на базе университета. Рассмотрим Инновационный научно технологический центр МГУ «Воробьевы горы». Главная идея создания ИНТЦ заключается в формировании на новой территории Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова передовой экосистемы в целях осуществления действий, способствующих развитию научно технологической базы России, повышения инвестиций в наукоемкие сферы, привлечение граждан страны к научным проектам.

Проектная концепция предусматривает поддержание одной из главных градостроительных осей города: Кремль – Храм Христа Спасителя – Лужники – МГУ, заложенная Генеральным планом в 1935 года (Рис. 10).



Рис. 10. 3д вид¹³

¹² URL: <https://archi.ru/news/87643/tt-architects-predstavili-masshtabnyi-proekt-zastroiki-kazanskogo-innopolisa>

¹³ URL: <https://genplanmos.ru/project/proekt-razvitija-moskovskogo-gosudarstvennogo-universiteta-i-prilegajuschih-territorij/>

Концепция предполагает сформировать такую территорию, где будет взаимодействовать транспортный и зеленый каркас с уже имеющейся планировочной структурой близлежащих территорий. Зеленый каркас — это система, в которую входят рекреационные зоны, являющиеся пешеходными путями сложившихся территорий МГУ с проектируемыми территориями, а также с Парком им. 50-летия Октября (основной элемент данных связей — бульвар, объединяющий ИНТЦ с прилегающими территориями, ведущий в направлении парка). Создавая транспортную сетку, был предусмотрен дренаж территории улично-дорожной сети, которая отсутствовала. Основным звеном в этой схеме станет проектируемая улица, связывающая пр-т Вернадского с Мичуринским проспектом в створе Раменского бульвара и улицы Крупской. Также в формировании концепции было заложено создание единой архитектурно-пространственной среды с пешеходной доступностью всех объектов (Рис. 11).

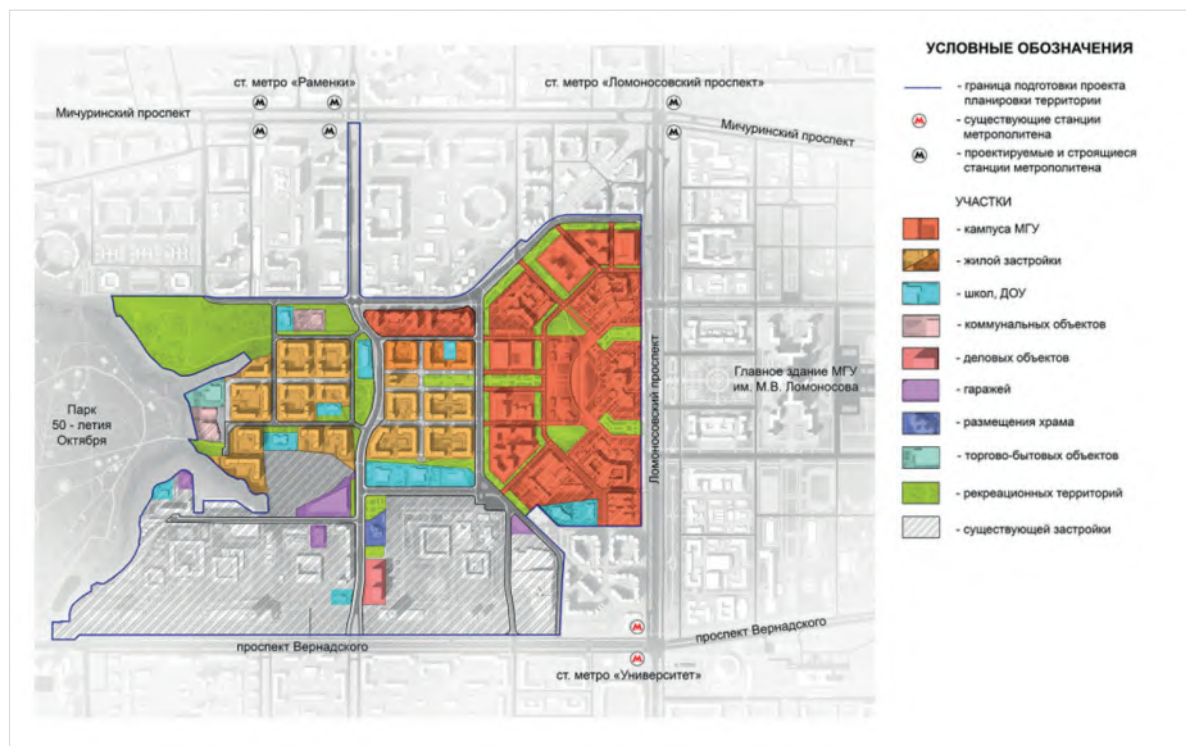


Рис. 11. Схема функционально-планировочной организации территории¹⁴

Из рассмотренных примеров следует, что принципы проектирования научно-исследовательских городов в последние годы значительно отличаются от принципов в СССР. Можно выделить следующие отличия при проектировании наукоградов в годы Советского Союза в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение научно-исследовательских центров

Наукограды при СССР	Современные научные города
Города создавались для решения государственных задач	Инновационный центр-площадка для научных стартапов, привлечения ученых, надежный способ инвестирования в науку.

¹⁴ URL: <https://genplanmos.ru/project/proekt-razvitija-moskovskogo-gosudarstvennogo-universiteta-i-prilegajuschih-territorij/>

Каждый городок имеет определенную функцию, иногда он закрытого типа.	Создаются кластеры, собравшие в себе разнообразные функции.
В состав градообразующего комплекса, как правило, входит научно — исследовательский институт (НИИ), конструкторское бюро (КБ), опытный завод, испытательные полигоны, университет	По функциональному направлению присутствуют: офисные здания, научно-исследовательские центры, апартаменты, административные здания, социальные объекты, сервисные службы, университеты, технопарки
–	Использование возобновляемых источников энергии
–	Возможность поэтапного строительства
Четкое разделение функций в городе (жилая, рекреационная, производственная)	Смешанная застройка

Также присутствуют и сходства в том, что качество городской среды старались сделать на высоком уровне, создается среда в которой будет удобно и комфортно жить, работать и отдыхать [12,13].

Заключение

Наукограды, создаваемые во времена Советского Союза несли определенную функцию и создавались для закрытия потребностей государственных программ того времени. Именно во времена СССР начали зарождаться города будущего или, как сейчас принято называть, инновационные кластеры.

Возможно, если бы не распад СССР и кризис городов после него, сейчас мы имели бы более развитые научные агломерации. Благодаря градостроительным наработкам того времени, сейчас проектировщики и градостроители создают современные и более улучшенные научные образования, в которых также стараются сохранить баланс между научными технологиями и общественной жизнью населения.

Проанализировав данную информацию, можно сделать вывод, что на данный момент проектируются более открытые города, привлекающие людей которым интересна наука, а также создаются университеты, которые обучат и впоследствии предоставят кадры наукоемким производствам. Архитекторы и градостроители стараются проектировать города, которые автоматизированы, в них большая часть процессов заменена робототехникой, что облегчает жизнь человеку. Ведь современный инновационный кластер — это место, где существует баланс между научными разработками и социальной жизнью людей, по сути это входит и в понятие обычного города, только в данном случае главное место занимает наука, которая является ядром комплекса. В сложившихся обстоятельствах для нашей страны развитие научного потенциала очень важно, поэтому в ближайшие несколько лет, строительство инновационных комплексов будет востребовано.

Библиографический список

1. «Рациональный тип зданий НИИ», С. Волков, «Архитектура СССР», 1966 г.
2. «Научные центры Академии наук СССР» Фрезинская, Платонов, Метаньев, Бочаров, 1969 г.

3. «Пушино — город науки, город для человека», «Архитектура СССР», 1984 г., В. Воронежский.
4. Полина Литвиненко. Высокая культура проектирования. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://tatlin.ru/articles/vysokaya_kultura_proektirovaniya
5. Наука в Сибири. Издание Сибирского Отделения Российской Академии Наук. Академгородок: начало.
6. Лаврентьев М., Христианович С. Важное условие развития науки. — Правда. — 1957. — 2 апреля (№ 91).
7. Ложкин А. Академгородок. Судьба утопии. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://alexander-loz.livejournal.com/123023.html>
8. Цит. по: Евладов Б. В., Мокшин С. И. Золотая долина, Академгородок: (Репортаж из Новосибирского научного центра). — М.: Политиздат, 1966.
9. Варламов И. Градостроительная концепция Сколково. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://varlamov.ru/399353.html>
10. Инновационный центр Сколково. Генеральный план. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://archi.ru/projects/russia/7857/innovacionnyi-centr-skolkovo-generalnyi-plan>
11. Кулешова Г., Сергеев К., Фрезинская Н. Российские «Силиконовые долины»: размещение, планировка, архитектура // «Архитектурный вестник», № 1, 2, 2011.
12. Зеленцова Е. Город — Среда для Инноваций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://sk.ru/city/p/city_live.aspx
13. Особенности и принципиальные тенденции формирования научно-производственных зданий инновационного назначения. / Хрусталева Д. А. // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Тезисы докладов международной научно-практической конференции 11 – 15 апреля 2011 г. — Т.1. — М.: Архитектура-С. — 2011. — с. 172.

THE APPLICATION OF BIM TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF GREEN BUILDINGS

S. Kh. Alam El Din *

N. S. Kalinina **/**/**

* Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

** Moscow Institute of Architecture — MARKHI (State Academy), Moscow

*** State University of Land Use Planning (SULUP), Moscow

Abstract

The article examines the history of the creation of research centers in Russia, highlights the stages of formation and design specifics, investigates and identifies

The Keywords

science city, scientific park, technopark, science centers

tendency in the development of research complexes in the years of the USSR and to the present, analyzes and and similar features are revealed.

Date of receipt in edition

10.03.2023

Date of acceptance for printing

12.03.2023

Ссылка для цитирования:

С. Х. Алам Эль Дин, Н. С. Калинина. Особенности архитектуры научно-исследовательских центров и развитие наукоградов со времен СССР по настоящее время. — Системные технологии. — 2023. — № 1 (46). — С. 208 – 219.

АРХИТЕКТУРА

ARCHITECTURE



С. Х. АЛАМ ЭЛЬ ДИН, Н. С. КАЛИНИНА
Особенности архитектуры научно-исследовательских...

Р типография Риасофт

рекламная продукция

постеры, флаера, листовки, буклеты, брошюры

полиграфическая продукция бизнес-сферы

конверты, визитки, фирменные бланки, календари, папки

книжно-журнальная продукция

журналы, книги

сувенирная продукция

календари, приглашения, открытки

**Компания оказывает услуги типографии по всей России
Мы работаем без выходных**

**Наш адрес: Респ. Дагестан, г. Махачкала,
пр. Акушинского, д. 28 "П"**

Тел. 8 962 999-52-51

8(8722)515254

**высокое
качество**



**минимальные
сроки**

