

.....Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
(Спецвыпуск)

Выпуск 4:

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
(Спецвипуск)

Випуск 4:

Зарегистрирован 21.11.2005 г. серия КВ № 10650 Государственным комитетом
информационной политики, телевидения и радиовещания Украины.

Высшей Аттестационной Комиссией Украины включен в перечень научных
диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук
(Постановление Президиума ВАК Украины от 11.10.2000 №1-03/8, перечень №6 -
технические науки).

Симферополь
«Национальная академия природоохранного
и курортного строительства»
2015

УДК 69

Збірник наукових праць

«Будівництво та техногенна безпека»

Збірник включає статті науковців України, у яких висвітлені результати фундаментальних та прикладних наукових досліджень у галузі будівництва та техногенної безпеки.

Для наукових працівників, аспірантів та спеціалістів у галузі будівництва.

Редакційна колегія:

Ажермачов Г.А., канд. техн. наук, Бекіров Е.А., докт. техн. наук, Боровський Б.І., докт. техн. наук, Бугаєвський Г.М. докт. фіз.-мат. наук, Глухов М.Д., докт. техн. наук, Дворецкий О.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Зайцев О.М., докт. техн. наук, Закусілов М.О., канд. екон. наук., Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (відповідальний секретар), Лінченко Ю.П., канд. техн. наук, Любомирський М.В., канд. техн. наук (зам. головного редактора), Морозов О.Д., канд. техн. наук, Нагаєва З.С., докт. архітектури, Ніколенко І.В., докт. техн. наук, Панюков Е.Ф., докт. техн. наук (головний редактор), Плоский В.А., докт. техн. наук, Саломатін В.М., докт. геол.-мін. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мін. наук, Сафонов А.О., докт. арх., Субботкін Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мін. наук., Федоркін С.І., докт. техн. наук, Ячменьова В.М., докт. екон. наук.

Затверджено до друку згідно протоколу засідання вченої ради НАПКБ № 2 від 26.09.2013р.

Адреса редакції: 95006 м. Сімферополь, вул. Павленко, 5, НАПКБ, корпус 2, к 410,
E-Mail: rio@napks.edu.ua.

© Национальна академія
природоохоронного
та курортного будівництва, 2013

Сборник научных трудов

«Строительство и техногенная безопасность»

Сборник включает статьи ученых Украины, в которых освещены результаты фундаментальных и прикладных научных исследований в области строительства и техногенной безопасности.

Для научных работников, аспирантов и специалистов в области строительства.

Редакционная коллегия:

Ажермачев Г.А., канд. техн. наук, Бекиров Э.А., докт. техн. наук, Боровский Б.И., докт. техн. наук, Бугаевский Г.Н. докт. физ.-мат. наук, Глухов Н.Д., докт. техн. наук, Дворецкий А.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Зайцев О.Н., докт. техн. наук, Закусілов Н.А., канд. екон. наук, Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (ответственный секретарь), Лінченко Ю.П., канд. техн. наук, Любомирский Н.В., канд. техн. наук (зам. главного редактора), Морозов А.Д., канд. техн. наук, Нагаева З.С., докт. архитектуры, Ніколенко И.В., докт. техн. наук, Панюков Э.Ф., докт. техн. наук (главный редактор), Плоский В.А., докт. техн. наук, Саломатин В.Н., докт. геол.-мін. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мін. наук, Сафонов А.А., докт. арх., Субботкин Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мін. наук, Федоркин С.И., докт. техн. наук, Ячменева В.М., докт. екон. наук.

Утвержден к печати согласно протокола заседания ученого совета НАПКБ № 2 от 26.09.2013 г.

Адрес редакции: 95006 г. Симферополь, ул. Павленко, 5, НАПКБ, корпус 2, к 410,
E-mail: rio@napks.edu.ua.

© Национальная академия
природоохоронного
и курортного строительства, 2013

- **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ` УКРАИНЫ**
- **НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ПРИРОДООХРАННОГО И КУОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**
- **УКРАИНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО ПРИКЛАДНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

ДОКЛАДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
КРЫМСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**«ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ :
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ , ЭКОЛОГИЯ ,
ДИЗАЙН»**



29082#- 33082 2015 г.
Украина, Крым, г.Симферополь

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

Председатель конференции:

Федоркин С.И., ректор НАПКС, Симферополь

Заместители председателя:

Дворецкий А.Т., НАПКС, Симферополь

Плоский В.А., КНУСА, Киев

Сопредседатели конференции:

Михайленко В.Е., КНУСА, Киев

Подгорный А.Л., КНУСА, Киев

Сазонов К.А., КНУТД, Киев

Научный комитет:

Штахель Х. (Вена, Австрия)

Панченко Н.В. (Симферополь, Украина)

Несторович М. (Белград, Сербия)

Молнар Э. (Будапешт, Венгрия)

Ванин В.В. (Киев, Украина)

Ильичёв В.А. (Москва, Россия)

Ковалёв С.Н. (Киев, Украина)

Ковалёв Ю.Н. (Киев, Украина)

Колчунов В.И. (Белгород, Россия)

Комяк В.М. (Харьков, Украина)

Барыкин Б.Ю. (Симферополь, Украина)

Корчинский В.М. (Днепропетровск, Украина)

Кузнецова И.А. (Киев, Украина)

Куценко Л.Н. (Харьков, Украина)

Пилипака С.Ф. (Киев, Украина)

Пугачёв Е.В. (Ровно, Украина)

Сергейчук О.В. (Киев, Украина)

Скидан И.А. (Донецк, Украина)

Хомченко А.Н.

Шоман О.В. (Харьков, Украина)

Яковлев Н.И. (Киев, Украина)

Технический комитет:

Руководители: **Денисова Т.В.** (Симферополь, Украина)

Бондарь Е.А. (Киев, Украина)

Максименко А.Е. (Симферополь, Украина)

Митрофанова С.А. (Симферополь, Украина)

Воскресенская С.Н. (Симферополь, Украина)

Клевец К.Н. (Симферополь, Украина)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ПОСЕЛЕНИЯ "ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ" И "СВЯЗЬ С ПРИРОДОЙ"

^{*} - *Российская академия архитектуры и строительных наук, Россия*
^{**} - *ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», Россия*
^{***} - *ФГБОУ ВПО "Госунiversитет-УНПК", Россия*

В работе предложена структура показателей, характеризующих функцию города "Связь с природой" (являющейся одной из семи функций матрицы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека В.А. Ильичева [1,2]), и проведена количественная оценка уровня ее реализации по отношению к функции "Жизнеобеспечение" на примере регионов Центрального федерального округа РФ.

Российской академией архитектуры и строительных наук в последние годы развивается междисциплинарное научное направление, связанное с изучением проблем достижения экологического равновесия в биотехносфере и обеспечения благоприятной среды для жизни и развития человека. Проводимые фундаментальные исследования ориентируются на безопасность и комфортность среды жизнедеятельности инженерных, социальных и природно-техногенных систем поселений на основе новой мировоззренческой парадигмы биосферной совместимости, основные постулаты которой изложены в работе [1].

Одним из принципов указанной концепции является разработка и применение тройственных Гуманитарных балансов биотехносферы с целью прогрессивного и гармоничного развития природо-социотехнических систем регионов. Составными частями таких балансов помимо потенциала жизни биосферы является человек и места удовлетворения его потребностей, поэтому интерес представляет анализ связи между уровнями реализации функций поселения "Жизнеобеспечение" ($i=1$) и "Связь с природой" ($i=7^1$), которые являются парными и, соответственно, оказывают влияние друг на друга.

Для количественной оценки функций поселения, удовлетворяющего потребности людей, в работе [3] предложено два интегральных показателя, одним из которых является ξ – показатель уровня реализации функций биосферно-совместимого поселения. В этом же источнике приведена

¹ - порядковые номера функций поселения ($i=1..7$) приняты в соответствии с систематизацией академика В.А. Ильичева [2]

методика его расчета с численной реализацией на примере жилого микрорайона. Развитием указанных исследований стали работы [4,5], в которых для объектов различного назначения были систематизированы рекомендации к порядку определения параметров реализуемости составляющих, входящих в оценку.

Суть расчета параметра ξ [3-5] сводится к определению степени реализации элементов характеристических показателей рассматриваемых функций города путем сравнения их фактической реализуемости $\alpha_{ij,t}$ с выбранными критериальными параметрами $\beta_{ij,t}^{\max}, \beta_{ij,t}^{\min}$, соответствующими максимальной и минимальной степеням реализации:

$$k_{ij,t} = \frac{\alpha_{ij,t} - \beta_{ij,t}^{\min}}{\beta_{ij,t}^{\max} - \beta_{ij,t}^{\min}}, \quad (1)$$

Если каждая i -тая функция города ($i=1..7$) оценивается m -числом составляющих, каждая из которой характеризуется p -числом показателей, то:

$$\xi_i = \sum_{j=1}^{j=m} \frac{\sum_{t=1}^{t=p} k_{ij,t}}{p} / m. \quad (2)$$

Субъективность назначения критериальных значений, присущая методикам [3-5], практически исключается при использовании в качестве исходной информации статистических данных для группы однотипных объектов [6]. Недостатком такого подхода является ограниченность его использования, связанная в некоторых случаях с трудоемкостью получения необходимой статистики. Однако при расчете искомого показателя на уровне регионов и административных центров данная методика позволяет получить вполне обоснованные результаты.

Расчет уровня осуществления функций города начинается с определения системы оценочных показателей, которые уточняются имеющимися статистическими данными и для удобства оценки группируются по смысловому содержанию. Примерная структура укрупненных параметров, отражающих степень реализации анализируемых функций города, представлена в виде иерархической схемы на рисунке 1.

Более подробное описание характеристик функции «Жизнеобеспечение» и количественная оценка степени ее реализации в областях Центрального Федерального округа РФ в 2011 году приведены в работе [6].

Определенную сложность представляет подбор таких показателей для характеристики функции "Связь с природой", поскольку количественная оценка ее реализации практически не подкреплена научными исследованиями. Некоторые работы, посвященные изучению

этого вопроса, лишь косвенно относится к указанной проблематике, либо содержат сугубо философские аспекты.

ФУНКЦИИ ГОРОДА

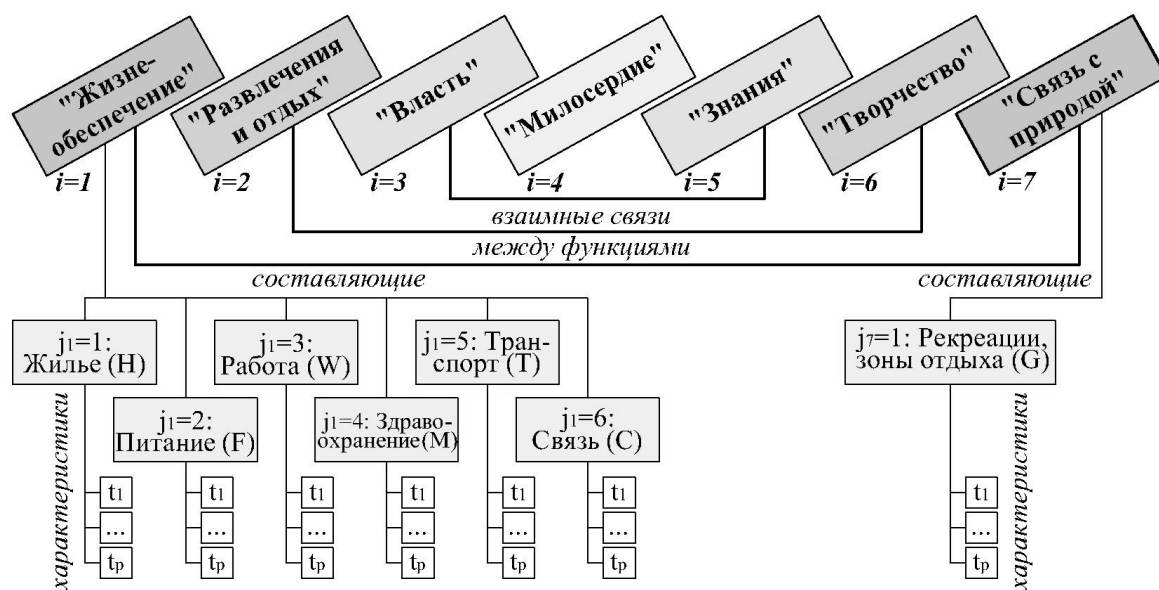


Рисунок 1 – Иерархия, обеспечивающая реализацию функций поселения через систему оценочных показателей, применительно к функциям "Жизнеобеспечение" и "Связь с природой"

Тем не менее, опираясь на работы [1,2], в первом приближении предлагается в качестве характеристик функции "Связь с природой" считать состояние природных ландшафтов, зон рекреаций, биоразнообразия (см. рис. 1). Оценочные показатели для расчета уровня реализации данной функции структурированы в виде таблицы 1.

Таблица 1

Предлагаемый набор показателей, характеризующих функцию поселения "Связь с природой"

Характеристики составляющей $j_7=1$ "Рекреации, зоны отдыха"	
	Удельный вес площади зеленых насаждений в общей площади земель в пределах городской черты (для административных центров областей), % (оценка по площади)
	То же, кв.м. на 1 жителя (оценка по плотности населения)
	Площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, приходящаяся на 1 жителя, га/чел. (оценка по плотности населения)
	Лесистость территории, % (оценка по площади)
	Удельный вес площади закрепленных охотничьих угодий в общей площади региона, %
	Удельный вес исследованных проб воды водоемов II категории (в местах рекреации (отдыха) населения), не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, %
	Удельный вес исследованных проб атмосферного воздуха, превышающих

	Характеристики составляющей $j_7=1$ "Рекреации, зоны отдыха"
	предельно допустимую концентрацию, %

С помощью имеющейся статистической информации определяются значения $\alpha_{ij,t}$ принятых характеристик (см. табл. 1) и определяются критериальные параметры $\beta_{ij,t}^{\max}, \beta_{ij,t}^{\min}$, затем по формуле (2) определяется ξ_7 . Итоговые результаты расчета показателя уровня реализации функции поселения "Связь с природой" ξ_7 для областей ЦФО в 2005-2011 гг. отражены в таблице 2, здесь же приведены значения уровня реализации функции "Жизнеобеспечение" ξ_1 в 2011 г. [6].

Таблица 2

Результаты расчета показателя уровня реализации для областей ЦФО функции "Связь с природой" ξ_7 в 2005-2011 гг. и значения показателя ξ_1 в 2011 г.

/п	Область	ξ_7				ξ_1 [7]
		2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	
	Белгородская	0,47	0,46	0,48	0,40	0,71
	Брянская	0,43	0,44	0,43	0,38	0,65
	Владимирская	0,39	0,35	0,39	0,22	0,59
	Воронежская	0,65	0,66	0,65	0,62	0,76
	Ивановская	0,55	0,56	0,60	0,62	0,53
	Калужская	0,42	0,43	0,40	0,38	0,66
	Костромская	0,72	0,63	0,62	0,68	0,67
	Курская	0,41	0,39	0,45	0,28	0,75
	Липецкая	0,41	0,35	0,42	0,32	0,76
	Московская	0,49	0,47	0,52	0,58	0,78
	Орловская	0,32	0,33	0,37	0,45	0,61
	Рязанская	0,60	0,56	0,43	0,41	0,63
	Смоленская	0,53	0,60	0,59	0,51	0,70
	Тамбовская	0,36	0,38	0,40	0,30	0,68
	Тверская	0,59	0,57	0,58	0,67	0,63
	Тульская	0,31	0,34	0,33	0,46	0,65
	Ярославская	0,45	0,43	0,57	0,63	0,69
	ЦФО	0,48	0,47	0,47	0,46	0,67

Интерес представляет тот факт, что для большинства регионов отмечается скачкообразный характер изменения во времени значений показателя ξ_7 , в то время как в среднем по округу этот показатель достаточно стабилен и составляет 0,48..0,46. В целом, для областей ЦФО наблюдается существенный разброс значений ξ_7 , находящихся в пределах 0,22..0,67 (в 2011 г.). К тому же, уровень реализации функции «Жизнеобеспечение» в среднем по федеральному округу и для

большинства регионов существенно превышает уровень реализации функции «Связь с природой».

Схематическая модель связи уровней реализации парных функций поселения "Жизнеобеспечение" и "Связь с природой" их значения изображены в виде графика в системе координат $[\xi_7; \xi_1]$ (рис. 2). Для количественной оценки результатов расчета показателей рассматриваемых функций проведем прямую, проходящую через координаты $\xi_7 = \xi_1$, условно считая ее за линию так называемого баланса (штриховая линия 1 на рис. 2).

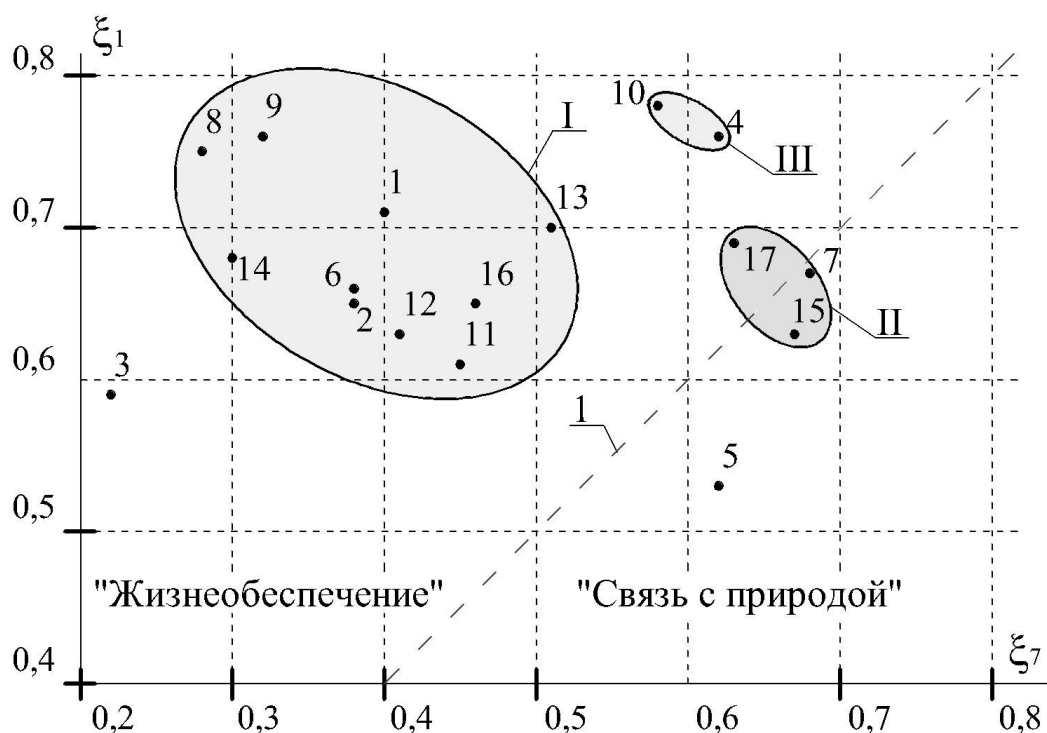


Рисунок 2 – Распределение областей ЦФО РФ в теоретическом пространстве $R^{\xi_7 - \xi_1}$ в 2011 г. (номера точек соответствуют нумерации областей в таблице 2), 1 – условная линия для оценки взаимосвязи анализируемых функций, I-III – номера однородных групп регионов

Взаимное расположение областей в принятой системе координат рисунка 2 позволяет выделить некоторые однородные группы регионов по уровню реализации оцениваемых функций города. Так, можно отметить, что самая многочисленная **группа I** имеет координаты $[\xi_7; \xi_1] = [(0,28..0,51); (0,61..0,76)]$, при этом расположена на относительном отдалении от «условной линии баланса». **Группы II и III** отличаются от первой группы более высоким уровнем реализации функции "Связь с природой", а группа II находится в непосредственной близости к условной линии баланса 1, см. рис. 2. Тем не менее, значения показателей ξ_7, ξ_1 в регионах даже этой группы далеки от максимально возможных (не превышают 70%). Регионы 3 и 5 расположены в системе координат рисунка 2 локально и не принадлежат ни одной из выделенных групп. Так,

для Владимирской области (*точка 3*) характерно минимальное для ЦФО значение ξ_7 , а для Ивановской области (*точка 5*) – значение ξ_1 , при этом показатели уровней осуществления парных функций для этих областей также практически минимальны.

Уместно также отметить, что за некоторым исключением, по мере увеличения в регионах уровня реализации функции «Жизнеобеспечение» наблюдаются снижение уровня реализации функции «Связь с природой» и отдаление от «условной линии баланса». Особенно наглядно эту взаимосвязь можно наблюдать в группах I и III (см. рис. 2).

Таким образом, расчет показателей уровней реализации функций поселения "Жизнеобеспечение" и "Связь с природой", выполненный по методикам [3, 6] через систему предложенных оценочных показателей и на основе статистической информации, в первом приближении позволяет провести анализ связи и численно обосновать взаимовлияние парных функций города на основе новой мировоззренческой парадигмы биосферной совместимости.

Литература

1. Ильичев, В.А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека [Текст]. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – 240 с. ISBN 978-5-397-02154-8.
2. Ильичев, В.А. Может ли город быть биосферосовместимым и развивать человека? [Текст] / В.А. Ильичев // Архитектура и строительство Москвы. – 2009. – №2. – С. 8-13.
3. Некоторые вопросы проектирования поселений с позиции концепции биосферной совместимости [Текст] / Ильичев В.А., Колчунов В.И. [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 1. С. 74-80.
4. Скобелева, Е.А. Методика расчета обобщенных критериев биосферосовместимой безопасной и комфортной образовательной среды [Текст]: Сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции / Е.А. Скобелева, Н.В. Бакаева // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: теория и практика. Казань. – 2012. – Ч. I. – С. 537-546.
5. Бакаева, Н.В. Методика расчета обобщенных критериев оценки состояния территориальной автотранспортной системы на основе концепции биосферной совместимости [Текст] / Н.В. Бакаева, И.В. Шишкина // Academia. Архитектура и строительство. – 2011. – № 4. – С.114-119.
6. Ильичев, В.А. Методика расчета показателя уровня реализации функций биосферосовместимого поселения для удовлетворения рациональных потребностей человека [Текст] / Ильичев В.А., Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Клюева Н.В. // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии.- Курск: ЮЗГУ, 2013. – №2. – С. 40-45.

RESEARCH OF THE INTERRELATION OF INDICATORS LEVEL OF FUNCTION REALIZATIONS "LIFE SUPPORT" AND "CONNECTION WITH THE NATURE"

V. Illichev, V. Kolchunov, E. Skobleva

The paper presents the structure of the indicators of the city function "Connection with the Nature" (one of the seven functions of the transformation matrix of a biosphere compatible and developing human city from Professor Pilychev V. [1,2]), and carried out a quantitative assessment of its implementation with respect to the "Life support" the example of the Central Federal District of Russia.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПОКАЗНИКІВ РІВНІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІЙ ПОСЕЛЕННЯ "ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ" І "ЗВ'ЯЗОК З ПРИРОДОЮ"

В.О. Іллічев, В.І. Колчунов, О.А. Скобелева

У роботі запропоновано структуру показників, що характеризують функцію міста "Зв'язок з природою" (що є однією з семи функцій матриці перетворення міста в біосферосовместимий і розвиваючий людини В.А. Іллічова), і проведена кількісна оцінка рівня її реалізації по відношенню до функції "Життя-забезпечення" на прикладі регіонів Центрального федерального округу РФ.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕНЕНИЯ № 1 ДБН В.2.6-31:2006 «ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ»

* *Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Украина*

** *Научно-исследовательский институт строительных конструкций, Украина*

Постановка проблемы. Общая концепция развития нормативных требований по энергоэффективности начиная с 1993 направлена на системное повышение требований к показателям теплоизоляционной оболочки зданий – сопротивления теплопередаче наружных стен, окон, кровельных и цокольных конструкций. С момента принятия ДБН В.2.6-31 прошло 5 лет. За это время в мире значительно ужесточились требования к энергоэффективности зданий. Для Украины ситуация дополнительно обострилась в связи с резким подорожанием российского газа – основного топлива для обогрева зданий. Это потребовало пересмотра нормативных требований к тепловой изоляции зданий.

С 1 июля 2013 г. введено в действие Изменение № 1 ДБН В.2.6-31:2006 [1]. Основная цель Изменения № 1 – улучшение энергетических показателей зданий и сооружений и внедрение энергоэффективных мероприятий для уменьшения общего потребления энергии, повышение требований к теплотехническим показателям ограждающих конструкций и энергетических характеристиках сооружений в целом, приведение соответствия нормативных требований современным задачам энергоэффективности в строительной отрасли.

Анализ основных исследований. За 5 лет в Украине разработан системный комплекс нормативных документов по обеспечению энергосбережения и повышению энергоэффективности строительных объектов [2], который включает в себя около 30 нормативов различного уровня и направленности (рис. 1). Значительные усилия направлены на гармонизацию национальной нормативной базы с нормами ЕС.

В России проводится аналогичная работа. С 1 июля 2013 г. действует актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [3]. В этом документе нашли отражение разработки ведущих учёных России в области энергоэффективности в строительстве [4].

Основным показателем энергоэффективности зданий во всех европейских странах является удельные энергозатраты, которые относятся к 1 м^2 отапливаемой площади в отопительный период года. Физическая размерность $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. При этом на национальном уровне устанавливаются требования к общим энергозатратам – расходам на отопление, горячее водоснабжение, освещение и кондиционирование, или расходам только на отопление.

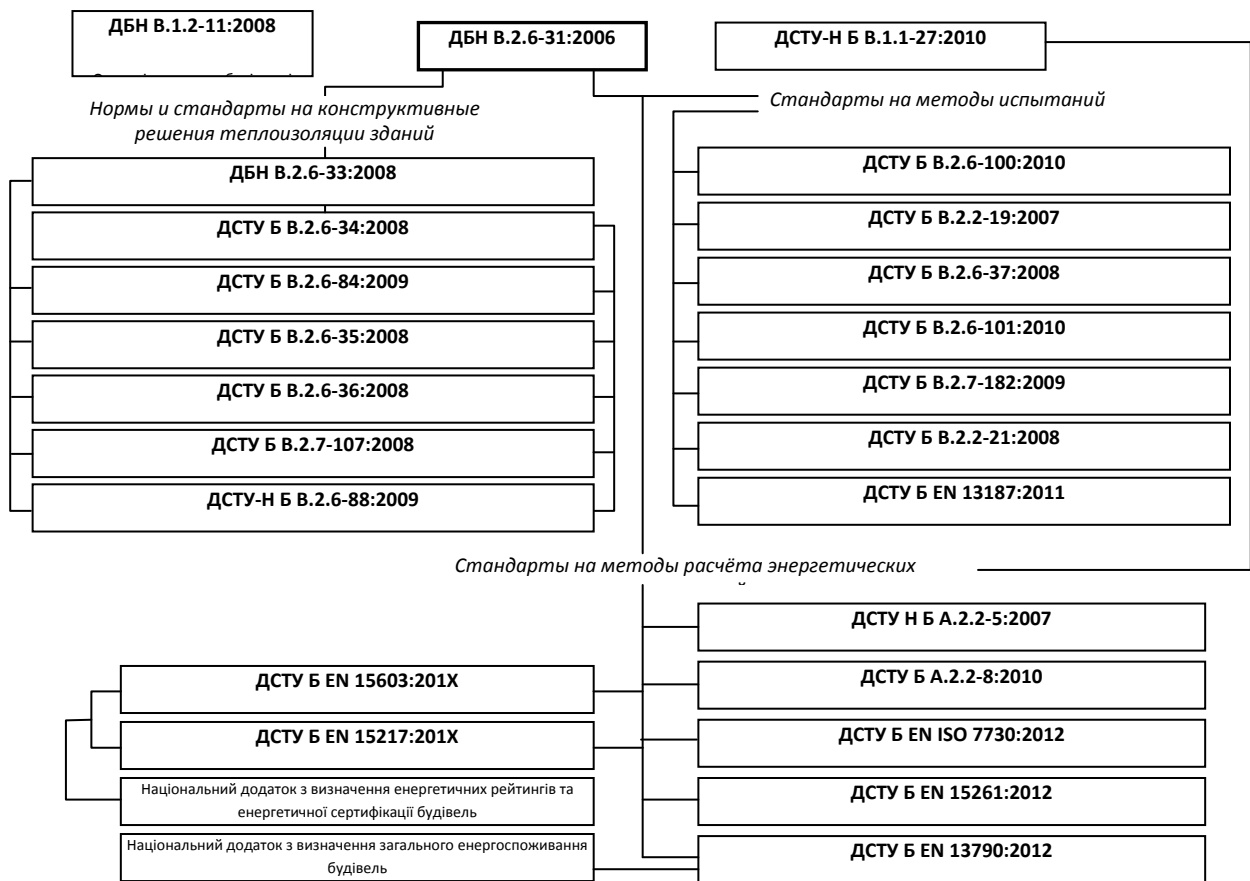


Рис. 1. Структура системного комплекса нормативных документов по энергоэффективности зданий

Постановка задачи. Целью статьи является анализ геометрических задач, возникших в процессе работы над Изменением № 1 ДБН В.2.6-31:2006.

Основная часть. Изменение № 1 предусматривает повышение требований:

– к показателям теплоизоляционной оболочки домов – сопротивлению теплопередаче наружных стен, окон, кровельных и цокольных конструкций.

– к интегральным характеристикам энергоэффективности зданий – удельных теплопотерь, а также принципов регламентации классов энергоэффективности.

Первым вопросом, который необходимо было решить при разработке изменения № 1, был анализ и корректировка районирования территории Украины для энергоэффективного строительства.

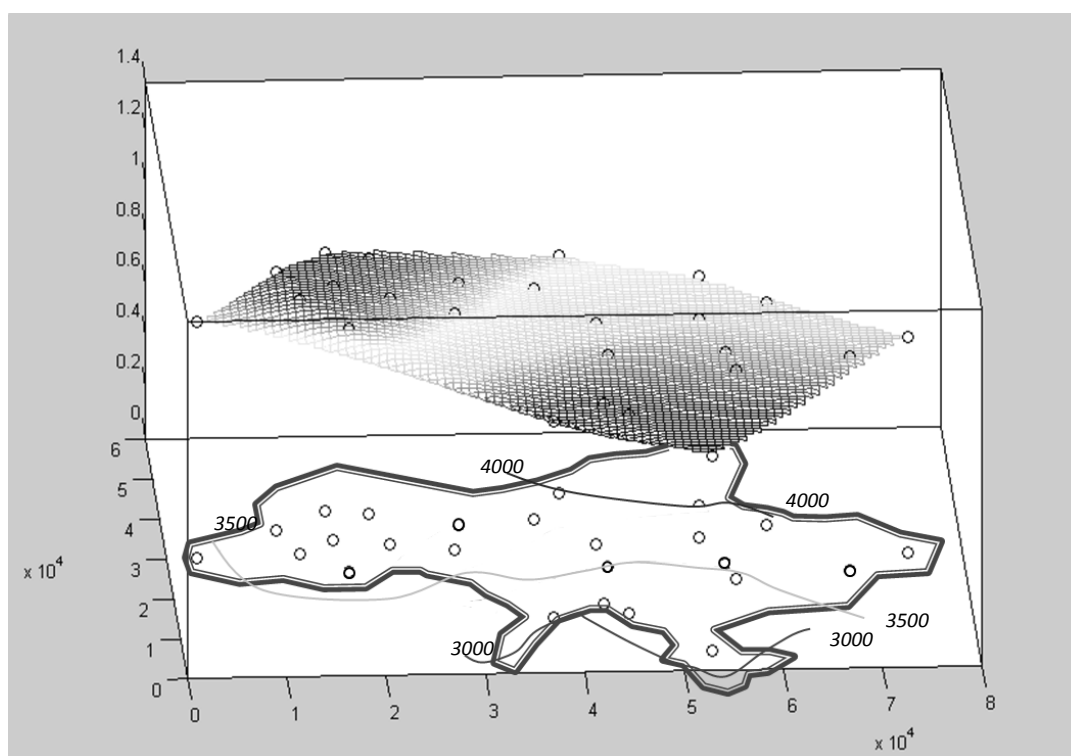
Как известно, ДБН В.2.6-31:2006 делили территорию Украины на 4 температурные зоны. Эти зоны были определены по климатическим данным СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» [5], действующих на момент разработки ДБН. В 2010 г. были разработаны и приняты новые нормы по строительной климатологии – ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Строительная климатология» [6]. В этом документе приведена

карта климатического районирования территории Украины по градусо-суткам отопительного периода, построенная специалистами УкрНИГМИ на основании обработки метеорологических данных за период 1961-2005 гг.

Анализ этой карты показал, что западная часть Крыма (т.е. половина IV зоны по ДБН В.2.6-31:2006) в настоящее время уже имеет условия, характерные для III зоны, а более половины III зоны (Херсонская, Николаевская и северная часть Одесской областей) – характерные для II зоны.

С другой стороны, на IV зону приходится всего 1,8% жилых зданий в Украине. При этом, в Украине необходимо возрождать домостроительные комбинаты по производству современных конструкций сборного домостроения. Для этого желательно уменьшить число типовых конструкций. С точки зрения энергоэффективности это – уменьшение различий в требованиях к сопротивлению теплопередаче.

Для определения новых границ температурных зон над территорией Украины была построена поверхность градусо-суток отопительного периода, полученная по данным ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 для областных центров и получена проекция изолиний 4000, 3500 и 3000 градусо-суток на карту Украины (рис. 2).



В окончательном варианте было принято оставить в Украине только 2 температурные зоны, граница между которыми проходит по границам между административными областями и определена изолинией 3500 градусо-суток отопительного периода (рис. 3).



Рис. 3 Карта-схема температурних зон України

Очень важным вопросом была разработка новых требований к минимально допустимым значениям сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{q \min}$. Когда разрабатывался ДБН В.2.6-31:2006 стоимость российского газа для Украины была меньше \$100 за 1 тыс. м³, сейчас – более \$400. Значительное увеличение нормативных сопротивлений всех ограждающих конструкций для экономики Украины сейчас нереально. Поэтому необходимо было выработать компромиссное, экономически обоснованное решение.

Учитывая, что значительная часть газа идет на отопление зданий, логичным, на первый взгляд, явилось бы значительное увеличение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Однако это привело бы к ощутимому удорожанию этих конструкций и увеличению капитальных затрат на строительство. Экономика Украины сейчас не готова к этому.

Анализ рис. 4 показывает, что незначительное увеличение нормативного сопротивления теплопередаче окна даёт значительное уменьшение теплотерь. В тоже время, существенное увеличение нормативных требований по сопротивлению теплопередаче стен мало повлияет на уменьшение теплотерь зданий.

Несмотря на значительную стоимость повышения теплоизоляционных показателей окон, этот путь экономии энергии является перспективным. В Изменении № 1 существенно повышены минимально допустимые значения сопротивления теплопередаче окон жилых и общественных зданий – с 0,5 до 0,75 м²·К/Вт в I-ой температурной зоне и с 0,45-0,5 до 0,6 м²·К/Вт во II-ой зоне. В тоже время, минимально допустимые сопротивления теплопередаче стен увеличены незначительно – с 2,8 до 3,3 м²·К/Вт в I-ой температурной зоне и с 2-2,5 до 2,8 м²·К/Вт во II-ой зоне.

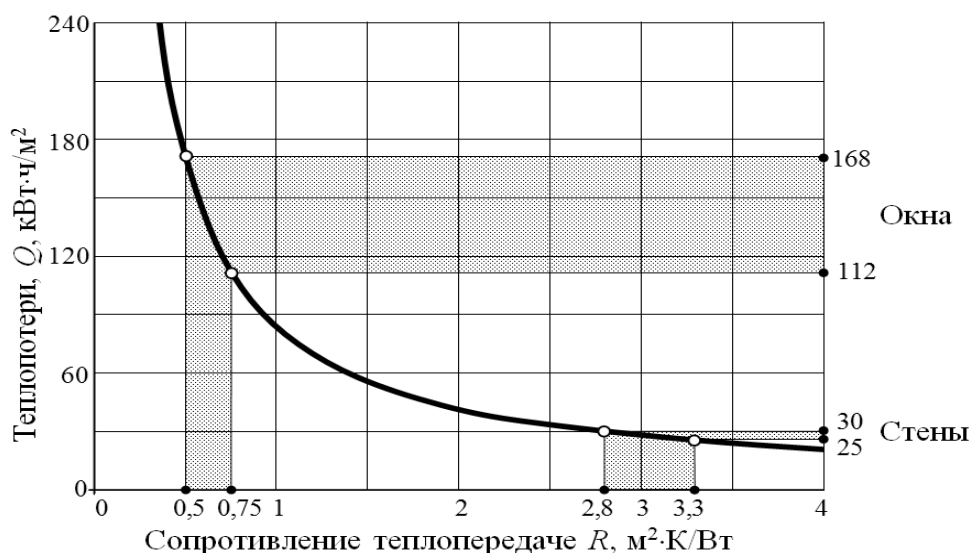


Рис. 4. Анализ эффективности увеличения теплоизоляции различных конструкций

Расчёты показывают [7], что стоимость удорожания окон окупится через 10-12 лет, при расчетном сроке эксплуатации окон – 20 лет. Но за 20 лет на каждом 1 м² окна будет сэкономлено около 150 м³ газа и, при этом, в атмосферу будет выброшено на 300 кг меньше CO₂.

При разработке изменения № 1 была проанализирована целесообразность учёта ориентации фасадов на значения $R_{q \min}$ стен. Расчёты показали, что влияние солнечной радиации на среднесуточную эффективную температуру января возле северного и южного фасадов составляет около 1°C, что даёт возможность изменять $R_{q \min}$ в пределах 5%. В целях унификации ограждающих конструкций было решено этой поправкой пренебречь. Однако солнечная радиация очень существенно влияет на микроклимат помещений в летнее время. Попадая через окна внутрь помещений, она приводит к их перегреву. Поэтому в Изменении № 1 указывается на необходимость проектирования солнцезащиты светопрозрачных конструкций в соответствии с требованиями Изменения № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «Естественное и искусственное освещение» [8].

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Принятое Изменение № 1 ДБН В.2.6-31:2006 является временной мерой, направленной на повышение энергоэффективности проектируемых зданий. Дальнейшие исследования необходимо направить на:

- оптимизацию энергозатрат на климатизацию здания за годовой период эксплуатации, включая расход на отопление, горячее водоснабжение, освещение и кондиционирование;
- увязку требований энергоэффективности с требованиями естественного освещения, инсоляции и шумозащиты здания;
- минимизацию энергозатрат и воздействия на экологию в течении всего жизненного цикла здания – от его проектирования, до утилизации;
- сертификацию энергоэффективности зданий.

Література

1. Зміна № 1 ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель / Мінрегіон України. – К. : Укрархбудінформ, 2013. – 10 с.
2. Барзилович Д. В. Розвиток системи нормативних документів України із забезпечення енергозбереження та енергоефективності будівель / Д. В. Барзилович, Г. Г. Фаренюк // Будівельні конструкції : Міжвідомчий наук.-техн. зб. – вип. 77. – К. : НДІБК, 2013. – С 3-9.
3. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://uristu.com/library/snip/snip_581/
4. Гагарин В. Г. Требования к теплозащите и потреблению энергии на отопление и вентиляцию в российской актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий» / В. Г. Гагарин // Будівельні конструкції : Міжвідомчий наук.-техн. зб. – вип. 77. – К. : НДІБК, 2013. – С 15-21.
5. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1983. – 136 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 122 с.
7. Сергейчук О. В. Оптимизация физико-технических параметров светопрозрачных конструкций в процессе проектирования энергоэффективных зданий / О. В. Сергейчук // Биосферносовместимые города и поселения : Материалы междунар. науч.-практ. конф. (11-13 дек. 2012 г., Брянск). – Брянск, БГИТА, – 2012. – С. 50-56.
8. Зміна № 2 ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення / Мінрегіон України. – К. : Укрархбудінформ, 2012. – 32 с.

ГЕОМЕТРИЧНІ ПИТАННЯ ЗМІНИ № 1 ДБН В.2.6-31: 2006

«ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ»

О.В. Сергейчук, Г.Г. Фаренюк

Обґрунтовуються та аналізуються запропоновані зміни українських будівельних норм з теплової ізоляції будівель з точки зору використання методів прикладної геометрії

GEOMETRIC CHANGE ISSUES № 1 IN THE DBN B.2.6-31: 2006

"THERMAL INSULATION OF BUILDINGS"

O. Sergeychuk, G. Farenyuk

This article justified and analyzed the proposed changes in the Ukrainian building regulations of thermal insulation of buildings from the position of the use methods applied geometry

AIR POLLUTION MODELLING IN THE CASE OF ACCIDENTS WITH TOXIC CHEMICAL SUBSTANCES

Dnepropetrovsk National University of Railway Engineering, Ukraine

A new code to simulate the 3-D process of pollutant dispersion among buildings was developed. This code is based on the numerical integration of the 3-D transport equation and equation of the potential flow. The implicit difference schemes are used for the numerical integration.

Introduction. To predict the damage after toxic gas emissions during the different accidents the special model is used in Ukraine. This model is approved by Ukrainian Government. But the model has a lot of lacks and is widely criticized in scientific circles. The model gives only the information about the square of contaminated area. This model doesn't take into account the possibility of wind velocity or wind direction change. The main lack of this model is that it cannot predict the change of the concentration of the toxic gas in the atmosphere after emission. Now days the implication of the numerical models is of great interest [1,2]. The main purpose was to give the engineers the tool which is more effective than the standard model.

Mathematical model. To simulate the process of pollutant transfer in the atmosphere (toxic chemical substances) the transport equation is used.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} + \sigma C = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i)$$

where u, v, w are the velocity components in x, y and z direction respectively; C is the concentration of toxic substance; σ is the parameter taking into account the process of toxic gas decay; μ_x, μ_y, μ_z are the coefficients of turbulent diffusion in x, y and z direction respectively; x_i, y_i, z_i are the coordinates of point source of emission; $Q_i(t)$ is the intensity of pollutant emission; $\delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \delta(z-z_i)$ is Dirac's delta-function.

In the developed numerical model the following profile of velocity component u and coefficient of diffusion μ_z is used:

$$u = u_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^n, \quad \mu_z = k_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^m,$$

where u_1 is the velocity at height z_1 ; $k_1=0,2$; $n=0,16$; $m \approx 1$.

Also the following formulae were used in the numerical model $\mu_y = 0,11 \cdot u$; $\mu_x = \mu_y$.

The transport equation is used with the following boundary conditions:

✓ inlet boundary: $C|_{inlet} = C_E$, where C_E is the known concentration (very often $C_E = 0$);

✓ outlet boundary: in numerical model the condition $C(i+1, j, k) = C(i, j, k)$ is used (this boundary condition means that we neglect the process of diffusion on this plane);

✓ top boundary and ground surface $\frac{\partial C}{\partial n} = 0$.

Hydrodynamic model. To simulate the 3-D wind flow over buildings the model of potential flow is used. In this case the governing equation is

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

where P is the potential of velocity.

The boundary conditions for Eq. (2) are as following

– at the “solid” boundaries we have : $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$,

where n is a normal to the boundary ;

– at the inlet boundary we have: $\frac{\partial P}{\partial n} = V_n$,

where V_n is the known meaning of the speed;

– at the outlet boundary we have : $P = P_0 + const$.

The components of velocity are calculated as follows

$$u = \frac{\partial P}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial P}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial P}{\partial z}$$

Numerical integration of the equations. To develop the numerical model the following splitting of Eq.1 is carried out:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial u c}{\partial x} + \frac{\partial v c}{\partial y} + \frac{\partial w c}{\partial z} + \sigma c &= 0, \\ \frac{\partial c}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial c}{\partial z} \right), \\ \frac{\partial c}{\partial t} &= \sum Q_i(t) \delta(r - r_i). \end{aligned}$$

The time dependent derivative is approximated as follows:

$$\frac{\partial C}{\partial t} \approx \frac{C_{ij}^{n+1} - C_{ij}^n}{\Delta t}$$

The convective derivatives are written in the following form:

$$\frac{\partial u C}{\partial x} = \frac{\partial u^+ C}{\partial x} + \frac{\partial u^- C}{\partial x}; \quad \frac{\partial v C}{\partial y} = \frac{\partial v^+ C}{\partial y} + \frac{\partial v^- C}{\partial y}; \quad \frac{\partial w C}{\partial z} = \frac{\partial w^+ C}{\partial z} + \frac{\partial w^- C}{\partial z},$$

where $u^+ = \frac{u + |u|}{2}$; $u^- = \frac{u - |u|}{2}$, $v^+ = \frac{v + |v|}{2}$; $v^- = \frac{v - |v|}{2}$, $w^+ = \frac{w + |w|}{2}$; $w^- = \frac{w - |w|}{2}$.

The approximation of the convective derivatives is as following:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u^+ C}{\partial x} &\approx \frac{u_{i+1,j,k}^+ C_{ijk}^{n+1} - u_{ijk}^+ C_{i-1,j,k}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial u^- C}{\partial x} &\approx \frac{u_{i+1,j,k}^- C_{i+1,j,k}^{n+1} - u_{ijk}^- C_{ijk}^{n+1}}{\Delta x} = L_x^- C^{n+1}, \\ \frac{\partial v^+ C}{\partial y} &\approx \frac{v_{i,j+1,k}^+ C_{ijk}^{n+1} - v_{ijk}^+ C_{i,j-1,k}^{n+1}}{\Delta y} = L_y^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial v^- C}{\partial y} &\approx \frac{v_{i,j+1,k}^- C_{i,j+1,k}^{n+1} - v_{ijk}^- C_{ijk}^{n+1}}{\Delta y} = L_y^- C^{n+1}, \\ \frac{\partial w^+ C}{\partial z} &\approx \frac{w_{i,j,k+1}^+ C_{ijk}^{n+1} - w_{ijk}^+ C_{i,j,k-1}^{n+1}}{\Delta z} = L_z^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial w^- C}{\partial z} &\approx \frac{w_{i,j,k+1}^- C_{i,j,k+1}^{n+1} - w_{ijk}^- C_{ijk}^{n+1}}{\Delta z} = L_z^- C^{n+1}.\end{aligned}$$

The second order derivatives are approximated in such way:

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) &\approx \tilde{\mu}_x \frac{C_{i+1,j,k}^{n+1} - C_{ijk}^{n+1}}{\Delta x^2} - \tilde{\mu}_x \frac{C_{i,j,k}^{n+1} - C_{i-1,j,k}^{n+1}}{\Delta x^2} = M_{xx}^- C^{n+1} + M_{xx}^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) &\approx \tilde{\mu}_y \frac{C_{i,j+1,k}^{n+1} - C_{ijk}^{n+1}}{\Delta y^2} - \tilde{\mu}_y \frac{C_{i,j,k}^{n+1} - C_{i,j-1,k}^{n+1}}{\Delta y^2} = M_{yy}^- C^{n+1} + M_{yy}^+ C^{n+1}, \\ \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) &\approx \tilde{\mu}_z \frac{C_{i,j,k+1}^{n+1} - C_{ijk}^{n+1}}{\Delta z^2} - \tilde{\mu}_z \frac{C_{i,j,k}^{n+1} - C_{ij,k-1}^{n+1}}{\Delta z^2} = M_{zz}^- C^{n+1} + M_{zz}^+ C^{n+1}.\end{aligned}$$

After the approximation of the derivatives the solution of the governing equation is split in four steps:

– at the first step $k = \frac{1}{4}$ the difference equation is

$$\frac{C_{ij}^{n+k} - C_{ij}^n}{\Delta t} + \frac{1}{2} \left(L_x^+ C^k + L_y^+ C^k + L_z^+ C^k \right) + \frac{\sigma}{2} C_{ijk}^n = 0;$$

– at the second step $k = n + \frac{1}{2}$; $c = n + \frac{1}{4}$ the difference equation is

$$\frac{C_{ijk}^k - C_{ijk}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2} \left(L_x^- C^k + L_y^- C^k + L_z^- C^k \right) + \frac{\sigma}{2} C_{ij}^k = 0;$$

– at the third step $k = n + \frac{3}{4}$; $c = n + \frac{1}{2}$ the difference equation is

$$\frac{C_{ijk}^k - C_{ijk}^c}{\Delta t} = \frac{1}{2} \left(M_{xx}^- C^c + M_{xx}^+ C^k + M_{yy}^- C^c + M_{yy}^+ C^k + M_{zz}^- C^c + M_{zz}^+ C^k \right)$$

– at the fourth step $k = n + 1$; $c = n + \frac{3}{4}$ the difference equation is

$$\frac{C_{ijk}^k - C_{ijk}^c}{\Delta t} = \frac{1}{2} \left(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c + M_{zz}^- C^k + M_{zz}^+ C^c \right).$$

At the fifth step (at this step the influence of the source of pollutant ejection is taken into account) the following approximation is used:

$$\frac{C_{i,j,k}^{5^{n+1}} - C_{i,j,k}^{5^n}}{\Delta t} = \sum_{l=1}^N \frac{Q_l(t^{5^n})}{\Delta x \Delta y \Delta z} \delta_l.$$

The function δ_l is equal to zero in all the cells except the ones where the source of emission is situated.

The considered difference scheme is implicit and absolutely steady but the unknown concentration C is calculated using the explicit formulae at each step of splitting (so called “method of running calculation”).

To solve Eq. (2) A.A. Samarskii’s change-triangle difference scheme is used. In this case instead of equation (1) the ‘time-dependent’ equation for the potential of velocity is used in the model

$$\frac{\partial P}{\partial \eta} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2}, \quad (2)$$

where η is the ‘fictitious’ time.

For $\eta \rightarrow \infty$ the solution of this equation tends to the solution of Laplas equation (1) .

According to A.A. Samarskii’s change-triangle difference scheme the solution of equation (2) is split in two steps:

-at the first step the difference equation is

$$\frac{P_{i,j,k}^{n+1/2} - P_{i,j,k}^n}{0,5\Delta\eta} = \frac{P_{i+1,j,k}^n - P_{i,j,k}^n}{\Delta x^2} + \frac{-P_{i,j,k}^{n+1/2} + P_{i-1,j,k}^{n+1/2}}{\Delta x^2} + \frac{P_{i,j+1,k}^n - P_{i,j,k}^n}{\Delta y^2} + \frac{-P_{i,j,k}^{n+1/2} + P_{i,j-1,k}^{n+1/2}}{\Delta y^2} + \frac{P_{i,j,k+1}^n - P_{i,j,k}^n}{\Delta z^2} + \frac{-P_{i,j,k}^{n+1/2} + P_{i,j,k-1}^{n+1/2}}{\Delta z^2},$$

- at the second step the difference equation is

$$\frac{P_{i,j,k}^{n+1} - P_{i,j,k}^{n+1/2}}{0,5\Delta\eta} = \frac{P_{i+1,j,k}^{n+1} - P_{i,j,k}^{n+1}}{\Delta x^2} + \frac{-P_{i,j,k}^{n+1/2} + P_{i-1,j,k}^{n+1/2}}{\Delta x^2} + \frac{P_{i,j+1,k}^{n+1} - P_{i,j,k}^{n+1}}{\Delta y^2} + \frac{-P_{i,j,k}^{n+1/2} + P_{i,j-1,k}^{n+1/2}}{\Delta y^2} + \frac{P_{i,j,k+1}^{n+1} - P_{i,j,k}^{n+1}}{\Delta z^2} + \frac{-P_{i,j,k}^{n+1/2} + P_{i,j,k-1}^{n+1/2}}{\Delta z^2}.$$

From these expressions the unknown value P is calculated using the explicit formulae at each step (the “method of running calculation”). The calculation is completed if the condition $|P_{i,j,k}^{n+1} - P_{i,j,k}^n| \leq \varepsilon$ is fulfilled (where ε is a small number, n is the number of iteration). The components of velocity vector are calculated on the sides of computational cell as follows

$$u_{i,j,k} = \frac{P_{i,j,k} - P_{i-1,j,k}}{\Delta x}, \quad v_{i,j,k} = \frac{P_{i,j,k} - P_{i,j-1,k}}{\Delta y}, \quad w_{i,j,k} = \frac{P_{i,j,k} - P_{i,j,k-1}}{\Delta z}.$$

Results. On the base of the numerical model the code ‘*AirPollut*’ was developed. The developed code was used to solve some practical problems. In Fig.1, 2 the results of the numerical simulation of the air pollution near two buildings are shown.

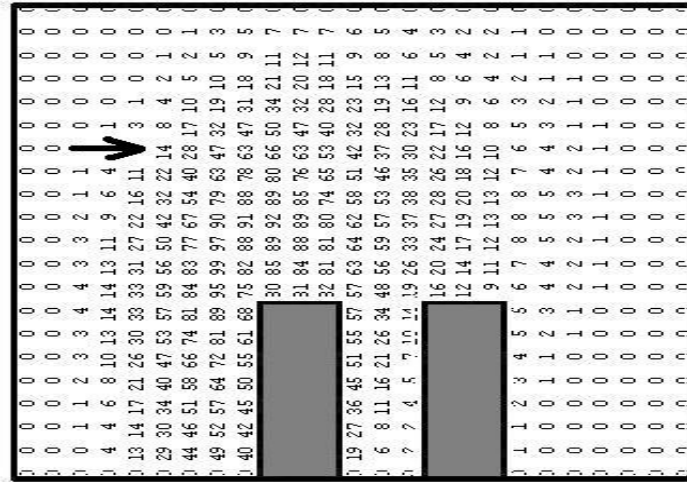


Fig.1 Pattern of toxic gas concentration near two buildings for time $t = 15$ sec after accident

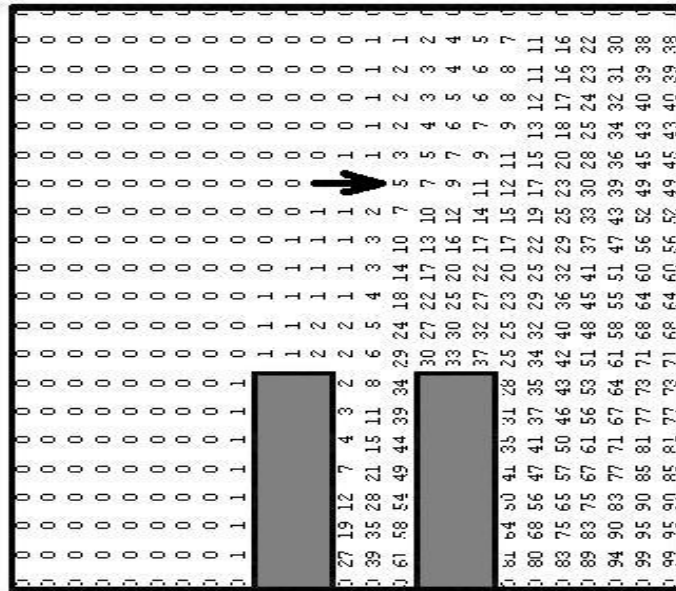


Fig.2 Pattern of the toxic gas concentration near two buildings for time $t = 23$ sec after accident

As it is clear the developed model allows to calculate the toxic gas propagation with account of buildings influence.

Concluding Remarks. Nowadays the work is carried out to develop the numerical model for the application in the case of arbitrary terrain and using Navier – Stokes equations.

References

1. Belayev N.N. , Kazakevitch M. I., Khrutch V. K . Computer simulation of the pollutant dispersion among buildings. // Wind Engineering into 21st Century. Proceedings of the Tenth International Conference on Wind

Engineering . Copenhagen / Denmark / A. A. BALKEMA / ROTTERDAM / BROOKFIELD .-1999. P. 1217-1220.

2. Belayev N.N., Khrutch V.K. An engineering approach to simulate the 3-d wind flows over buildings // Proceedings of the Fourth International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics & Applications . Sept. 11-14 , 2000 , Ruhr-Universitat, Bochum , Germany. Volume of Abstracts. P. 471-475.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ
ПРИ АВАРИЯХ С ТОКСИЧНЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ
ВЕЩЕСТВАМИ**

Н.Н., Биляев, П.В. Хорсев, В.И. Ночвай, Е.Ю. Гунько

Разработан код для моделирования трехмерного процесса переноса загрязнителя в условиях застройки. Он основывается на численном интегрировании трехмерного уравнения переноса примеси и модели потенциального течения. Для численного интегрирования используются неявные разностные схемы.

**МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО
СЕРЕДОВИЩА ПРИ АВАРІЯХ З ТОКСИЧНИМИ ХІМІЧНИМИ
РЕЧОВИНАМИ**

М.М. Біляєв, П.В. Хорсев, В.І. Ночвай, О.Ю. Гунько

Розроблено код для моделювання тривимірного процесу перенесення забруднювача в умовах забудови. Він ґрунтується на чисельному інтегруванні тривимірного рівняння переносу домішок і моделі потенційної течії. Для чисельного інтегрування використовуються неявні різницеві схеми.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЬОГТЕБЕТОНУ

*Мелітопольська школа прикладної геометрії
Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна*

В статті запропоновано геометричну схему моделювання фізико-механічних властивостей дьогтебетону. На її основі отримано розрахунковий алгоритм, який дозволяє визначати оптимальний склад дьогтебетону.

Постановка проблеми. При проектуванні модифікованих дьогтебетонів велике значення має залежність границі міцності при стисненні від температури дьогтебетону. Аналіз цієї залежності дозволяє визначити необхідну кількість модифікаторів, а отже і склад дьогтебетону, від чого залежать його якість і ціна. Зазвичай, експериментальне дослідження дьогтебетону проводиться при температурі 0°C, 20°C і 50°C. Але на практиці дуже часто треба визначати властивості дьогтебетону при використанні його в інших температурних режимах.

Під час досліджень, спільно із аспірантами кафедри «Автомобільні дороги і аеродроми» Донбаської національної академії будівництва і архітектури, автором експериментально було отримано наступні фізико-механічні властивості дьогтебетону (таблиця 1).

Таблиця 1.

Фізико-механічні властивості дьогтебетону

№ п/п	Склад дьогтебетону (тип В) дрібнозернистому бетону	Границя міцності при стисненні, МПа, при		
		0°C	20°C	50°C
1	Дьоготь, $C_{30}^{10} = 195$ с 1,5% ПВХ; МП – доломитовий пил не активований	6,0	2,0	0,6
2	Дьоготь, $C_{30}^{10} = 195$ с 1,5% ПВХ; МП – доломитовий пил активований 0,5% КФ-МТ	8,0	3,3	0,9
3	Дьоготь, $C_{30}^{10} = 195$ с 1,5% ПВХ; МП – доломитовий пил активований 1% КФ-МТ	9,0	3,8	1,2
4	Дьоготь, $C_{30}^{10} = 195$ с 1,5% ПВХ; МП – доломитовий пил активований 2% КФ-МТ	8,6	3,3	1,0
5	Дьоготь, $C_{30}^{10} = 195$ с 1,5% ПВХ; МП – доломитовий пил активований 4% КФ-МТ	7,3	3,0	0,9

Розшифруємо деякі скорочення, які було використано в таблиці 1: ПВХ – полівінілхлорид; МП – модифікатор поверхні; КФ-МТ – карбамід-формальдегідна малотоксична смола.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Робота виконана на основі БН-числення [1-3]. Певні точкові рівняння дуг кривих, необхідні для побудови геометричної моделі фізико-механічних властивостей дьогтебетону було отримано автором у [4], інші необхідні аналітичні залежності викладені автором безпосередньо в цій статті.

Формулювання цілей та завдання статті. На основі апарату геометричного моделювання – БН-числення, отримати аналітичні залежності, які визначають геометричну модель фізико-механічних властивостей дьогтебетону.

Основна частина. Розглянемо геометричну схему моделювання фізико-механічних властивостей дьогтебетону (рис. 1). Оскільки графічна візуалізація геометричної моделі виконуватиметься в програмному пакеті *Maple*, визначимо геометричну модель у декартовій системі координат, яка визначається симплексом простору $OE_1E_2E_3$. Встановимо відповідність між осями декартової системи координат (рис. 1) і фізико-механічними властивостями дьогтебетону (таблиця 1). Так осі Ox декартової системи координат відповідатиме температура дьогтебетону; осі Oy – концентрація доломитового пилу, який є модифікатором поверхні дьогтебетону; осі Oz – границя міцності при стисненні.

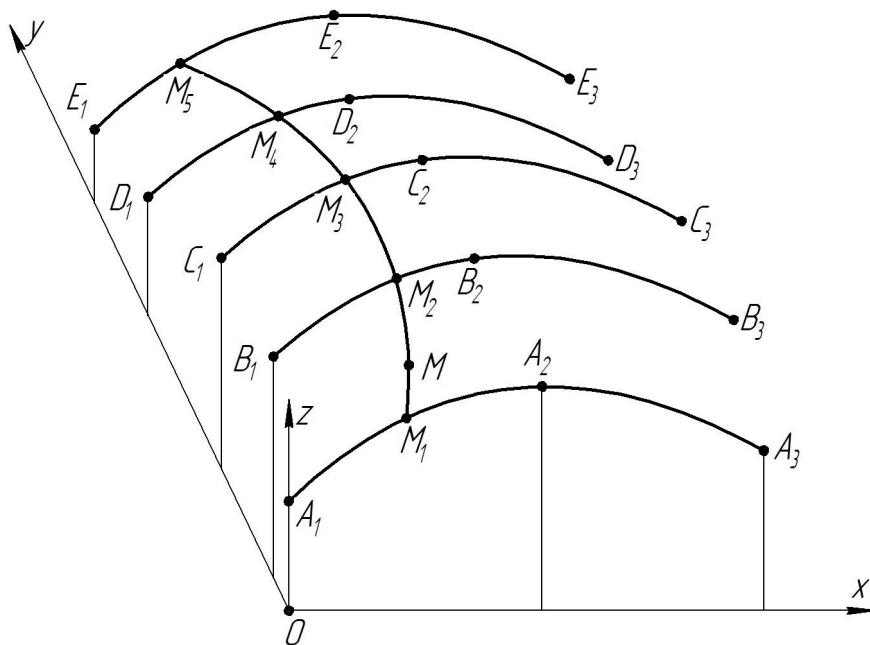


Рис. 1. Геометричну схему моделювання

З геометричної точки зору модель, яка графічно відображає фізико-механічні властивості дьогтебетону, є сегментом поверхні, що

визначається п'ятьма опорними лініями: $A_1A_2A_3$, $B_1B_2B_3$, $C_1C_2C_3$, $D_1D_2D_3$ і $E_1E_2E_3$. Визначимо ці лінії як дуги параболи другого порядку [4]. Наприклад, для лінії $A_1A_2A_3$ точкове рівняння дуги параболи другого порядку має наступний вигляд:

$$M_1 = A_1\bar{u}^2 + 2A_2\bar{u}i + A_3i^2. \quad (1)$$

Для інших опорних ліній точкові рівняння будуть аналогічними до рівняння (1) і також визначатимуться параметром u .

Твірну лінію сегмента поверхні, що відображає фізико-механічні властивості дьогтебетону, представимо як дугу кривої Бернштейна [5], яка проходить через п'ять точок: M_1 , M_2 , M_3 , M_4 і M_5 .

Визначимо дугу кривої Бернштейна четвертого порядку, яка проходить через п'ять точок. Рівняння дуги кривої Бернштейна четвертого порядку має вигляд:

$$M = A\bar{v}^4 + 4C_1\bar{v}^3v + 6C_2\bar{v}^2v^2 + 4C_3\bar{v}v^3 + Bv^4. \quad (2)$$

Потрібно провести дугу параболи четвертого порядку через задані точки M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 . Аналогічно з дугою кривої Бернштейна шостого порядку [5], при значенні параметра $v=0$ крива проходить через точку $A \equiv M_1$, а при $v=1$ – через точку $B \equiv M_5$. Прийmemo значення параметра $v = \frac{1}{4}$ при проходженні поточної точки дуги через точку M_2 .

Відповідно значення параметра $v = \frac{1}{2}$ визначатиме точку M_3 , а $v = \frac{3}{4}$ точку M_4 . Підставляючи ці значення параметрів у рівняння (2), отримаємо наступну систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} M_2 = \frac{81}{256}M_1 + \frac{27}{64}C_1 + \frac{27}{128}C_2 + \frac{3}{64}C_3 + \frac{1}{256}M_5 \\ M_3 = \frac{1}{16}M_1 + \frac{1}{4}C_1 + \frac{3}{8}C_2 + \frac{1}{4}C_3 + \frac{1}{16}M_5 \\ M_4 = \frac{1}{256}M_1 + \frac{3}{64}C_1 + \frac{27}{128}C_2 + \frac{27}{64}C_3 + \frac{81}{256}M_5 \end{array} \right. \quad (3)$$

Перенесемо всі відомі точки в ліву частину рівняння і проведемо деякі перетворення:

$$\left\{ \begin{array}{l} 256M_2 = 81M_1 + 108C_1 + 54C_2 + 12C_3 + M_5, \\ 16M_3 = M_1 + 4C_1 + 6C_2 + 4C_3 + M_5, \\ 256M_4 = M_1 + 108C_1 + 54C_2 + 12C_3 + 81M_5. \end{array} \right. \quad (4)$$

Вирішивши систему рівнянь (4) методом Крамера відносно невідомих C_1, C_2, C_3 та підставивши результати в рівняння (2), після

певних перетворень отримаємо рівняння дуги кривої Бернштейна четвертого порядку, яка проходить через п'ять точок:

$$\begin{aligned}
 M = & M_1 \left(\bar{v}^4 - \frac{13}{3} \bar{v}^3 v + \frac{13}{3} \bar{v}^2 v^2 - \bar{v} v^3 \right) + M_2 \left(16 \bar{v}^3 v - \frac{64}{3} \bar{v}^2 v^2 + \frac{16}{3} \bar{v} v^3 \right) + \\
 & + M_3 \left(-12 \bar{v}^3 v + 40 \bar{v}^2 v^2 - 12 \bar{v} v^3 \right) + M_4 \left(\frac{16}{3} \bar{v}^3 v - \frac{64}{3} \bar{v}^2 v^2 + 16 \bar{v} v^3 \right) + \\
 & + M_5 \left(-\bar{v}^3 v + \frac{13}{3} \bar{v}^2 v^2 - \frac{13}{3} \bar{v} v^3 + v^4 \right). \quad (5)
 \end{aligned}$$

Враховуючи все вище сказане, отримаємо розрахунковий алгоритм побудови геометричної моделі фізико-механічних властивостей дьогтебетону:

1. Вводимо всі необхідні вихідні данні з таблиці 1.
2. Визначаємо опорні лінії $A_1 A_2 A_3$, $B_1 B_2 B_3$, $C_1 C_2 C_3$, $D_1 D_2 D_3$ і $E_1 E_2 E_3$ відповідно до рівняння (1).
3. За допомогою рівняння (5) визначаємо поточну точку сегменту поверхні, яка графічно відображає фізико-механічні властивості дьогтебетону.

Скористаємось програмним пакетом *Maple* для візуалізації отриманої геометричної моделі фізико-механічних властивостей дьогтебетону (рис. 2).

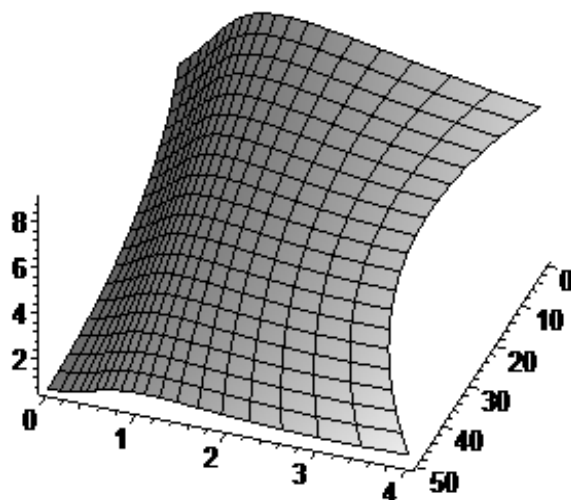


Рис. 2. Візуалізації геометричної моделі фізико-механічних властивостей дьогтебетону

Висновки. В статті методами БН-числення отримано аналітичні залежності, які визначають розрахунковий алгоритм геометричної моделі фізико-механічних властивостей дьогтебетону, що дозволяє визначити необхідну кількість модифікаторів, а отже і склад дьогтебетону, від чого напряму залежать його якість і ціна.

Література

1. *Балюба І.Г.* Основи математичного апарату точкового числення / Балюба І.Г., Поліщук В.І., Малютіна Т.П. Праці // Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 29. – Мелітополь: ТДАТА, 2005.– С.22-30.

2. Точечное исчисление геометрических форм и его место в ряду других существующих исчислений [Балюба І.Г., Горягін Б.Ф., Конопацький Є.В. та інші] / Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Науковий журнал №6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 24-29.

3. *Найдиш В.М.* Алгебра БН-исчисления / Найдыш В.М., Балюба І.Г., Верещага В.М.// Прикладна геометрія та інженерна графіка. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 90. – К.: КНУБА, 2012. – С.210-215.

4. *Бумага А.І.* Точкове рівняння дуги параболи другого порядку / Бумага А.І. / Матеріали ІХ Крымской международной научно-практической конференции «Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн», 24 сентября - 28 сентября 2012г., г. Симферополь. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Прикладна геометрія та інженерна графіка (спецвипуск). Вип.90. – К.: КНУБА, 2012. – С. 49-52.

5. *Бумага А.І.* Геометричне моделювання поверхні резервуару для зберігання нафтопродуктів з урахуванням недосконалостей методами БН-числення / Бумага А.І., Конопацький Є.В., Крисько О.А. / Матеріали ІІ міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності». Випуск 2.-К.: ДІЯ, 2013р. – С.118-122.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕГТЕБЕТОНА

А.И. Бумага

В статье предложена геометрическая схема моделирования физико-механических свойств дегтебетона. На её основе получен расчетный алгоритм, который позволяет определять оптимальный состав дегтебетона.

GEOMETRIC MODELING OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES TARMACADAM

A.I. Bumaga

The article offers geometrical scheme modeling of physical and mechanical properties of tarmacadam. On its basis, obtained calculation algorithm, which allows to determine the optimal composition of tarmacadam.

КОНСТРУКТИВНІ І БУДІВЕЛЬНІ СИСТЕМИ В ПРОЕКТАХ КОНКУРСУ «SOLAR DECATHLON КНУБА 2013»

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

У цій статті ми намагатимемося проаналізувати загальні тенденції конструктивних та будівельних систем та будівельних матеріалів, що були використані у конкурсних проектах міжкафедрального конкурсу «SOLAR DECATHLON КНУБА 2013», участь в організації якого приймав автор протягом осені 2012 - весни 2013 рр.

Учасникам конкурсу, зокрема конструкторам усіх команд, довелося відразу зіткнутися з проблемами, що були викликані відмінністю вимог до проєктованих будівель від характерних тенденцій будівельного ринку України останніх років, на які й була до цього часу зорієнтована програма їх навчання. В той час як серед малоповерхового житлового будівництва України переважають будівлі зі стінами з дрібнорозмірних елементів (цегли, газобетонних та керамічних блоків), перекриттями з залізобетону (плитними чи монолітними), глибоко закладеними фундаментами та підвалами для максимально ефективного використання площі забудови, а каркасно-щитове будівництво складає меншу частину ринку, умови конкурсу вимагали, щоб представлені проєкти передбачали можливість багатократного збирання й розбирання конструкцій для демонстрації зразка на різних площадках та зведення його на існуючій основі без виконання земляних робіт та заглиблення конструкцій у землю.

Майже всі команди обрали як рішення поставленої проблеми каркасно-щитову будівельну систему (Рис. 1) з елементами каркасу з термічно зміцненої деревини чи профільованої перфорованої оцинкованої сталі. Як матеріал утеплювача при цьому використовувалися плити з базальтової вати чи пінополістиролу – матеріалів, що зарекомендували себе в будівельній практиці в Україні. Найвищих показників опору теплопередачі теплоізолюючої оболонки було досягнуто в проєкті Thelightfull через використання вакуумної теплоізоляції, що було певною мірою порушенням умов конкурсу, які передбачали комерційну доступність усіх використаних будівельних матеріалів на ринку України.

При проєктуванні каркасу деякими учасниками були зроблені наступні помилки, як завищення ширини дерев'яних елементів каркасу та неврахування їх, як теплопровідних включень, у розрахунок теплотехнічних показників стін та покриття. Варто окремо відмітити проєкт команди Nuclear Team, де передбачалося зведення каркасу з перфорованих сталевих профілів фірми Rannila.

Цікавою ідеєю є зведення будинку з легких панелей фабричного

виготовлення із дерев'яним каркасом та теплоізолюючим заповненням з пінополіуретану, як це було запропоновано в проекті TERHouse (Рис. 2).

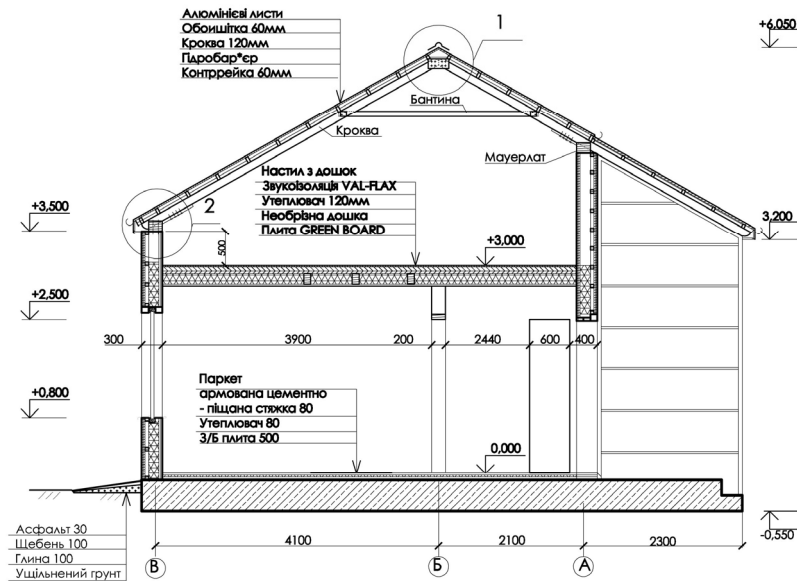


Рис. 1. Розріз каркасно-щитового будинку проекту команди S.A.T. Group

Внаслідок фабричних умов виготовлення досягається краща якість панелей та вища швидкість зведення будинку, а негіроскопічність пінополіуретану дозволяє обійтись без шару пароізоляції та забезпечує кращу стійкість конструкції до погодних явищ. Водночас більший розмір елементів робить процес зведення більш залежним від наявності необхідного обладнання на будмайданчику.

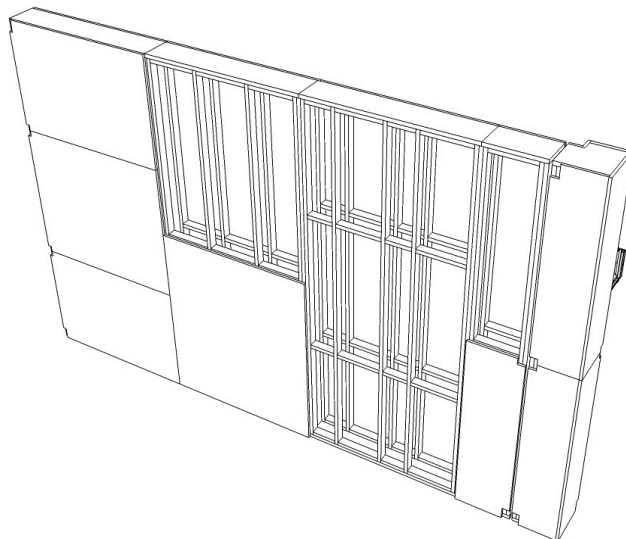


Рис.2. Стінова панель будинку проекту TERHouse

На жаль, внаслідок обмеження конкурсу лише стадіями проектування, поки що немає можливості дослідити практичні аспекти виготовлення та застосування подібних панелей.

Особливої уваги заслуговують проекти команди Team 1 та Eco-Dome, де задля підвищення коефіцієнту компактності були обрано об'ємно-просторове рішення у формі куполів (Рис. 3). Зменшення площі поверхні теплоізолюючої оболонки компенсувалося наступними складнощами, як ускладненням форми приміщень, що вимагали спеціального виготовлення меблів, відсутністю буферних приміщень, як холодних горищ, ускладненням типології конструктивних елементів, складною формою елементів заповнення, що призводить до більших витрат матеріалів при виготовленні останніх, та збільшенням доли теплопровідних включень в оболонку. В проекті Eco-Dome була зроблена спроба компенсувати останню проблему через виконання подвійної оболонки: внутрішньої – геодезичного купола з дерев'яним каркасом та теплоізолюючим заповненням та зовнішнього – зі сендвіч-панелей трикутної форми, що навішуються до каркасу всередині без теплопровідних включень між собою.

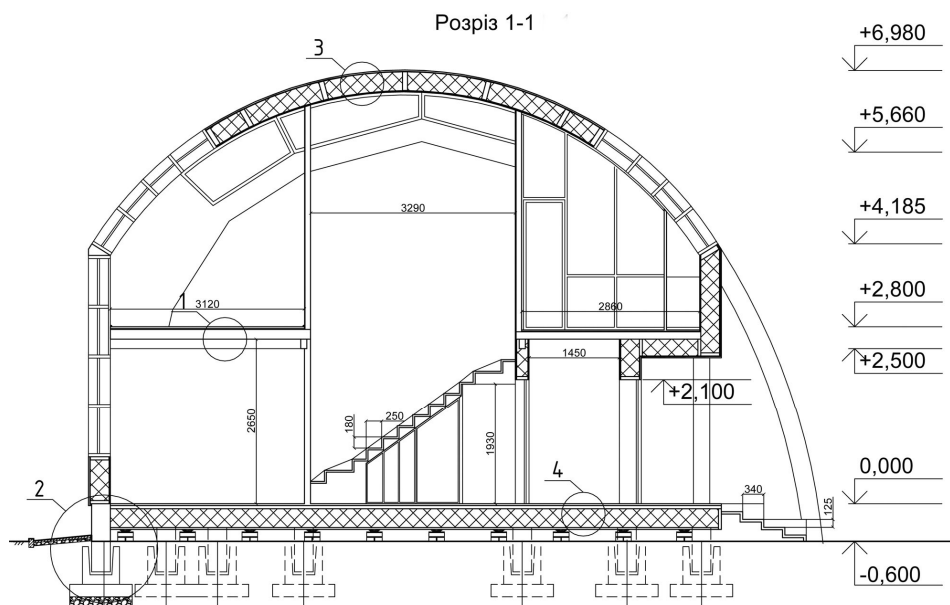


Рис. 3. Розріз купольного будинку проекту команди Team 1

Водночас варто відзначити сумнівну ефективність сонячних водонагрівних колекторів, фотовольтаїчних систем та світлопрорізів, як джерел пасивного сонячного опалення, розташованих на поверхнях з малими кутами до горизонту в умовах снігового покриву під час зими, коли їх ефект є найбільш важливим для зменшення потреб будинку в енергоносіях чи зовнішніх джерелах енергії.

Незважаючи на певні недоліки, вказані вище проекти є цінним дослідом проектування енергоефективних будинків у помірно-континентальному холодному кліматі і конкурс «SOLAR DECATHLON КНУБА 2013» є важливим досягненням вітчизняної школи енергоефективної архітектури.

Автор сподівається, що наведений досвід буде корисним для

архітекторів та конструкторів в подальшому, як концептуальному, так і практичному, проектуванні енергоефективних будівель в умовах клімату України та інших країн.

**КОНСТРУКТИВНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В
ПРОЕКТАХ КОНКУРСА «SOLAR DECATHLON KNUCA 2013»**

В.С. Буравченко

В статье рассматриваются использование строительных материалов и конструкций в проектах межкафедрального студенческого конкурса энергоэффективных малоэтажных жилых зданий, в организации которого автор принимал участие, с точки зрения обеспечения ими требований правил конкурса, требований теплоизоляции и оптимизации технологического процесса изготовления элементов и возведения зданий.

**STRUCTURAL SYSTEMS IN THE DESIGNS OF THE COMPETITION
«SOLAR DECATHLON KNUCA 2013»**

V. Buravchenko

The article describes structural systems utilized in the designs presented for student competition of the energy-effective dwelling houses, where author participated as a member of the organization committee.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЕКТОРІЇ РУХУ РОЗКЛАДАЛЬНИКА
СТРІЧКИ В ПРОЦЕСІ НАВИВКИ ВИРОБІВ З КОМПОЗИТИВ**

Національний технічний університет України “КПІ”

У статті розглянуто питання моделювання траєкторії руху розкладальника композитної стрічки на оправки різної геометричної форми.

Постановка проблеми. Технологічні схеми формування виробів з композитних матеріалів (КМ) передбачають роботу з оправками у формі як поверхонь обертання (армування методом навивки), так і поверхонь більш складних геометричних форм. Якість виробничого процесу залежить від точності позиціонування робочих органів станка навивки. Геометричне моделювання траєкторії трасування полімерної стрічки для того, щоб задовольнити технічним характеристикам майбутньої деталі та дослідження траєкторії руху розкладальника композиту, і визначають мету даної роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кількома дослідниками, зокрема авторами робіт [1,2], було розглянуто питання моделювання процесу намотки по геодезичним та асимптотичним лініям на поверхнях обертання [2] та по лініях заданої геодезичної кривини на складних поверхнях [1].

Основний матеріал дослідження. У даній роботі розглянемо задачу дослідження траєкторії руху розкладальника стрічки в процесі навивки КМ на оправки у формі поверхні обертання (рис. 1а) та поверхні двоякої кривини (рис. 2). Для створення геометричної моделі застосуємо евольвентно-еволютні моделі [3]. На рис.1 наведено приклад конічної поверхні, де розкладальник рухається по гвинтовій лінії в кожній точці напрямлення руху - по дотичній к поверхні. Оскільки переріз конуса у даному напрямку руху стрічки має еліптичну форму, стрічка, що накладається, є евольвентою, що і визначає рух розкладальника з системою напрямних роликів. (рис.1б).

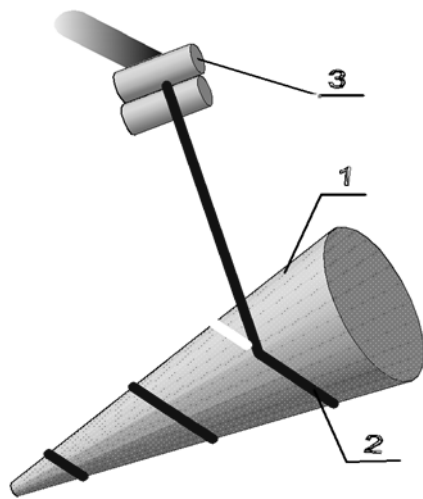


Рис.1а. Трасування полімерної стрічки по технічній поверхні конічної форми.
 1 – Оправка
 2 – Полімерна стрічка
 3 – Розкладальник з напрямними роликami.

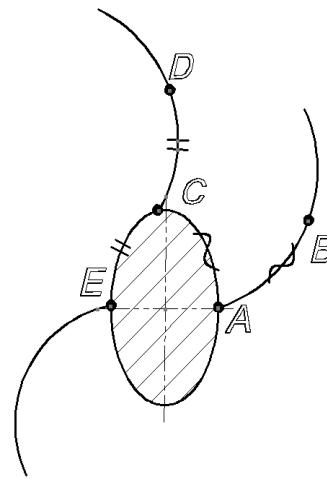


Рис. 1б. Евольвенти еліпса (G=2). $l_{AB}=l_{AC}$, $l_{CD}=l_{CE}$.

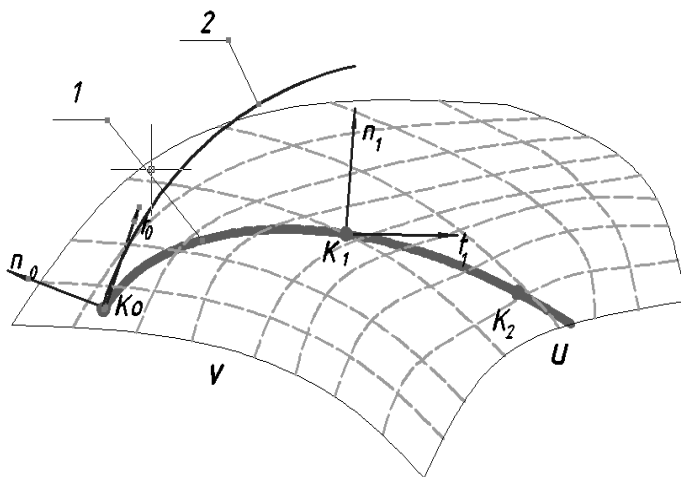


Рис. 2. Поверхня двоякої кривини.
 1 – Частина кривої, яка апроксимується параболою
 2 – Евольвента до параболі $K_0 - K_1$.

Наступна формула (1) описує параметричне представлення еліпса.

$$\begin{cases} x = R \cos(t) \\ y = GR \sin(t) \end{cases} \quad (1)$$

Евольвента до еліпсу розраховується по формулах [4,5]:

$$\begin{cases} x = x - \left(\frac{ae}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \\ y = y - \left(\frac{be}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} e = \int \sqrt{a^2 + b^2} dt \\ a = \frac{dx}{dt} \\ b = \frac{dy}{dt} \end{cases} \quad (3)$$

При цьому траєкторія накладання ниток має задовольняти умові технологічної реалізуємості.

Технологічні умови процесу намотки визначаються геодезичною кривиною траєкторії. Намотувальний натяг ниток в процесі руху розкладальника має бути постійним в межах одного шару композитного матеріалу, а абсолютне значення тангенсу кута між нормаллю до траєкторії нитки і нормаллю до поверхні не може перевищувати коефіцієнта k тертя нитки о поверхню [6]:

$$\left| \frac{r\varphi' \cos\varphi + s \sin\varphi}{\frac{r y' \cos^2\varphi + y' s \sin^2\varphi}{1 + y'^2}} \right| \leq k, \quad (4)$$

де $y = f_1(\varphi)$ – рівняння твірної поверхні, а $\varphi = f_2(\varphi')$ – рівняння траєкторії руху нитки, r – радіальна координата твірної лінії меридіана.

Переходимо до поверхні двоякої кривини (рис. 2). В роботі [1] був викладений метод трасування полімерних ниток по заданому напрямку. Під час дослідження просторова крива поділялась на відрізки фіксованої довжини, які апроксимувались частинами парабол. Місцева система координат змінювалась від точки до точки по наступному правилу:

$$y_n - y_{n-1} = a_n(x_n - x_{n-1})^2, \quad (5)$$

де n – число точок на кривій, a_n – коефіцієнти у рівняннях парабол.

Враховуючи параметричні рівняння парабол (6) та формули (2), (3), отримуємо евольвенти, що визначають рух укладальника стрічки, як зображено на рис.2.

$$\begin{cases} x = t + x_0 \\ y = at^2 + y_0 \end{cases} \quad (6)$$

Висновки та перспективи подальших досліджень. Моделювання траєкторії руху розкладальника полімерної стрічки є важливою задачею для розробки оптимального технологічного процесу. Застосування евольвенто-еволютної моделі укладки для оправок з поверхнями різної форми дозволяє розраховувати траєкторії руху системи напрямного механізму навивки для різних технологічних схем виробництва виробів з КМ.

Література

1. *Ванін В.В.* Моделивання намотки по траєкторії заданої геодезичної кривини на поверхнях оправок виробів з композитів/ В. В. Ванін, Г.П. Грязнова// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск 4, т. 57 «Прикладна геометрія та інженерна графіка».– Мелітополь: ТДАТУ, 2013.– с.48-51.
2. *Куценко Л.М.* Поверхні обертання зі змінної уздовж осі кривиною меридіанів та їх зміцнення шляхом намотування кевларової нитки/Л.М.Куценко, С.Ю.Руденко//Міжвузівський збірник "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво . – Вип. 6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011 р. - с. 148-153.
3. *Ванин В.В.* Эвольвентно-эволютные модели в упорядоченных потоках: дис....доктора техн. наук: 15.01.01/В.В.Ванин; КПИ. – К., 1996. – 415с.
4. *Фихтенгольц Г.М.* Курс дифференциального и интегрального исчисления (в 3-х томах). - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. т.1 - 616 с.; т.2 - 810с.; т.3 - 662с.
5. *Выгодский М.Я.* Дифференциальная геометрия. – М.: Гос. изд-во технико-теор. л-ры, 1949. – 511 с.
6. *Кривошапко С.Н., Иванов В.Н.* Энциклопедия аналитических поверхностей. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 560 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РАСКЛАДЧИКА ЛЕНТЫ В ПРОЦЕССЕ НАВИВКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТОВ

В.В. Ванин, Г.П. Грязнова

В статье рассмотрен вопрос моделирования траектории движения раскладчика композитной ленты на оправки различной геометрической формы.

INVESTIGATION OF COMPOSITE TAPE SPREADER TRACKING IN THE WINDING OF COMPOSITES PROCESS

V. Vanin, G. Gryaznova

The article considers the issue of modeling of trajectory of composite tape spreaders movement with mandrel surfaces of different shapes.

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ АРХИТЕКТОРОВ В ВУЗЕ

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

Для грамотного решения задач современной энергосберегающей архитектуры необходима соответствующая подготовка архитекторов: вопросы энергосбережения должны быть предусмотрены в программе подготовки архитекторов в вузе, а в экспозиции их дипломных проектов должны быть представлены энергосберегающие мероприятия, разработанные для проектируемого комплекса. В работе рассмотрены примеры изучения вопросов энергосбережения и представление энергосберегающих мероприятий в экспозиции дипломных проектов при подготовке архитекторов в Архитектурно-художественном институте Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Постановка проблемы. В современном мире необходимым условием сохранения жизни и развития цивилизации стало обеспечение человечества достаточным количеством энергии. Разразившийся в 70-е годы XX столетия энергетический кризис заставил мировое сообщество обратиться к разработке программ по энергосбережению.

В 1993 г. на Всемирном конгрессе архитекторов впервые прозвучала мысль об ответственности архитекторов за качество жизни людей в искусственной, оторванной от природы среде современных городов. Знаменитый английский архитектор Норман Фостер заметил, что «архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но могут проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне энергии...». С тех пор в мировой архитектуре сформировались следующие приоритеты: энергоэффективность зданий, их независимость и автономность от централизованных сетей, экологичность и общая эффективность всей архитектурной среды.

Во многих странах мира (в том числе и в Украине) разработана и совершенствуется нормативная литература по вопросам энергосбережения в строительстве и архитектуре, обязывающая архитекторов при проектировании современных зданий и комплексов максимально использовать энергосберегающие технологии [1-5]. В настоящее время при возведении зданий должны учитываться не только показатели надежности, долговечности и эстетичности объекта, но также в обязательном порядке должны разрабатываться архитектурные решения с учетом требований энергосбережения.

Для грамотного решения поставленных задач современной архитектуры *необходима соответствующая подготовка архитекторов*: вопросы энергосбережения должны быть предусмотрены в программе подготовки архитекторов в вузе, а в экспозиции их дипломных проектов должны быть представлены энергосберегающие мероприятия, разработанные для проектируемого комплекса.

Анализ основных исследований и публикаций позволил установить, что несмотря на актуальность энергосбережения в архитектуре, изучение этих проблем пока не предусмотрено нормативной документацией по подготовке архитекторов в вузе; отсутствует также и представление энергосберегающих мероприятий в дипломном проекте.

Оригинальная часть. Целью работы является рассмотрение изучения вопросов энергосбережения при подготовке архитекторов в вузе и представление их в дипломных проектах (на примерах ОГАСА).

Программой подготовки магистров и специалистов архитектуры в академии на 5-м курсе предусмотрено изучение спецкурса «Строительная физика», который предназначен подготовить студентов-архитекторов к разработке ими на 6-м курсе одноименного раздела в дипломном проекте и к выбору архитектурных решений с учетом физико-технических требований: климатических, энергосберегающих, теплотехнических, светотехнических и акустических. При изучении этого спецкурса выполняется расчетно-графическая работа (РГР). Суть этой работы заключается в том, что студенты анализируют архитектурные решения в своих дипломных проектах бакалавров на соответствие физико-техническим требованиям. Если эти требования в дипломном проекте не были обеспечены, тогда архитектурные решения корректируются.

Один из разделов РГР по спецкурсу «Строительная физика» посвящен *разработке архитектурных решений с учетом энергосбережения и теплозащиты*. В этом разделе студенты анализируют принятые в дипломном проекте решения на соответствие основным принципам энергосбережения [1- 3]:

1. Максимальное использование в проектах альтернативных возобновляемых источников электрической энергии: гелио-, геотермальных, ветровых и др. установок;

2. Обеспечение минимальных теплопотерь и теплопоступлений здания – энергоэффективная оболочка здания, озеленение фасадов и кровли, энергосберегающие стекла и др.;

3. Применение энергосберегающего оборудования здания – тепловой насос, рекуперация воздуха, энергоэффективное освещение и др.;

4. Применение АСКУ – автоматизированной системы контроля и управления зданием – управляющей всем жизненным циклом здания как единым целым, обеспечивая оптимальные режимы эксплуатации и экономичное потребление внешних ресурсов и др.

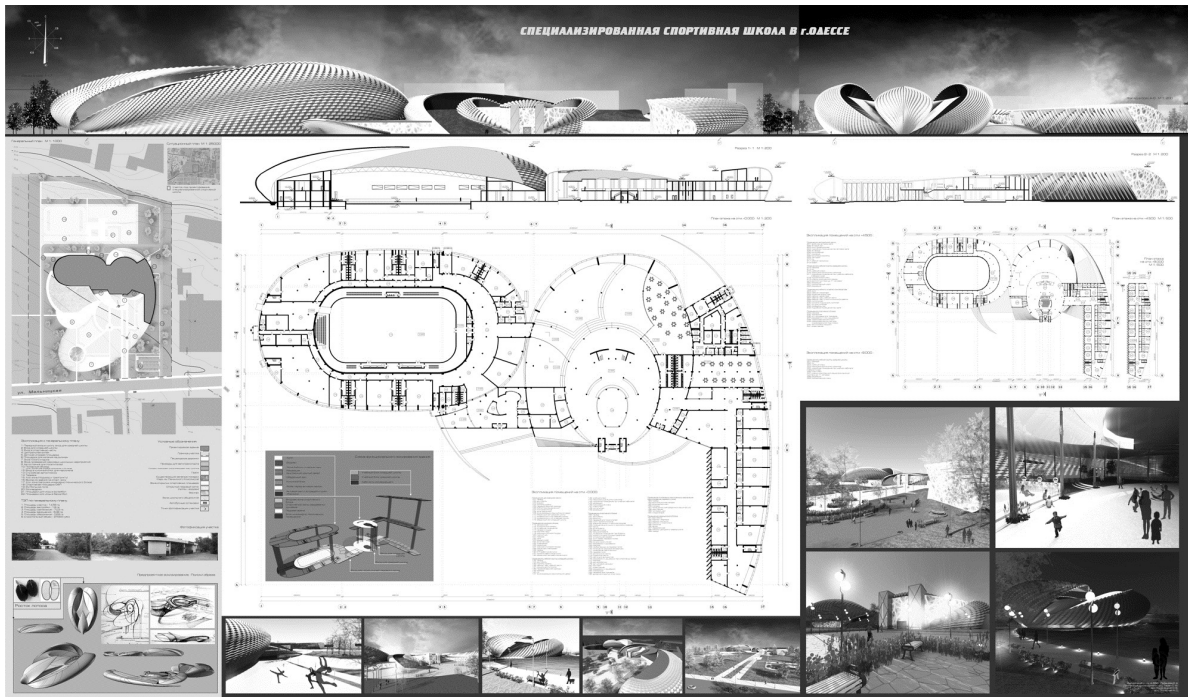


Рис.1 Экспозиция ДП бакалавра «Спортивная арена» базовая без дополнений (Лобачева Е.- гр. АБС-508с).

«Крыло» солнцезащиты

В проекции здания от спортивной арены фасад представляет собой сложную пространственную структуру. В основе лежит форма «крыла», которая является основным элементом фасада. Это крыло имеет форму, напоминающую крыло птицы, и оно является основным элементом фасада. Оно имеет форму, напоминающую крыло птицы, и оно является основным элементом фасада.

Солнечные фотоэлементы на ограждающих конструкциях здания

Углы, фасады, балконы, на которых присутствуют солнечные фотоэлементы.

«Умные» панели

В качестве защиты умных панелей от повреждений на здании фасад представляет собой сложную пространственную структуру. В основе лежит форма «крыла», которая является основным элементом фасада. Это крыло имеет форму, напоминающую крыло птицы, и оно является основным элементом фасада.

Конфигурация интерьера актового зала

Для достижения максимальной акустической эффективности в актовом зале использованы различные материалы и конструкции. Это позволяет достичь оптимального звукового поля и обеспечить высокое качество звука.

«Лес» из ветрогенераторов

Проект «WindWall» от компании «Lobacheva E.» представляет собой систему из ветрогенераторов высотой более 30 метров. На вершине башен установлены ветрогенераторы, которые обеспечивают электроэнергией здание.

Солнечные батареи как элемент благоустройства

Это архитектурные элементы Фасад – это архитектурные элементы, которые являются частью фасада. Они имеют форму, напоминающую крыло птицы, и они являются основным элементом фасада.

Конструкция примененной зеленой кровли:

1. Слой грунта с полезной толщиной 125 см кв.
2. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
3. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
4. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
5. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
6. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
7. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
8. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
9. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
10. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).
11. Поликарбонатный экран (Полкар-аид).

Фасадное остекление – Smart-стекло

Smart-стекло, также известное как интеллектуальное стекло, представляет собой материал, который может изменять свои свойства в зависимости от внешних условий. Это позволяет использовать его для остекления фасадов зданий, обеспечивая защиту от солнца и сохраняя прозрачность.

Пропорции актового зала

Плоскость зала в пропорции части делится на три части. Его высота – 4,5 м, при высоте в зале 6 м.

Звукоизоляционные материалы

Материалы:

- Звукопоглощающие и звукоотражающие материалы «WindWall»
- Звукоизоляционная лента
- Мембрана ТК 5,0 – звукоизоляционная мембрана
- Трехслойная звукоизоляционная минеральная вата
- PAROC UNS 37 – звукоизоляционная минеральная вата

Рис.2. Экспозиция ДП бакалавра «Спортивная арена» с дополнениями по строительной физике (Лобачева Е.- гр. АБС-508с):

- солнечные батареи на фасаде здания;
- «Лес» из ветрогенераторов; светодиодное освещение фасадов;

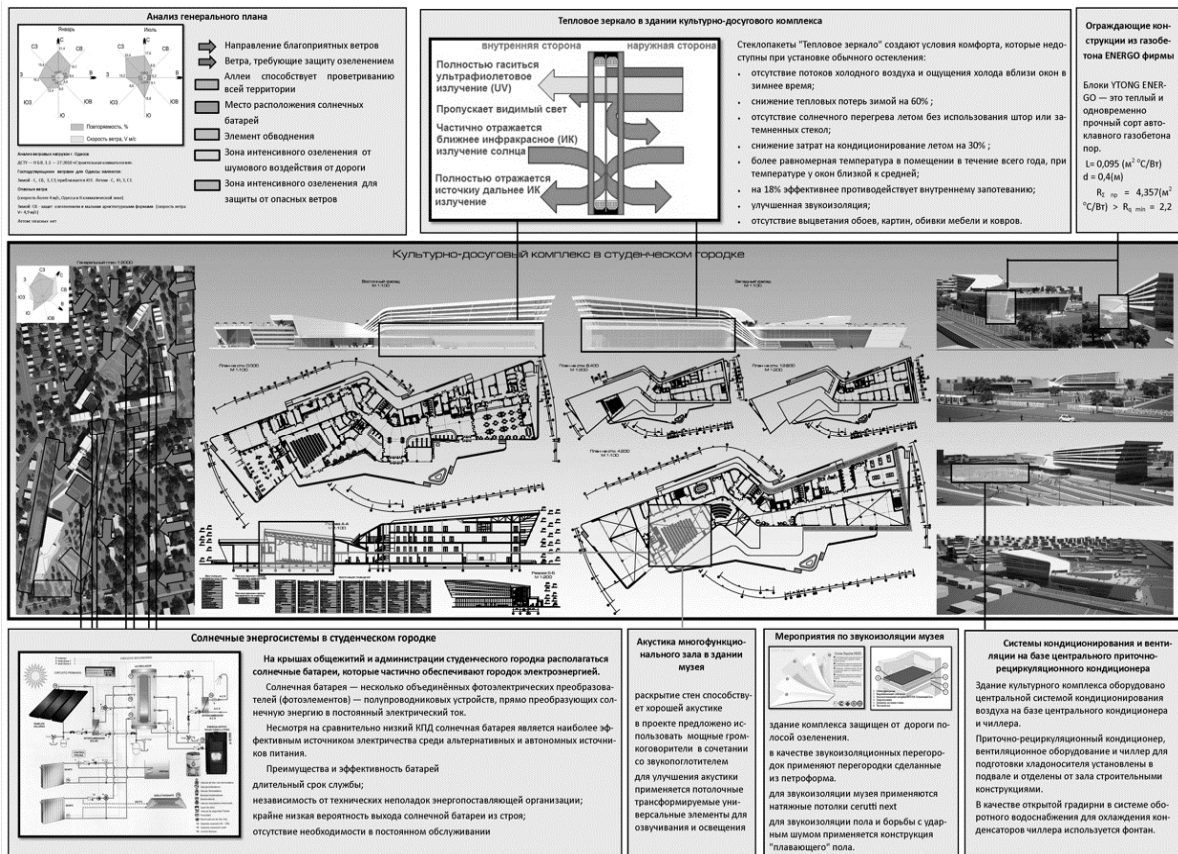


Рис.3. Экспозиция ДП магистра «Культурно-досуговый комплекс» (Шевченко А.- гр. АБС-602м) с решениями по строительной физике:

- Учет климатических особенностей места строительства - анализ генерального плана проектируемого участка по ветровым нагрузкам, его зонирование (зона обводнения, зона озеленения, зона защиты от опасных ветров и зона для аэрации) и выбор архитектурных решений;

- Энергосбережение и теплозащита - солнечные батареи на кровле зданий комплекса; наружные ограждения из теплых газобетонных блоков энерго фирмы YTONG, энергосберегающие окна «Тепловое зеркало», тепловой насос и рекуперация воздуха; система климат контроль для рационального использования энергоресурсов; теплообдуд и тамбуры на входах в комплекс и др.);

- Учет светотехнических требований - инсоляция и естественное освещение - во всех помещениях, в которых они нормируются; СЗУ - обеспечивают стеклопакеты «Тепловое зеркало»;

- Учет акустических требований - для звукоизоляции — «плавающие» полы и натяжные потолки serutti next, малозумное современное оборудование. современные окна с хорошей звукоизоляцией:

Если принятые в дипломном проекте архитектурные решения не соответствовали принципам энергосбережения, студенты их корректировали при выполнении РГР по спецкурсу «Строительная физика»: разрабатывали новую экспозицию, дополненную энергосберегающими технологиями. Один из примеров такой РГР с базовой и скорректированной экспозицией дипломного проекта бакалавра и дополнениями по энергосбережению приведен на рис. 1 – 2.

В этом году в ОГАСА впервые выпускники-архитекторы (магистры и специалисты) представляли в экспозиции своего дипломного проекта все принятые решения по разделу «Строительная физика», в том числе большой объем материала был посвящен вопросам энергосбережения. Пример такой экспозиции ДП магистра можно видеть на рис. 3.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования. Результаты проведенного анализа позволили *установить следующее:*

1. *На современном этапе развития архитектуры* вопросы энергосбережения играют важную роль и должны быть учтены при подготовке архитекторов в вузе. Однако до настоящего времени эти вопросы не представлены должным образом в программе подготовки архитекторов.

2. *Вопросы энергосбережения* должны быть включены в программу подготовки архитекторов в вузе. Программой подготовки бакалавров архитектуры предусмотрено изучение нормативной фундаментальной дисциплины «Строительная физика». Один из разделов этой дисциплины «Строительная теплофизика», изучающая вопросы теплозащиты ограждающих конструкций здания. Целесообразно расширить этот раздел и рассматривать в нем вопросы энергосбережения и теплозащиты, а раздел дисциплины назвать «Строительная теплофизика и энергосбережение».

3. *В дипломном проекте архитектора* должен быть раздел, в котором для проектируемого комплекса архитектурные решения разрабатываются с учетом энергосбережения. Разработку этих решений можно включить в раздел «Строительная физика», а сами решения должны быть представлены в экспозиции дипломного проекта архитектора.

4. *Архитекторы и дизайнеры всего мира* в настоящее время проектируют здания с использованием современных энергосберегающих и экологических технологий, что привело к изменениям архитектурного облика зданий и их дизайна. *Требования по энергосбережению* не ограничивают архитектора, а являются особенностью современной архитектуры и позволяют создавать экологически чистые и более интересные образы. Для создания таких объектов нужны хорошо подготовленные по вопросам энергосбережения архитекторы.

5. *Что касается развития энергосбережения в Украине*, то можно говорить о положительной тенденции. За последние годы интерес к энергосбережению в стране возрос и продолжает расти.

Литература

1. ДБН 360-92** Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: ДЕРЖБУД УКРАЇНИ, 2002.
2. ДБН В.2.2-15-05 Житлові будинки.– К.: Держбуд України, 2005.
3. ДБН В.2.2-9:2009 Громадські будинки та споруди. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
4. ДБН В.2.6-31:2006 ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ. – К.: Мінбуд України, 2006.
5. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.

ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ АРХІТЕКТОРІВ У ВУЗІ

Є.В. Витвицька

Для грамотного вирішення завдань сучасної енергозберігаючої архітектури необхідна відповідна підготовка архітекторів: питання енергозбереження повинні бути передбачені у програмі підготовки архітекторів у вузі, а в експозиції їх дипломних проектів повинні бути представлені енергозберігаючі заходи, розроблені для проектного комплексу. У роботі розглянуті приклади вивчення питань енергозбереження та подання енергозберігаючих заходів в експозиції дипломних проектів при підготовці архітекторів у Архітектурно-художньому інституті Одеської державної академії будівництва та архітектури.

STUDYING THE QUESTIONS OF ENERGY SAVING IN THE TRAINING OF ARCHITECTS IN THE UNIVERSITY

E. Vitvitskaya

For competent decision of problems of the modern energy-saving architecture requires appropriate training of architects: the issues of energy saving shall be provided in the training of architects in high school, and the exposure of their diploma projects should be presented energy saving measures developed for the projected complex. The paper discusses the examples of studying the issues of energy saving and presentation of energy saving measures in the exhibition of diploma projects in preparation of architects in Architectural Institute of Odessa state Academy of construction and architecture.

ДИСКРЕТНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА ОДНОВИМІРНИМИ ЧИСЛОВИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ ІЗ НЕРІВНОМІРНИМ КРОКОМ

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка, Україна*

Показано можливості використання одновимірних числових послідовностей із нерівномірним кроком для дискретного геометричного моделювання криволінійних образів. Розглянуто визначення полінома n -го степеня довільними дискретними значеннями.

Постановка проблеми. В процесі проектування сучасних об'єктів будівництва, архітектури, машинобудування, важливе місце займає етап геометричного моделювання, коли на стадії ескізу визначаються основні параметри їх геометричної форми. При цьому якість моделі залежить від можливості ефективного управління їх геометрією, коректування як моделей в цілому, так і їх окремих частини, швидкого аналізу і порівняльної оцінки отриманих результатів.

В основі класичного методу скінчених різниць, на який спираються найпростіші способи дискретної інтерполяції лежить поліном n -го степеня

$$y = m_0 + m_1 x + m_2 x^2 + m_3 x^3 + \dots + m_k x^k + \dots + m_n x^n \quad (1)$$

дискретним аналогом якого є одновимірна числова послідовність

$$a_i = m_0 + m_1 i + m_2 i^2 + m_3 i^3 + \dots + m_k i^k + \dots + m_n i^n \quad (2)$$

Для наочності скінчені різниці часто представляють у вигляді різницевого оператора. Всі лінійні різницеві оператори можна отримати з (1) як залежність між відповідними координатами групи суміжних вузлів [1].

Вираз (2) можна подати і рекурентними формулами. Скінчені різниці можна інтерпретувати як рекурентні формули нескінчених числових послідовностей [2].

Якщо криволінійний геометричний образ моделюється одновимірною нескінченою числовою послідовністю, то в ряді випадків можна перейти від рекурентної залежності, яка повторює скінчено-різницевого оператора, до замкненої форми, а далі й до аналітичного опису кривої, замінивши дискретні параметри числової послідовності неперервними.

Ефективність методик формування геометричних образів у великій мірі залежить від ефективності алгоритмів переходу від

неперервної форми представлення геометричних образів до їх дискретних аналогів і навпаки.

Вищезазначені алгоритми розроблені у [2] за допомогою математичного апарату числових послідовностей. Координати вузлів модельованих дискретних аналогів кривих визначаються за відомими координатами суміжних вузлів. Дискретно представлені криві (ДПК) подаються координатами вузлів із рівномірним кроком по осі.

Дані алгоритми можуть бути значно ефективніші за рахунок економії обчислювальних ресурсів при формуванні ДПК вузлами із довільними кроками по осі за даними координатами довільних вузлів.

Аналіз останніх досліджень. У всіх попередніх роботах присвячених питанням дослідження рекурентних формул числових послідовностей для дискретного моделювання і формування дискретних образів та проаналізованих у [3], для визначення координат точок ДПК використовуються координати точок суміжних вузлів і ДПК задаються із рівномірним кроком по осі.

Підхід до визначення поліномів 1-го, 2-го, 3-го степенів одновимірними числовими послідовностями за координатами довільних вузлів розглянуто у роботі [3].

Постановка завдання. Мета роботи – дослідження питань дискретної інтерполяції геометричних образів одновимірними числовими послідовностями за координатами вузлових точок взятих із довільним кроком по координаційній осі, а саме – визначення полінома n -го степеня довільними дискретними значеннями.

Виклад основного змісту дослідження Відповідно до запропонованого в [3] підходу, для вищезазначеної послідовності (2) рекурентна залежність матиме вигляд

$$a_{i+p} = \alpha_1 a_{i+p_1} + \alpha_2 a_{i+p_2} + \alpha_3 a_{i+p_3} + \dots + \alpha_k a_{i+p_k} + \dots + \alpha_n a_{i+p_n} + \alpha_{n+1} a_{i+p_{n+1}}, \quad (3)$$

де вирази для обчислення показників $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_k, \alpha_n, \alpha_{n+1}$ можемо одержати розв'язавши відповідні системи рівнянь подібні наведеним у [3]

Наприклад, для послідовності другого порядку $a_i = m_0 + m_1 i + m_2 i^2$:

$$a_{i+p} = \alpha_1 a_{i+p_1} + \alpha_2 a_{i+p_2} + \alpha_3 a_{i+p_3} .$$

Одержимо вирази для визначення $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$:

$$\alpha_1 = \frac{\Delta_{a_1}}{\Delta} = \frac{2m_2^2(p_2-p)(p_3-p)(p_3-p_2)}{2m_2^2(p_2-p_1)(p_3-p_1)(p_3-p_2)} = \frac{(p-p_2)(p-p_3)}{(p_2-p_1)(p_3-p_1)} ;$$

$$\alpha_2 = \frac{\Delta a_2}{\Delta} = \frac{2m_2^2(p-p_1)(p_3-p_1)(p_3-p)}{2m_2^2(p_2-p_1)(p_3-p_1)(p_3-p_2)} = \frac{(p-p_1)(p-p_3)}{(p_1-p_2)(p_3-p_2)} ; \quad (4)$$

$$\alpha_3 = \frac{\Delta a_3}{\Delta} = \frac{2m_2^2(p_2-p_1)(p-p_1)(p-p_2)}{2m_2^2(p_2-p_1)(p_3-p_1)(p_3-p_2)} = \frac{(p-p_1)(p-p_2)}{(p_1-p_3)(p_2-p_3)} .$$

І тому рекурентна залежність матиме вигляд:

$$a_{i+p} = \frac{(p-p_2)(p-p_3)}{(p_2-p_1)(p_3-p_1)} a_{i+p_1} + \frac{(p-p_1)(p-p_3)}{(p_1-p_2)(p_3-p_2)} a_{i+p_2} + \frac{(p-p_1)(p-p_2)}{(p_1-p_3)(p_2-p_3)} a_{i+p_3} . \quad (5)$$

Для послідовності n -го степеня (2) :

$$\alpha_1 = (-1)^n \frac{(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)\dots(p-p_k)\dots(p-p_n)(p-p_{n+1})}{(p_2-p_1)(p_3-p_1)(p_4-p_1)\dots(p_k-p_1)\dots(p_n-p_1)(p_{n+1}-p_1)} ;$$

$$\alpha_2 = (-1)^n \frac{(p-p_1)(p-p_3)(p-p_4)\dots(p-p_k)\dots(p-p_n)(p-p_{n+1})}{(p_1-p_2)(p_3-p_2)(p_4-p_2)\dots(p_k-p_2)\dots(p_n-p_2)(p_{n+1}-p_2)} ;$$

$$\alpha_3 = (-1)^n \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_4)\dots(p-p_k)\dots(p-p_n)(p-p_{n+1})}{(p_1-p_3)(p_2-p_3)(p_4-p_3)\dots(p_k-p_3)\dots(p_n-p_3)(p_{n+1}-p_3)} ;$$

.....;

$$\alpha_k = (-1)^n \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)\dots(p-p_{k-1})(p-p_{k+1})\dots}{(p_1-p_k)(p_2-p_k)(p_3-p_k)(p_4-p_k)\dots(p_{k-1}-p_k)(p_{k+1}-p_k)\dots} \frac{\dots(p-p_n)(p-p_{n+1})}{\dots(p_n-p_k)(p_{n+1}-p_k)} ;$$

.....; (6)

$$\alpha_n = (-1)^n \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)\dots(p-p_k)\dots}{(p_1-p_n)(p_2-p_n)(p_3-p_n)(p_4-p_n)\dots(p_k-p_n)\dots} \frac{\dots(p-p_{n-1})(p-p_{n+1})}{\dots(p_{n-1}-p_n)(p_{n+1}-p_n)} ;$$

$$\alpha_{n+1} = (-1)^n \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)\dots(p-p_k)\dots}{(p_1-p_{n+1})(p_2-p_{n+1})(p_3-p_{n+1})(p_4-p_{n+1})\dots(p_k-p_{n+1})\dots} \cdot \frac{\dots(p-p_{n-1})(p-p_n)}{\dots(p_{n-1}-p_{n+1})(p_n-p_{n+1})}$$

Перевіримо вірність виведених формул на конкретному прикладі. Розглянемо спочатку визначення аналітичного виразу полінома другого степеня

$$y = m_0 + m_1 x + m_2 x^2$$

за трьома заданими точками A , B , C із наступними координатами:

$$A(1, 5); B(2, 1); C(5, 3).$$

Одержуємо аналітичний вираз даного поліному:

$$y = \frac{136}{12} - \frac{90}{12}x + \frac{14}{12}x^2 \Rightarrow y = \frac{34}{3} - \frac{15}{2}x + \frac{7}{6}x^2,$$

і, відповідно, числової послідовності:

$$a_i = \frac{34}{3} - \frac{15}{2}i + \frac{7}{6}i^2$$

Ряд значень даної послідовності наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a_i	11,33	5	1	-0,67	0	3	8,33	16	26	38,33	53	70

Визначимо α_{i+p} за такими даними: $p=1; p_1=3; p_2=7; p_3=10$.

$$a_{i+1} = \frac{(7-1)(10-1)}{(7-3)(10-3)}a_{i+3} + \frac{(1-3)(10-1)}{(7-3)(10-7)}a_{i+7} + \frac{(1-3)(1-7)}{(10-3)(10-7)}a_{i+10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{i+1} = \frac{27}{14}a_{i+3} - \frac{3}{2}a_{i+7} + \frac{4}{7}a_{i+10} .$$

При $i=0$:

$$a_1 = \frac{27}{14}a_3 - \frac{3}{2}a_7 + \frac{4}{7}a_{10} ;$$

За наведеними у таблиці даними: $a_1=5; a_3=-0,67; a_7=16; a_{10}=53$;

Тому:

$$5 = \frac{27}{14} \left(-\frac{2}{3}\right) - \frac{3}{2} \cdot 16 + \frac{4}{7} \cdot 53 \Rightarrow 5 = 5 ;$$

При $i=1$:

$$a_2 = \frac{27}{14}a_4 - \frac{3}{2}a_8 + \frac{4}{7}a_{11} ;$$

За наведеними у таблиці даними: $a_2=1; a_4=0; a_8=26; a_{11}=70;$

Тому:

$$1 = \frac{27}{14} \cdot 0 - \frac{3}{2} \cdot 26 + \frac{4}{7} \cdot 70 \Rightarrow 1 = 1 .$$

Розглянемо наступний приклад. Для визначеності будемо вважати, що крива задана рівнянням $y = 1 + 2x + 3x^2 - 2x^3 + 4x^4$, отже при $x=i$ ($i=1,2,3,\dots$) маємо послідовність точок $A_i(i, a_i)$ на цій кривій, де

$$a_i = 1 + ix + 3i^2 - 2i^3 + 4i^4 \quad (3)$$

Задамо на кривій точки $A(i+p_1, a_{i+p_1}), B(i+p_2, a_{i+p_2}), C(i+p_3, a_{i+p_3}), D(i+p_4, a_{i+p_4}), E(i+p_5, a_{i+p_5}), M(i+p, a_{i+p})$, де $i=0, p_1=1, p_2=2, p_3=3, p_4=6, p_5=7, p=4$, тобто точки $A(1, a_1), B(2, a_2),$

$C(3, a_3), D(4, a_6),$

$E(5, a_7)$ (рис.1). Треба знайти такі числа $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$, щоб

для точки $M(i+p, a_{i+p})$, тобто $M(4, a_4)$ мала місце рівність

$$a_4 = \alpha_1 a_1 + \alpha_2 a_2 + \alpha_3 a_3 + \alpha_4 a_6 + \alpha_5 a_7 .$$

Формули для обчислення показників $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ за записаними вище формулами матимуть вигляд:

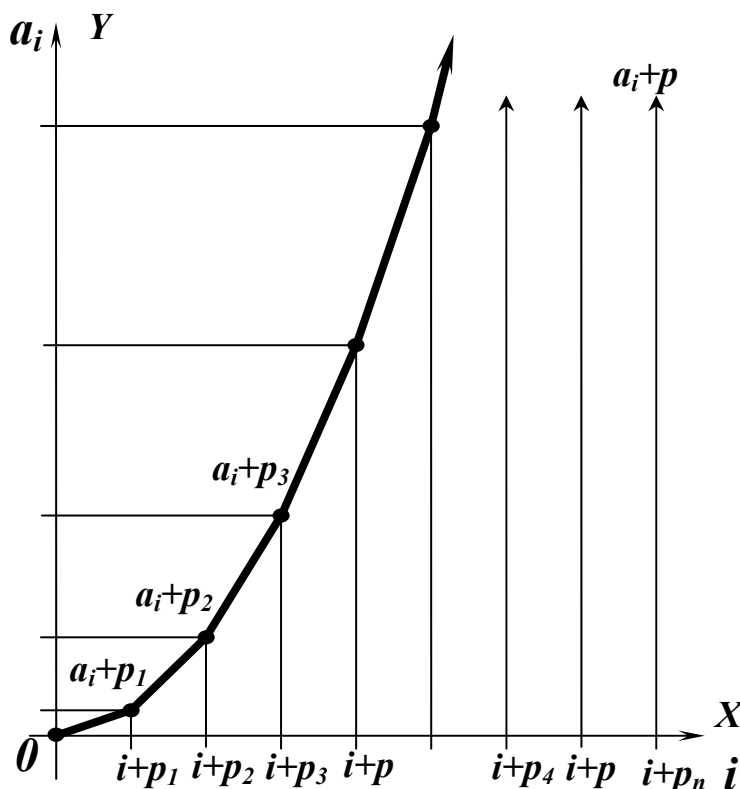


Рис. 1

$$\alpha_1 = (-1)^4 \frac{(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)(p-p_5)}{(p_2-p_1)(p_3-p_1)(p_4-p_1)(p_5-p_1)} =$$

$$= \frac{(4-2)(4-3)(4-6)(4-7)}{(2-1)(3-1)(6-1)(7-1)} = 0,2 ;$$

$$\alpha_2 = (-1)^4 \frac{(p-p_1)(p-p_3)(p-p_4)(p-p_5)}{(p_1-p_2)(p_3-p_2)(p_4-p_2)(p_5-p_2)} =$$

$$= \frac{(4-1)(4-3)(4-6)(4-7)}{(1-2)(3-2)(6-2)(7-2)} = -0,9 ;$$

$$\alpha_3 = (-1)^4 \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_4)(p-p_5)}{(p_1-p_3)(p_2-p_3)(p_4-p_3)(p_5-p_3)} =$$

$$= \frac{(4-1)(4-2)(4-6)(4-7)}{(1-3)(2-3)(6-3)(7-3)} = 1,5 ;$$

$$\alpha_4 = (-1)^4 \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_3)(p-p_5)}{(p_1-p_4)(p_2-p_4)(p_3-p_4)(p_5-p_4)} =$$

$$= \frac{(4-1)(4-2)(4-3)(4-7)}{(1-6)(2-6)(3-6)(7-6)} = 0,3 ;$$

$$\alpha_5 = (-1)^4 \frac{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)}{(p_1-p_5)(p_2-p_5)(p_3-p_5)(p_4-p_5)} =$$

$$= \frac{(4-1)(4-2)(4-3)(4-6)}{(1-7)(2-7)(3-7)(6-7)} = -0,1 ;$$

Отже маємо такий вираз через лінійну комбінацію a_1, a_2, a_3, a_6 і a_7 :

$$a_4 = 0,2a_1 - 0,9a_2 + 1,5a_3 + 0,3a_6 - 0,1a_7 \quad (7)$$

Відповідно до заданої послідовності (3) : $a_4=937$, $a_1=4$, $a_2=57$, $a_3=292$, $a_6=4849$, $a_7=9052$. Підставивши ці значення у (4), матимемо тотожність:

$$937 = 0,2 \times 4 - 0,9 \times 57 + 1,5 \times 292 + 0,3 \times 4849 - 0,1 \times 9052 ,$$

тобто: $937 = 937$.

Висновки. Для геометричного моделювання дискретних образів об'єктів будівництва можуть бути застосовані дані дослідження переходу від замкненої до рекурентної форми задання числових послідовностей довільними дискретними значеннями.

Література

1. Ковальов С.М. Дискретна інтерполяція нелінійними різницеvими операторами / С.М. Ковальов // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2012. – Вип. 89. – С. 207-211.
2. Пустюльга С.І. Дискретне визначення геометричних об'єктів числоvими послідовностями. Дис. д-ра техн. Наук: 05.01.01 / КНУБА. – К.: 2006.
3. Воронцов О.В. Визначення рекурентної залежності між членами числоvих послідовностей взятими із нерівномірним кроком. / О.В. Воронцов // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2012. – Вип. 90. – С. 68-73.

ДИСКРЕТНАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОДНОМЕРНЫМИ ЧИСЛОВЫМИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯМИ С НЕРАВНОМЕРНЫМ ШАГОМ

О.В. Воронцов

Показаны возможности использования одномерных числоvых последовательностей с неравномерным шагом для дискретного геометрического моделирования криволинейных образов. Рассмотрено определение полинома n -й степени произвольными дискретными значениями.

DISCRETE INTERPOLATION OF GEOMETRICAL CHARACTERS BUILDING OBJECTS BY UNIDIMENSIONAL NUMERICAL SEQUENCES WITH UNEVEN STEP

O. Vorontsov

Possibilities for using unidimensional numerical sequences have been shown with an uneven step for discrete geometrical design of curvilinear forms. Determination of n degree polynomial by means of discrete values has been considered.

ОСОБЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ЩОДО НАЙКРАЩОГО РОЗТАШУВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНИХ СПОРУД

*Київський національний університет будівництва та архітектури,
Україна*

В статті розглянуті можливості ефективного використання відновлювальних джерел енергії (геліо- та вітроустановки) в енергоактивних будівлях по всій території України. Проведен комплексний аналіз кліматичних карт України, визначені найбільш раціональні території України для розташування енергоактивних споруд.

Постановка проблеми. Одним із важливих завдань архітектурно-будівельної галузі України при проектуванні та будівництві нових енергогенеруючих споруд є врахування кліматичних особливостей конкретної місцевості України. Метою дослідження є розробка комплексної кліматичної схеми міст України щодо найкращого розташування енергоактивних споруд в яких використовуються геліо- та вітроустановки.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Темою кліматично-будівельного районування України займається багато вчених України, серед них роботи та публікації Сергейчука О.В., Фаренюка Г.Г., Кудрі С.О., Величка С.А. та інших.

Основна частина. Характерною особливістю енергогенеруючих будівель є використання для їх функціонування відновлювальних джерел енергії: сонця, вітру, гідроенергія, гіотермальна, біотермічна та інші види енергії. Тому важливим є вибір оптимального типу енергетичного обладнання для таких будівель в конкретній місцевості України.

На даний час вже створена єдина інформаційно-аналітична система оцінки енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії України, яка дозволяє проводити щорічне відслідковування та уточнення кількісних параметрів енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії по всій території України, отримуючи результати у вигляді картографічної інформації. Аналіз поточної та багаторічної інформації має за мету також видачу рекомендацій для застосування як вже освоєних, так і нових відновлюваних джерел енергії по всій території України. Інформаційно-аналітична система оцінки потенціалу відновлюваних джерел енергії в Україні дозволяє визначати обґрунтовані технічно-досяжні обсяги використання енергії відновлюваних джерел, що сприятиме виконанню завдань програми державної підтримки розвитку

нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики.

Важливим є аналіз бази даних енергетичних показників відновлюваних джерел енергії та розподілу їх енергетичного потенціалу по території України для основних напрямів освоєння:

- сонячно енергетичні ресурси;
- вітроенергетичні ресурси.

Сонячно енергетичні ресурси.

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м² поверхні, на території України знаходиться в межах: від 1070 кВт * год/м² в північній частині України до 1400 кВт * год/м² і вище в АР Крим (таб. 1). Термін ефективно експлуатації геліоенергетичного обладнання в південних областях України – 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень). Фотоелектричне обладнання може ефективно експлуатуватися на протязі всього року, а саме застосування плоских сонячних колекторів; концентруючих сонячних колекторів, які є ефективними лише для південних регіонів України.

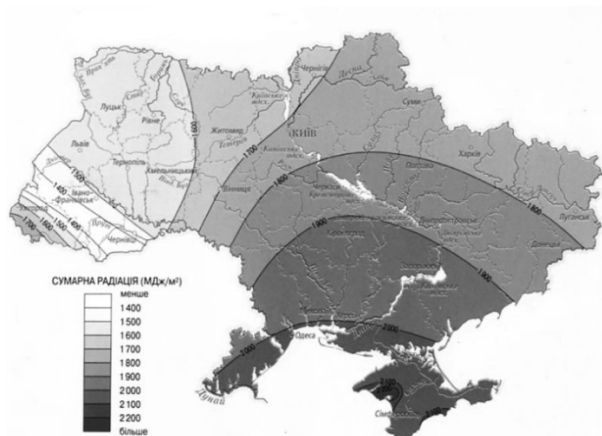


Рис. 1. Сумарна сонячна радіація (літо), МДж/м²

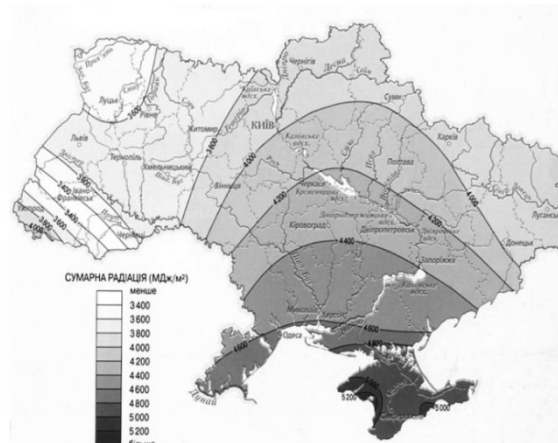


Рис. 2. Сумарна сонячна радіація (рік), МДж/м²

На рисунках 1 і 2 зображені схеми розподілу сумарної сонячної радіації влітку (рис. 1) та впродовж всього року (рис. 2). За даними вимірів і досліджень можна зробити висновок, що встановлення фотоелектричного обладнання в енергоактивних будинках буде ефективним і раціональним майже по всій території України, крім Чернівецької, Тернопільської та Івано-Франківської областей.

Таблиця 1

Сумарний річний доцільно-економічний потенціал сонячної енергії
на території України, МВт год/рік

№ п/п	Області	Доцільно-економічний потенціал МВт год/рік (x 10 ⁵)	№ п/п	Області	Доцільно-економічний потенціал МВт год/рік (x 10 ⁵)
1	Одеська	3,4	14	Вінницька	2,3
2	Херсонська	2,9	15	Кіровоградська	2,2
3	Дніпропетровська	2,8	16	Сумська	2,0
4	АР Крим	2,7	17	Львівська	1,9
5	Харківська	2,7	18	Хмельницька	1,8
6	Чернігівська	2,6	19	Черкаська	1,8
7	Запорізька	2,6	20	Волинська	1,6
8	Луганська	2,5	21	Рівненська	1,6
9	Донецька	2,5	22	Закарпатська	1,2
10	Житомирська	2,4	23	Івано-Франківська	1,2
11	Київська	2,4	24	Тернопільська	1,2
12	Миколаївська	2,4	25	Чернівецька	0,7
13	Полтавська	2,4	Всього		53,8

Вітроенергетичні ресурси.

В умовах України за допомогою вітроустановок можливим є використання 15...19% річного об'єму енергії вітру. Очікуванні обсяги виробництва електроенергії з 1 м² перерізу площі вітроколеса в перспективних регіонах складають 800...1000 кВт год/м² за рік (таб. 2).



Рис. 3. Карта розподілу вітроенергетичних ресурсів України (січень, липень)

Таблиця 2

Енергетичний потенціал вітрової енергії України

Середньорічна швидкість вітру, $V_{ср}$, м/с	Висота, м	Природний потенціал вітру, кВт год/м ² рік	Технічно-досяжний потенціал вітру, кВт год/м ² рік
Менше 4,25	15	1120	200
	30	1510	280
	60	2030	375
	100	2530	460
4,5	15	2010	390
	30	2710	520
	60	3640	700
	100	4540	850
5,0	15	2810	520
	30	3790	690
	60	5100	860
	100	6350	975
5,5	15	3200	620
	30	4320	830
	60	5810	1020
	100	7230	1150

Найбільш ефективний є встановлення вітроустановок для виробництва електроенергії в регіонах України, де середньорічна швидкість вітру більше 4,5 м/с: на Азово-Чорноморському узбережжі, в Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській, Миколаївській областях, АР Крим і в районі Карпат (рис. 3).

Сумарний сонячно-вітровий потенціал енергоресурсів України.

Таблиця 3

Сонячно-вітровий потенціал енергії міст України на протязі

№	Населенний пункт	Місяць року				Середнє значення за рік (умовні одиниці)	№	Населенний пункт	Місяць року				Середнє значення за рік (умовні одиниці)
		Січень	Квітень	Липень	Жовтень				Січень	Квітень	Липень	Жовтень	
1	Ужгород					- 1,25	14	Черкаси					- 0,5
2	Чернівці					- 1,5	15	Кіровоград					0,375
3	Івано-Франківськ					- 1	16	Полтава					1,125
4	Львів					-0,25	17	Харків					1,25
5	Тернопіль					- 0,625	18	Дніпропетровськ					0,375
6	Хмельницький					- 0,125	19	Луганськ					- 0,25
7	Луцьк					- 0,125	20	Донецьк					0,375
8	Рівне					- 0,625	21	Запоріжжя					-0,25
9	Житомир					- 0,25	22	Миколаїв					0,875
10	Вінниця					- 0,5	23	Херсон					0,75
11	Київ					0,375	24	Одеса					1,625
12	Чернігів					-0,25	25	Сімферополь					0,75
13	Суми					0,125	26	Севастополь					- 0,125

Умовні позначення:

■ -2,5	■ 0,5
■ -2,0	■ 1,0
■ -1,5	■ 1,5
■ -1,0	■ 2,0
■ -0,5	■ 2,5
■ 0,0	

року.



Рис. 4. Інтегральна оцінка розподілу сонячно-вітрового потенціалу енергії в Україні (січень, липень) у відносних показниках.

За даними метеорологічних спостережень були створені інтегральні карти сонячно-вітрового навантаження по регіонах України (рис. 4). Спираючись на ці дані, можна виділити наступні регіони України, де установка об'єктів геліо- та вітроенергетики є найбільш доцільною (таб. 3), але їх ефективність може бути різною. Енергія, що виробляється такими установками, знаходиться в прямій залежності від базових характеристик природних ресурсів, які вони використовуюють, з одного боку, та підбору технічних засобів з іншого.

Проаналізувавши карти, можна зробити висновок, що застосування геліо- та вітроустановок буде найбільш ефективним в наступних обласних центрах (таб. 3): Київ, Суми, Кіровоград, Полтава, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Миколаїв, Херсон, Одеса та Сімферополь.

Висновки. Все більше у сучасному світі, економічно розвинуті країни, звертають свою увагу на використання відновлювальної енергетики у будівництві житла. В багатьох країнах активно проектується та реалізуються об'єкти енергоактивної архітектури. В таких об'єктах є доцільним і обов'язковим використання відновлювальних джерел енергії. В даній статті були розглянуті можливості доцільного використання геліо- та вітроустановок по всій території України. Можна зробити висновок, що більша частина території України є придатною для встановлення таких систем, а отже і будівництво енергоактивної архітектури є перспективним напрямом розвитку будівельної сфери України.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть базуватися на детальному аналізі архітектурно - конструктивних характеристик енергоактивних споруд.

Література

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії України/ Кудря С.О., Яценко Л.В., Душина Г.П. та ін., Київ: Національна академія наук України. - 2001. – 41с.
2. Атлас «Климат и водные ресурсы Украины», Липинский В.Н., Осадчий В.И., Шестопалов В.М. и др.
3. Величко С.А. Энергетика навколишнього середовища України (з електронними картами і графіками). Навчально-методичний посібник для магістрантів, під ред. проф. І.Г. Черваньова, Харків: Харківський національний університет ім.В.Н. Каразіна. – 2003. – 52с.
4. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд. Книга1. Основи проектування: Підручник. – К.: Кондор, - 2011 р. – 378 с.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60с.
6. ДСТУ – НБ В.1.1. – 27:2010. Будівельна кліматологія. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123с.
7. Кошева В.О. Енергогенеруючі будівлі та фактори, що впливають прийняття їх проектних рішень в сучасній архітектурі, технічна естетика і дизайн, науково – технічний збірник, випуск № 11, Київ – 2012. ст.80-85с.

ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРИТОРИИ УКРАИНЫ, КАСАТЕЛЬНО НАИЛУДШЕГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭНЕРГОАКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Г.В. Гетун, В.А.Кошева

В статье рассмотрены возможности использования возобновляемых источников энергии (гелио- и ветроустановок) в энергоактивных зданиях по всей территории Украины. Проведен анализ, где определены наиболее рациональные территории Украины для размещения таких зданий.

THE CLIMATE ZONING AREAS OF UKRAINE ABOUT THE BEST LOCATION POWERGENERATING BILDINGS

G. Getun, V. Kosheva

In the article analyzed the possibilities of using renewable energy sources (solar and wind power) generation in energy active buildings throughout the territory of Ukraine. The analysis, which identifies the most rational territory of Ukraine for the placement of such buildings.

УЧЁТ ДЕМОГРАФИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОДНОКВАРТИРНОГО И БЛОКИРОВАННОГО ЖИЛЬЯ В УКРАИНЕ

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

Рассматривается влияние демографии на коэффициент компактности отдельностоящих и блокированных зданий и предлагаются пути его улучшения.

Постановка проблемы. Начиная с энергетического кризиса 70-х годов прошлого века, вопросам повышения энергоэффективности зданий уделяется много внимания во всём мире. Это связано с тем, что до 40% энергии в мире ежегодно расходуется для поддержания комфортных условий в зданиях. В Украине эта проблема особенно обострилась в последнее десятилетие в связи с резким подорожанием стоимости импорта российского газа (с 50\$ за 1000 м³ в 2005 г., до 415\$ – в марте 2013 г.).

Одним из факторов, влияющих на энергоэффективность зданий является их коэффициент компактности Λ – отношение общей площади наружных ограждающих конструкций F к отапливаемому объёму V . Чем меньше значение Λ , тем меньше энергопотери. Одноквартирные дома, состоящие из 1-2 жилых комнат, не могут иметь удовлетворительный коэффициент компактности. Это приводит к большому энергопотреблению. Дома на одну семью составляют 98 % всех жилых зданий в Украине. Количество комнат в доме зависит от состава семьи, то есть от демографических показателей. Поэтому важным является исследование влияния демографии на энергоэффективность зданий.

Анализ последних исследований и публикаций. В различных странах ЕС средний размер домохозяйств составляет 2,4 согласно данным стран Европейского Союза за 2010 год, (Дания – 2,0; Швеция – 2,1; Франция – 2,2; Бельгия – 2,3; Италия – 2,4; Чехия – 2,5; Украина – 2,6; Ирландия – 2,7; Кипр – 2,8; Болгария – 2,9) [1]. Основную часть всех имеющихся типов семей составляют малые семьи: одиночки, неполные простые семьи (родитель с ребенком), супружеские пары без детей. Их количество составляет: в Японии – 44% , Финляндии - 55% , Дании – 63% , Швеции – 68%. Вторая по величине группа – средние семьи. Они составляют: в Финляндии – 36%, Дании – 31 % , Швеции – 27% [2]. Большие семьи (5 и более чел.) занимают незначительную часть общей численности семей в этих странах.

Количество домохозяйств в 2012 г. в Украине составляло 16984,1. Из них домохозяйства, в которых проживал только 1 человек, составляли

22,5%, 2 человека – 30,6%, 3 человека – 24,2%, 4 и более человек – 22,7% состоящей из одного человека [1].

В Европейских странах обнаруживает тенденцию сокращения строительства маленьких квартир (одно- и двухкомнатных) и увеличение доли трех-, четырех- и пятикомнатных квартир.

Показатели жилищной обеспеченности семей в разных странах свидетельствуют о связи между параметрами жилища (общая площадь, количество комнат), планировочными характеристиками и социально-экономической структурой семей, а также формами собственности на жилье. Как правило, жилища малой площади и комнатности принадлежат государственной собственности, квартиры и дома со средними параметрами – общественной и кооперативной, значительные по площади, многокомнатные и комфортные квартиры и дома – частной собственности [2].

Зарубежный опыт показывает, что коэффициент компактности для жилых домов с одинаковым общим объемом имеет наибольшее значение для одноквартирных, среднее и умеренно-высокое – для блокированных (двух- и более квартирных). Значения компактности колеблется в пределах от 0,8 до 2,2 [3]. Для домов, построенных по стандарту Passive House, рекомендуются значения $\Lambda \leq 0,7$ [4].

Согласно строительным нормам Украины [5], значения коэффициента компактности домов, которые рекомендуются для жилых домов, составляют 0,61; 0,54; 0,46 – соответственно для двух-, трех- и четырехэтажных блокировочных и секционных зданий; 0,9 – для двух- и одноэтажных зданий с мансардой; 1,1 – для одноэтажных зданий.

Известно, что соотношение площади поверхности к объему менее всего в сфере ($F/V = 4,84$ при $V = 1$); у куба оно уже равняется 6 и растет с усложнением формы. С другой стороны, блокирование объемов позволяет уменьшить это соотношение в сравнении с отдельно расположенными объемами [6].

В соответствии с нормами Украины жильё разделяется на две категории. Категорию II можно отнести к социальному жилью. Площади жилых квартир II категории в зависимости от количества комнат следует принимать по табл. 1 [7].

Табл. 1

Типы квартир и их нормативные площади

Количество жилых комнат	1	2	3	4	5
Нижний и верхний предел площади квартир, м ²	30-40	48-58	60-70	74-85	92-98

Постановка задачи. Исследование влияния демографии на проектирование одноквартирного и блокированного жилья II категории в Украине и разработка предложений по уменьшению коэффициента компактности таких зданий.

Основная часть. В табл. 2 приводится распределение по архитектурно-строительным климатическим районам Украины [8] домохозяйств с различным численным составом проживающих в них лиц, полученное по данным [2].

Табл. 2

Распределение домохозяйств по архитектурно-климатическим районам Украины

Район	Общее количество домохозяйств (тысяч)	Количество домохозяйств, которые состоят из %			
		одного лица	двух лиц	трех лиц	четырёх и более лиц
I	5210	$\frac{1225}{23}$	$\frac{1602}{31}$	$\frac{1196}{23}$	$\frac{1187}{23}$
II	7643	$\frac{1749}{23}$	$\frac{2497}{33}$	$\frac{2032}{26}$	$\frac{1365}{18}$
III	1311	$\frac{219}{17}$	$\frac{309}{24}$	$\frac{254}{19}$	$\frac{529}{40}$
IV + V	869	$\frac{203}{23}$	$\frac{257}{29}$	$\frac{207}{24}$	$\frac{202}{24}$

Поскольку наименьший коэффициент компактности среди прямоугольных в плане зданий имеет параллелепипед с основаниям 1:1, рассчитаем габариты такого дома из условия высоты этажа 3 м при одноэтажном и двухэтажном исполнении. При этом использованы нормативные размеры площади, в соответствии с таблицей 1. Результаты расчёта представлены в табл. 3.

Табл. 3

Габариты и коэффициент компактности отдельно стоящего здания минимальной компактности

Количество этажей	Количество комнат в доме				
	1	2	3	4	5
Габариты, м Δ дома при нижнем пределе площади квартиры					
1	$\frac{5,48 \times 5,48 \times 3}{1,4}$	$\frac{6,93 \times 6,93 \times 3}{1,24}$	$\frac{7,75 \times 7,75 \times 3}{1,18}$	$\frac{8,6 \times 8,6 \times 3}{1,13}$	$\frac{9,6 \times 9,6 \times 3}{1,1}$
2	$\frac{3,88 \times 3,88 \times 6}{1,2}$	$\frac{4,9 \times 4,9 \times 6}{1,15}$	$\frac{5,48 \times 5,48 \times 6}{1,06}$	$\frac{6,08 \times 6,08 \times 6}{0,99}$	$\frac{6,78 \times 6,78 \times 6}{0,92}$
Габариты, м Δ дома при верхнем пределе площади квартиры					
1	$\frac{6,33 \times 6,33 \times 3}{1,3}$	$\frac{7,62 \times 7,62 \times 3}{1,19}$	$\frac{8,37 \times 8,37 \times 3}{1,14}$	$\frac{9,22 \times 9,22 \times 3}{1,1}$	$\frac{9,9 \times 9,9 \times 3}{1,07}$
2	$\frac{4,47 \times 4,47 \times 6}{1,23}$	$\frac{5,39 \times 5,39 \times 6}{1,08}$	$\frac{5,92 \times 5,92 \times 6}{1,01}$	$\frac{6,52 \times 6,52 \times 6}{0,95}$	$\frac{7,0 \times 7,0 \times 6}{0,9}$

Расчеты показывают, что коэффициент компактности даже четырех-пятикомнатных домов является очень большим если ориентироваться на рекомендации Passive House, а для одно - трехкомнатных квартир даже не удовлетворяет рекомендациям [5]. Даже если учитывать, что в табл. 1

приводятся данные для квартир в многоэтажном здании, без учета площади тамбура, лестницы, что неминуемо приведет к увеличению нормативных показателей площади в индивидуальных домах II категории на 5-10%, всё равно одно-трехкомнатные жилые дома не могут быть энергоэффективными. Поэтому необходимо использовать блокирование квартир в таких домах.

Для домов, состоящих из 1-2 комнат компактной является здание с периметральным блокированием квартир вокруг внутреннего дворика, как показано на рисунке 1. Такой тип домов идеален для использования внутреннего дворика в качестве аккумулятора тепла солнечной энергии в отопительный период и позволяет обеспечить естественную вентиляцию в летний период, как показано на разрезе рис. 2. Кроме того, такое решение позволяет не делать тамбур в отдельной квартире.

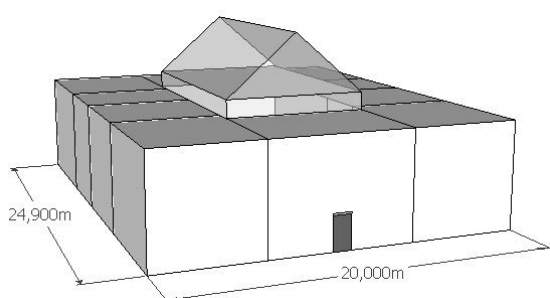


Рис. 1. Дом с внутренним двориком для блокирования одно- и двухкомнатных квартир

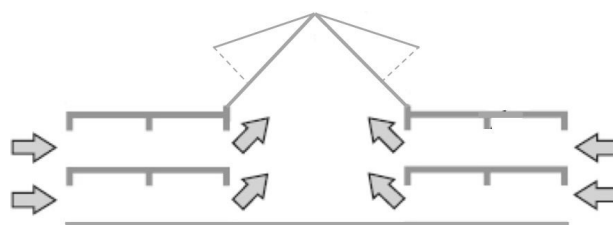


Рис. 2. Внутренней дворик как аккумулятор тепла и фактор обеспечения естественной вентиляции

Для трех и четырехкомнатных квартир можно рекомендовать их линейную блокировку. Здания будут иметь коэффициент компактности $\Lambda \leq 0,6$ при блокировании минимум девяти двухэтажных квартир (рис. 3).

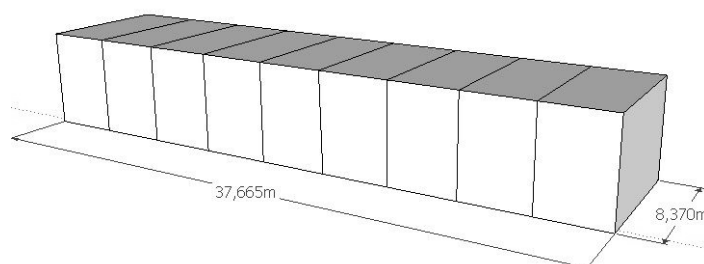


Рис. 3. Линейное блокирование девяти двухэтажных трех- четырехкомнатных квартир

Для повышения компактности пятикомнатных квартир можно рекомендовать также их линейную блокировку. В этом случае, для достижения $\Lambda \leq 0,6$ достаточно заблокировать 5 квартир.

Выводы. Для получения рациональных показателей компактности дома рекомендуется использовать застройку с высокой плотностью с внутренним двориком для блокирования одно- и двухкомнатных

жилищных блоков. Для трех-, четырехкомнатных жилищных блоков рационально использовать их линейное блокирование. Жилищные блоки с большим числом комнат могут иметь достаточный коэффициент компактности в качестве отдельно расположенных домов.

Литература

1. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2012 році - (за даними вибіркового обстеження умов життя домогосподарств України). Статистичний збірник, Київ, 2012. – 81 с.
2. Шило Н.М. Принципи формування функціонально-планувальної структури міського малоповерхового житла – дис. на здобуття наук. ступеня канд. арх : спец. 18.00.02. / Н.М. Шило – К, 1997– С. 15 – 16.
3. The PASSIVHAUS standard in European warm climates: Design guidelines for comfortable low energy homes / part 3. Comfort, climate and passive strategies, –, July 2007 – С. 29 – 30.
4. WT4006_04 external envelope / [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.constructionstudies.ie/modules/wt4006-services--control/wt4006_04_notes.pdf – 16с.
5. Сергейчук О. В. Геометрическое моделирование физических процессов при оптимизации формы энергоэффективных домов – диссертации на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 / О. В. Сергейчук – К, 2008 – С. 43 – 49.
6. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинні від 2007-04-01] / Мінбуд України. — К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
7. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2.-15-2005. – [Введені в действие с 1 янв. 2006 г.] / Держбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2005. – 50 с. – (Государственные строительные нормы Украины);
8. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [Чинний з 2011-11-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 107 с. – (Державний стандарт України).

ВРАХУВАННЯ ДЕМОГРАФІЇ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОДНОКВАРТИРНОГО ТА БЛОКОВАНОГО ЖИТЛА В УКРАЇНІ

М. З. Діб

Розглядається вплив демографії на коефіцієнт компактності окреморозташованих і блокованих будинків і пропонуються шляхи його поліпшення.

DESIGNING OF ENERGY EFFICIENT BUILDING OF SINGLE AND TERRACED FAMILY HOUSES BASED ON DEMOGRAPHIC DATA OF UKRAINE

M.Dib

The article considers the influence of demographic data at the coefficient of compactness of single and terraced family houses and the ways of improvements of the coefficient.

СУЧАСНА ТОМОГРАФІЯ ТА ЇЇ МОЖЛИВОСТІ СТОСОВНО ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ВОГНЕГАСНОГО ПОРОШКУ

Національний університет цивільного захисту України

Показано, як комп'ютерне оснащення і успіхи обчислювальної математики сприяють розвитку методів томографічного дослідження внутрішньої структури вогнегасного порошку.

Постановка проблеми. Швидкий прогрес медичної томографії супроводжувався зародженням і розвитком багатьох інших впроваджень цього універсального методу діагностики [1,2,3,4]. Методи обчислювальної томографії стали глибше проникати в техніку фізичного експерименту, у геофізику, фізику космосу, астрономію, аналітичну хімію, вони внесли кардинальні зміни в дефектоскопію, до яких відноситься і діагностика стану речовини у порожнині порошкового вогнегасника. Для визначеності вважають, що промені зондування переміщуються паралельно; тоді одній проекції відповідає деякий кут стосовно обраної системи відліку. Обертаючи промінь у тій же площині на малий кут, повторюємо процес реєстрації промінь - сум і одержуємо нову проекцію. Процес сканування з різними кутами продовжується доти, поки повний кут повороту не складе 180° . У результаті в пам'яті ЕОМ має накопичуватися необхідна вихідна інформація для реконструкції зображення у виділеній площині (перетині).

Аналіз відомих досліджень. Сучасна обчислювальна томографія [3, 4] використовує підхід, який доцільно пояснити на схемі рентгенівської діагностики (рис. 1). При цьому випромінювання рентгенівського джерела повинно бути добре колімоване: діаметр пучка випромінювання повинен мати порядок міліметра. Це дає підстави вважати, що просвічування має вигляд *променів просвічування*.

На рис. 1 «а» колімований пучок променів проходить у площині F, послабляється об'єктом O і реєструється детектором D, при цьому вплив площин F' і F'' цілком усунуто. На рис. 1 «б» зображено вид на площину F зверху: джерело і детектор переміщуються, утворюючи набір промінь - сум і формуючи проекцію. Кожен промінь, що пройшов крізь дослідне тіло, характеризується інтенсивністю, ослабленою відносно початкового рівня. Детектор, що розташований на виході, фіксує деяку інтегральну величину цього ослаблення, яка одержала назву *промінь – суми*. Далі сигнал за допомогою аналого-цифрового перетворювача може бути введений у пам'ять ЕОМ у вигляді цифрового імпульсу. Переміщуючи промінь обраній площині (наприклад, паралельно або „віялом”),

одержуємо набір промінь - сум, що визначають одномірну проекцію.

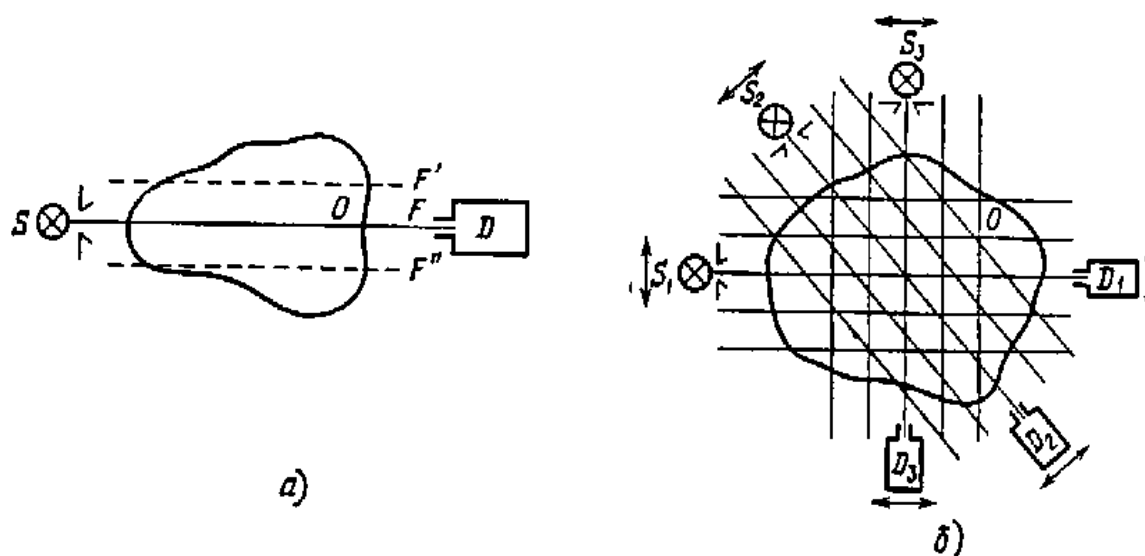


Рис. 1. Схема обчислювальної томографії.

Постановка задачі. Навести теоретичну частину методики діагностики стану порошку у закритих ємностях порошкового вогнегасника за допомогою медичної рентгенівської апаратури, принцип дії якої базується на ідеї томографії.

Основна частина. Процедура відновлення структури об'єкта за обмірюваними проекціями є частиною будь-якого томографічного експерименту. З математичної точки зору, це є задачею інтегральної геометрії [5].

Нехай $g(x)$ і $R(x, y)$ - гладкі функції, визначені відповідно в n -мірному і $(n + k)$ - мірному просторах, $x = (x_1, \dots, x_n)$ і $y = (y_1, \dots, y_k)$ - вектори, $\{M(y)\}$ — деяка сім'я гладких многовидів [3]. Відомі інтеграли

$$\int_{M(x)} R(x, y)g(x)d\sigma = f(y) \quad (1)$$

і вагові функції R , $d\sigma$ — елемент міри на $M(x)$. Потрібно знайти функцію $g(x)$. Відразу ж зазначимо, що в більшості задач обчислювальної томографії $n = 2$ або 3 , $k = 1$ або 2 , $R = 1$, многовид M — точки на прямолінійній або криволінійній траєкторії.

При класифікації задач обчислювальної томографії доцільно виділити лінійні задачі із сильними апріорними обмеженнями. У даному випадку апріорна інформація щодо шуканої функції $g(x)$ звичайно буває наступною. У простому випадку може бути заданий функціональний вид $g(x)$, і тоді залишається визначити лише кілька невідомих параметрів, що входять до задачі.

Далі, може вважатися відомою форма кривих, на яких шуканий двовимірний розподіл $g(x)$ приймає постійне значення (ізолінії). Найпростіший випадок — це ізолінії у виді концентричних кіл, коли об'єкт

неоднорідний лише в радіальному напрямку і для відновлення $g(x)$ (x - радіальна змінна) потрібна одна проекція $f(y)$. Рівняння (1) при $R = 1$ вироджується в цьому випадку в класичне рівняння Абеля

$$\int_0^y \frac{g(x)}{\sqrt{y-x}} dx = f(y), \quad (2)$$

що має для неперервної диференційованої функції $f(y)$ єдиний розв'язок

$$g(x) = \frac{1}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{f(y)}{\sqrt{x-y}} dy. \quad (3)$$

Але наявність порівняно простої формули перетворення (1.5) зовсім не означає, що похибка відновлення $g(x)$ буде того ж порядку, що і похибка виміру проекції $f(y)$. Справді, задача відноситься до класу некоректних і будь-який алгоритм чисельного відновлення $g(x)$ необхідно регуляризувати, тобто необхідно використати додаткові обмеження на функцію $g(x)$, погоджених з випадковою помилкою вимірів $f(y)$.

Звернемося знову до рівняння (1.3), покладемо в ньому $R = 1$, а в якості $\{M(y)\}$ розглянемо сім'ю будь-яких гіперплощин у n -мірному просторі. У такій постановці задача визначення, наприклад, коефіцієнта лінійного ослаблення $g(x)$ була розв'язана математиком І.Радоном.

Рис. 2 пояснює результати інверсії Радона в двовимірному випадку [3]. Нехай L — промінь, що перетинає об'єкт, s — відстань, яка виміряна уздовж нього, O — початок системи координат, φ — кут між базисною лінією OM , що лежить в обраній площині, і перпендикуляром, опущеним із O на L , p — найкоротша відстань від O до L , \mathbf{n} — орт, обумовлена тим же кутом φ .

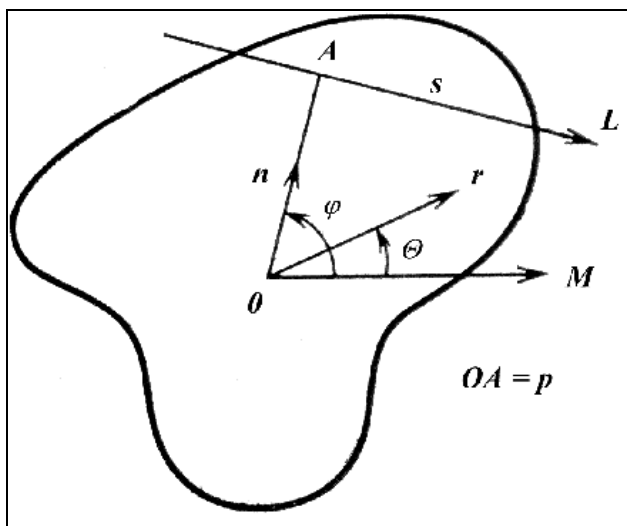


Рис. 2. До визначення змісту змінних, використовуваних у формулах (2) і (3)

Для обраних позначень можна записати

$$\int_L g(\mathbf{r}) ds = f(p, \mathbf{n}), \quad (4)$$

де двовимірний вектор \mathbf{r} , повернений відносно OM на кут θ , характеризує положення на площині тієї точки, у якій відшукується розподіл g по проекціях $f(p, \mathbf{n})$. Як показано Радоном [6, 7],

$$g(\mathbf{r}) = \frac{\nabla^2}{2\pi^2} \int_0^\pi d\varphi \int_{-\infty}^{+\infty} f(p, \mathbf{n}) \ln|p - \mathbf{r}\mathbf{n}| dp. \quad (5)$$

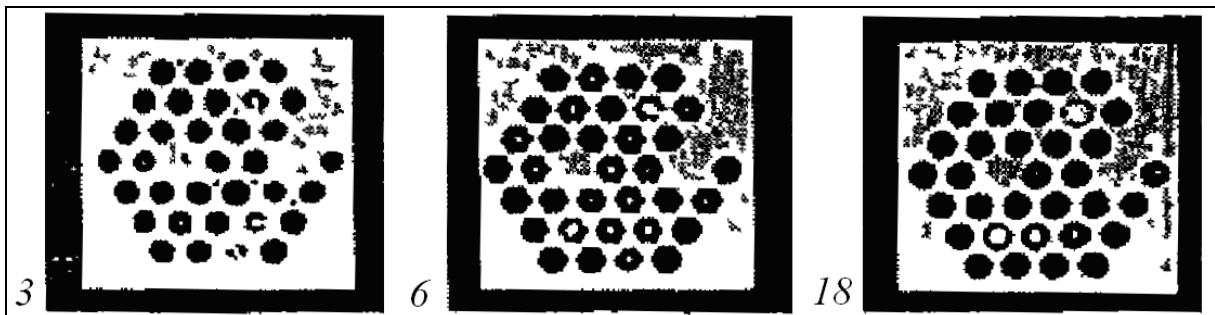
В даний час розроблено велику кількість ефективних алгоритмів, що дозволяють на швидкодіючих комп'ютерах одержувати томограми за проєкціями $f(p, \mathbf{n})$ і реалізованих на комп'ютерних томографах. Для розрахунків можна (звичайно, після відповідної регуляризації, тому що задача залишається некоректною) використовувати вираз (5); у внутрішніх інтегралах маються на увазі головні значення за Коші. Розв'язок Радона у випадку $n = 3$ має вигляд

$$g(r) = -\frac{\nabla^2}{8\pi^2} \int_{S_0} f(r\mathbf{n}, \mathbf{n}) d\Omega, \quad (6)$$

де S_0 - поверхня одиничної сфери, $d\Omega$ - елемент тілесного кута, обумовленого ортом \mathbf{n} , а функція $f(r\mathbf{n}, \mathbf{n})$ є поверхневим інтегралом від функції g , узятий у площині, що проходить через точку \mathbf{r} і нормальної до \mathbf{n} .

Далі розглянемо проблеми дефектоскопії. З кожним роком стає все більш значною роль обчислювальної томографії як ефективного і універсального інтроскопійного методу контролю промислових виробів і усіляких матеріалів, а також і харчових продуктів.

У ряді робіт об'єктом дослідження є важко доступні, і разом з тим найбільш уразливі, елементи конструкції ядерного реактора: тепловиділяючі елементи (твели), охолоджувачі, тощо. На рис. 3 відтворені результати томографування гексагональних ґрат з 37 твелів, у якій бракує трьох елементів, а в чотирьох маються порожнечі [3]. Відновлення здійснювалося за 3, 6 і 18 проєкціям.



**Рис. 3. Приклад дефектоскопії гексагональних ґрат твелів.
Три елементи відсутні, а чотири потребують заміни.
Відновлення виконане по 3, 6 і 18 проєкціям.**

Зроблено висновок про те, що навіть шести проєкцій виявилось б досить для розв'язання поставленої дефектоскопічної задачі, а трьох вистачить для ідентифікації відсутнього або непридатного для експлуатації твела, якщо апріорі відомо, що дефект мається тільки в одному місці ґрат. Аналогічний розв'язок задачі можна здійснити із залученням фантома при

просвічуванні пучком нейтронів з енергією 24 кев [3].

Освоєний томографічний контроль вузлів реактивних двигунів і турбін, неметалічних елементів конструкції вертольота, конденсаторів, розрахованих на великі струми і напруги. Цілий ряд результатів отримано у НДІ Інтроскопії (Москва). Так, у шарі діелектричного виробу діаметром 240 мм легко виявляється наявність мідного дроту діаметром 15 мкм; виходить чітка картина поперечного перерізу труби, яка, крім тонкої оболонки, містить три ряди щільно упакованих металевих трубок, а у внутрішній порожнині - спіральну конструкцію з шести шарів металу із діелектричними прошарками [4].

Слід згадати про діагностичні можливості обчислювальної томографії, заснованої на ЯМР - спектроскопії і що дозволяє одержувати 2- і 3-мірні поля у часі ядерної спінової релаксації. Так, можна здійснювати неінвазивний локальний контроль якості олії, сиру, маргарину й інших харчових продуктів безпосередньо у товарній упаковці, що робилося раніше лише для великого об'єму продукту «у середньому» [2].

Розміри резервуарів систем порошкового вогнегасіння можуть бути досить великими. Тому у якості прототипів доцільно навести системи інтроскопії об'єктів великих габаритів [2, 8].

Так, радіаційний інтроскоп "Модель-4000" фірми "Америкен Сайенс Інженірінг" (США) призначено для просвічування автомобілів і легких транспортних засобів на контрольно-пропускних пунктах з метою знайти вогнепальну зброю, контрабандні предмети, а також для контролю твердопаливних двигунів ракет, тощо (рис. 4).

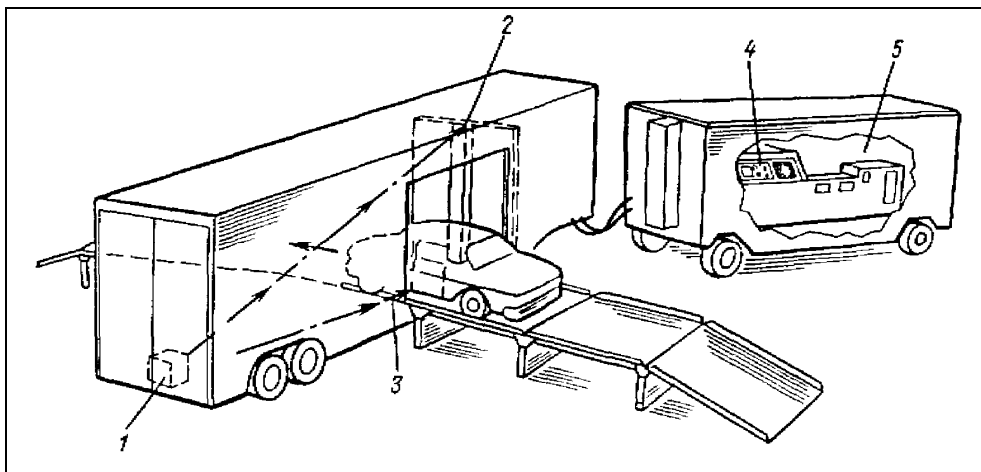


Рис. 4. Структурна схема радіаційного інтроскопа "Модель 4000":
1 – джерело випромінювання; 2- блок детекторів;
3 – транспортер; 4 – цифрова система обробки сигналів;
5 – система аналізу та діагностики

Система радіаційного інтроскопа "Модель 4000" складається з двох боксів устаткування, установлених на транспортних засобах для полегшення транспортування до пунктів контролю. Джерело випромінювання і лінійка детекторів розміщені на причепі з

транспортером, який переміщує досліджуваний об'єкт між ними. Щоб уникнути ефектів вібрації транспортер усередині причепа механічно ізольований від блоку джерело-детектор.

Як джерело випромінювання використовується лінійний прискорювач (з енергією біля 10 Мэв) або радіоактивний ізотоп. Лінійка детекторів виготовлена по запатентованою фірмою технології. Якщо пасажери залишаються в машині при скануванні, то вони одержують дозу менш ніж 1 мР (для порівняння, на сеансі флюорографії пацієнт одержує дозу 30 мР). При цьому час сканування предмета з габаритами 1,85м × 7м × 2,8м складає 10 сек. з просторовим вирішенням 5 мм.

Устаткування для контролю, що не руйнує, за методом радіаційної обчислювальної томографії включає радіаційну систему сканування й обчислювальний комплекс із системою математичного забезпечення і пристроєм візуалізації (рис. 4). До складу системи сканування входять джерело випромінювання, блок детекторів, елементи рентгенооптики (коліматори, компенсатори, фільтри), привід системи сканування з елементами зрівноважування і компенсації вібрацій, вимірювальні і керуючі датчики координат [8].

Детекторні пристрої радіаційної обчислювальної томографії забезпечують перетворення енергії квантів в електричний аналоговий сигнал. Коліматор, детектор і відповідний електронний блок утворюють канал виміру. Для зниження похибки виміру до складу радіаційної обчислювальної томографії включають канал опорного сигналу, розташований звичайно поблизу випромінювача. Вимірювальні канали поєднують у матрицю детекторів. Кількість опорних сигналів досягає 1- 4, вимірювальних - від 1 до 2000.

У цьому томографі фотодетектори пов'язані зі сцинтилятором, який сприймає проникаюче випромінювання, скловолоконними лініями, що виключає вплив іонізуючого випромінювання на фотодетектори. До обчислювального комплексу томографа входить керуюча ЕОМ зі швидкістю прийому даних 10 Мбайт/с, спецпроцесор для попередньої обробки інформації, конвеєрний спецпроцесор, комп'ютер з великою пам'яттю для збереження даних з метою їхнього подальшого використання. Томограф AF/ACTS-1 фірми ARACOR містить рентгенівський випромінювач на 420 кв і може контролювати об'єкти (оболонки) двигунів ракет діаметром до 870 мм і масою до 2,5 т.

Висновок. Використання такої коштовної техніки поки що не доцільне для діагностики побутових порошкових вогнегасників. Тому доцільно провести дослідження, спрямовані на створення методики діагностики порошкового вогнегасника за допомогою дешевшої техніки

Література

1. Машиностроение. Энциклопедия / Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т.3-7. Под ред. *В.В.Клюева*. - М.: Машиностроение, 1996.- 464 с.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / *В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, В. Н. Филинов* и др.; Под ред. *В. В. Клюева*. М.: Машиностроение, 1995. 488с.
3. *Пикалов В.В., Преображенский Н.Г.* Вычислительная томография и физический эксперимент // Успехи физ. наук. - 1983. -141, N.3. - С.469-498.
4. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. В 2-х книгах. Под ред. *В.В.Клюева*. - М.: Машиностроение, 1986. - 488 с.
5. *Гельфанд И. М., Граев М. И., Виленкин Н. Я.* Интегральная геометрия и связанные с ней вопросы теории представлений. Серия “Обобщенные функции”. - М.: Физматгиз, 1962. - Вып. 5. - 656 с.
6. *Ауслендер А.Л., Вишняков Г.Н., Левин Г.Г.* Решение интегрального уравнения Радона в оптическом процессоре//Оптика и спектроскопия.— 1980 — Т. 48, вып. 5.— С. 946 - 950.
7. Введение в современную томографию /Под ред. *К.С. Тернового, М.В.Синькова*.- Киев: Наукова думка, 1983.-232 с.
8. Неразрушающий контроль с источниками высоких энергий /*В.В.Клюев, Ф.Р.Соснин* и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТОМОГРАФИЯ И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТНОСИТЕЛЬНО ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОГNETУШАЩЕГО ПОРОШКА

Н.А. Дригваль, С.В. Корженко, А.Б. Васильев

Показано, как компьютерное оснащение и успехи вычислительной математики оказывают содействие развитию методов томографического исследования внутренней структуры огнетушащего порошка.

MODERN TOMOGRAPHY AND ITS OPPORTUNITIES CONCERNING CONDITION DIAGNOSTICS OGNETUSHASHCHEGO OF POWDER

N.Drigval, S.Korzhenko, A. Vasilyev

It is shown how computer equipment and successes of calculus mathematics render assistance to development of methods tomographic research of internal structure of powder of suppression of fire.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЖИГАНИЯ ГАЗА ОТ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

**Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
Украина*

***Одесский национальный политехнический университет, Украина*

Приведены результаты экспериментальных исследований взаимодействия закрученных потоков в процессе сжигания газа в теплогенерирующих установках. Предложен новый способ управления положением максимума температур в топке.

Постановка проблемы. Развитие энергетического комплекса Украины в условиях импорта около 60% потребляемых топливно-энергетических ресурсов требует разработки и применения высокоэффективных энергосберегающих технологий. Однако, применяющееся в настоящее время теплогенерирующее оборудование установлено из расчета максимальных тепловых нагрузок, что в условиях изменения наружной температуры предполагает его работу в режимах, отличных от номинальных, приводящих соответственно, к перерасходу топлива. В то же время, нормативные документы [1] требуют установки терморегулирующей арматуры на каждом нагревательном приборе, что в свою очередь увеличивает их площадь на 15% для обеспечения необходимого диапазона температурного регулирования, которое изменяет гидравлику теплоснабжающих систем [2] и снижает, таким образом, полезную производительность тепло генераторов. Необходимо также отметить, что при установке теплогенерирующих установок большой мощности эти колебания режимов работы сглаживаются за счет преобладающей доли потребления тепла на технологические нужды, что выдвигает на первый план проблему расширения режимов работы теплоэнергетического оборудования малой мощности, применяемого, в основном, для систем децентрализованного теплоснабжения.

В настоящее время одним из наиболее перспективных методов интенсификации передачи тепла в камерах сгорания является приближение поверхности нагрева к фронту пламени.

Целью настоящей работы является интенсификация передачи тепла в камерах сгорания путем использования эффекта взаимодействия двух встречных закрученных потоков в топке.

Исследование взаимодействующих закрученных потоков.

На основании полученных в [3] результатов исследований выявлено, что применение взаимодействующих встречных закрученных потоков,

смещенных относительно друг друга, позволяет формировать требуемое результирующее поле скоростей в зависимости от конфигурации пространства.

Таким образом, предложен способ интенсификации передачи тепла в камерах сгорания, заключающийся во взаимодействии двух встречных закрученных потоков, смещение которых относительно друг друга формирует требуемое результирующее поле скоростей в зависимости от конфигурации пространства топочной камеры. Сравнение экспериментальных данных результирующих скоростей при взаимодействии встречных смещенных закрученных потоков, сходящихся под различным углом, встречных и параллельных закрученных струй показало, что предложенный способ позволяет до 20% увеличить диапазон варьирования тепловой нагрузки оборудования [4].

Выполнено сравнение получаемого в результате взаимодействия прямоточных и закрученных струй диффузионного пламени под сходящимся углом (рис.1—3), встречных (рис.4) и встречных, смещенных в горизонтальной плоскости (рис.5, 6), при сжигании сжиженного газа [5]. В качестве базы была использована горелка Бунзена, на которую коаксиально устанавливался патрубок с тангенциальным подводом воздуха, расход последнего варьировался шибером, установленным на выходе из вентилятора таким образом, чтобы не превышать коэффициент избытка воздуха более 1,1. В результате проведения таких опытов выявлено, что длина результирующего пламени гораздо меньше в закрученных потоках, чем при сжигании газа в прямоточных струях при одинаковых остальных условиях, а ширина значительно больше, при этом отсутствуют зоны неполного сгорания, наблюдаемые в прямоточных струях, хотя при сжигании в закрученной струе необходим предварительный подогрев горелки для избежания срыва пламени в начальный период работы. Формирование пламени при сжигании встречных, смещенных в горизонтальной плоскости закрученных потоков газа показало, что разрыва пламени не наблюдается даже при смещении горелок на 3 диаметра, а вращение его в горизонтальной и вертикальной плоскостях подтверждает выводы, сделанные в аэродинамических исследованиях изотермических потоков.

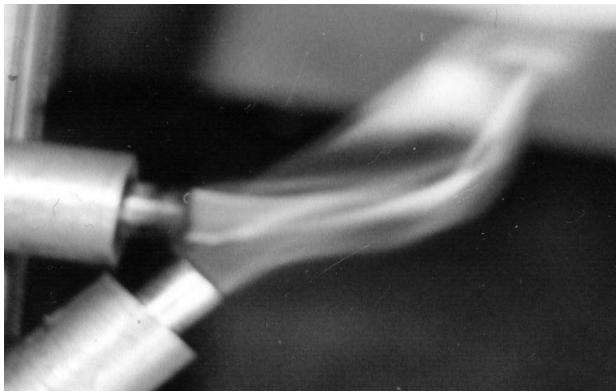


а) Прямоточные струи

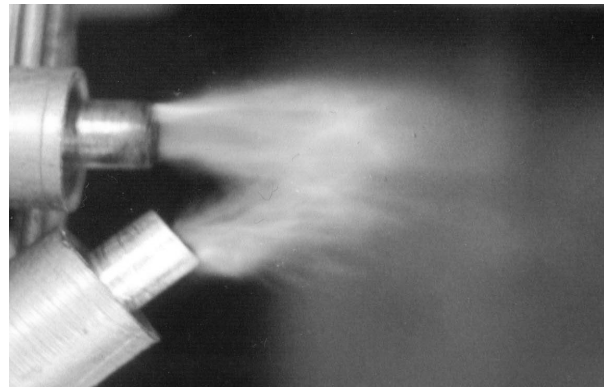


б) Закрученные струи

Рис.1. Взаимодействие струй сжигаемого газа под углом 90°.

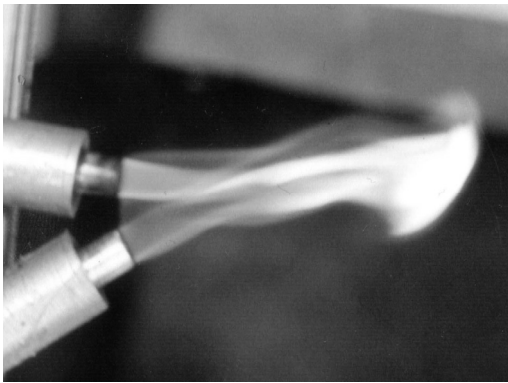


а) Прямоточные струи

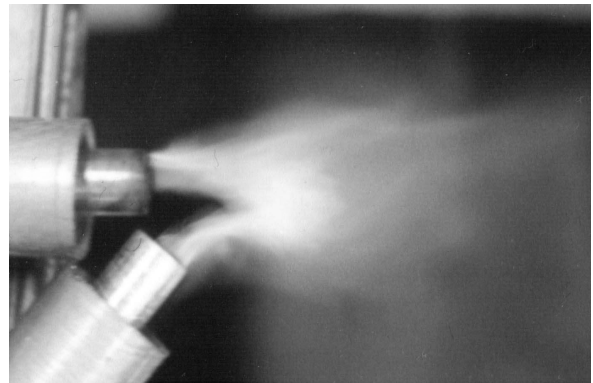


б) Закрученные струи

Рис.2. Взаимодействие струй сжигаемого газа под углом 45°.



а) Прямоточные струи

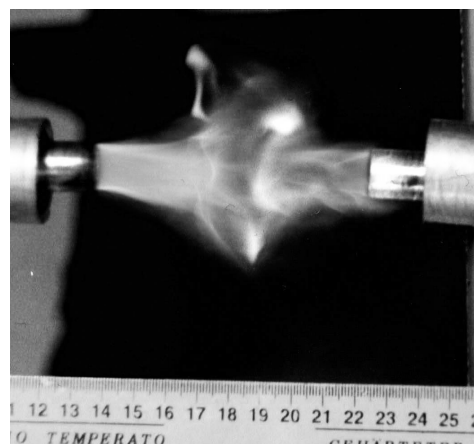


б) Закрученные струи

Рис.3. Взаимодействие струй сжигаемого газа под углом 30°.

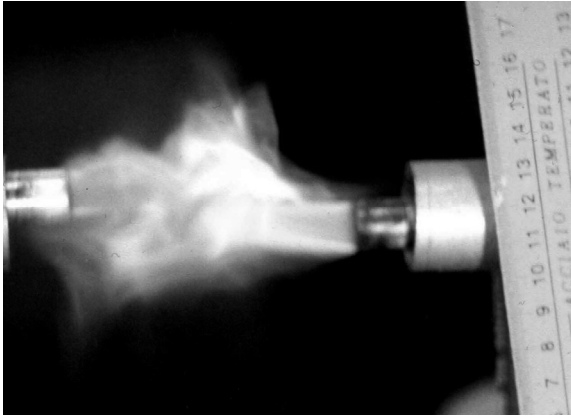


а) Прямоточные струи



б) Закрученные струи

Рис.4. Взаимодействие встречных струй сжигаемого газа.

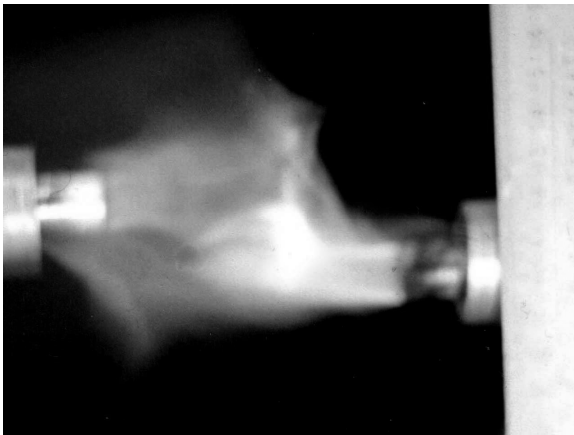


а) Смещение 0,015 м

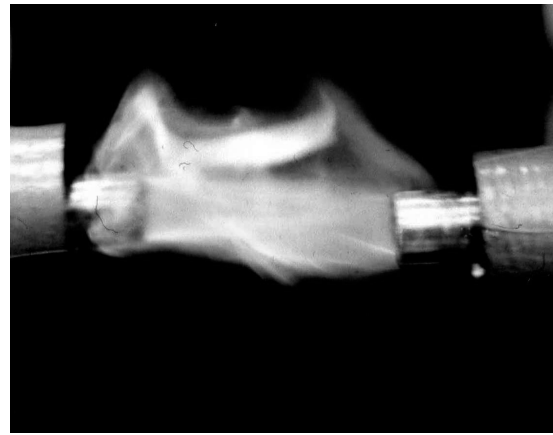


б) Смещение 0,03 м.

Рис.5. Взаимодействие встречных, смещенных в горизонтальной плоскости струй сжигаемого газа.



а) Вид сверху



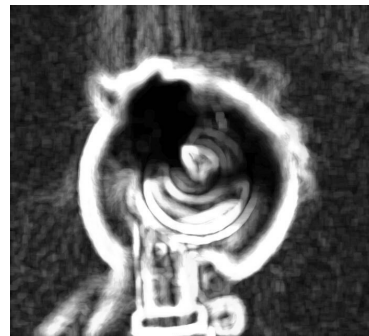
б) Вид сбоку.

Рис.6. Взаимодействие встречных струй сжигаемого газа, смещенных в горизонтальной плоскости на 2 диаметра.

Рассмотрение пламени, образованного при крутке сжигаемого газа внешним потоком воздуха в одиночной струе (рис.7) показало, что в данном случае также имеется прецессирующее вихревое ядро, которое располагается между областью обратных токов и внешней границей струи и вследствие разности скоростей на различных участках ядра размывается и имеет собственное вращение, что подтверждает теоретические исследования [3].



а) Вид сверху



б) Изолинии температурного поля.

Рис.7. Сжигание сжиженного газа в одиночной закрученной струе.

Выводы. На основании выполненных исследований взаимодействующих закрученных потоков предложен новый способ интенсификации передачи тепла в камерах сгорания, заключающийся во взаимодействии двух встречных закрученных потоков, смещение которых относительно друг друга формирует требуемое результирующее поле скоростей в зависимости от конфигурации пространства топочной камеры.

Литература

1. Изменение №2 к СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – К.: Держбуд України, наказ №290 від 20 грудня 2000 р. – 7 с.
2. Пырков В.В. Особенности современных систем водяного отопления. – К.: 2 ДП «Такі справи», 2003. – 176 с.
3. Зайцев О.Н. Управление аэродинамической установкой в рабочем объеме теплогенерирующих установок.// Вісник ОДАБА. - Одеса: ОДАБА. – 2002. - №8. – С. 60-64.
4. Зайцев О.Н. Процессы взаимодействия закрученных потоков в энерго- и ресурсосберегающих технологиях теплоэнергетических объектов.// Збірник наукових праць “Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель”. Спеціальний випуск. Матеріали науково-практичної конференції “Енергозберігаючі технології в будівництві та архітектурі”. – К.: ЗНДІЕП.-2004.–С.110-114.
5. Зайцев О.Н. Энергосбережение в автономных системах теплоснабжения. // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. - 2000. -№11.- С. 204-207.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ СПАЛЮВАННЯ ГАЗА ВІД ГАЗОГЕНЕРАТОРІВ ДЕРЕВНИХ ВІДХОДІВ О.М., Зайцев, Н.П. Богатикова, С.Б. Донченко

Наведено результати експериментальних досліджень взаємодії закручених потоків у процесі спалювання газу в теплогенеруючих установках. Запропоновано новий спосіб управління положенням максимуму температур в топці.

IMPROVING THE PROCESS OF BURNING GAS FROM THE GAS GENERATOR OF WOOD WASTE O. Zaitsev, N. Bogatikova, S. Donchenko

The results of experimental studies of the interaction of swirling flows in the combustion gas in the thermal generation plants. A new method for controlling the position of the maximum temperature in the furnace.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННО- КАЧЕСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В статье приведены результаты теоретических исследований поля температуры, скорости и давления в предлагаемой конструкции терморегулятора. Показано, что в данном случае наблюдается практически линейный режим регулирования расхода теплоносителя, что позволяет работать системе водяного отопления в постоянном гидравлическом режиме с изменением количественной и качественной характеристик теплоносителя только в нагревательных приборах.

Постановка проблемы.

В Украине, как и во всем остальном мире одной из острейших проблем современности является снижение энергетических затрат на системы отопления в промышленных и гражданских зданиях и сооружениях различного назначения, при этом доля теплотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве занимает около 60% от общего количества вырабатываемой тепловой энергии. В тоже время, оснащение отопительных приборов индивидуальными автоматическими регуляторами теплового потока (термостатами) позволяет в зависимости от типа регуляторов и условий их эксплуатации уменьшить расход тепловой энергии на отопление на 10-20% в основном за счёт снижения непроизводительных затрат теплоты [1, 3, 5-7]. Это значительно превышает уровень экономии тепловой энергии с помощью ручного регулирования кранами или вентилями (обычно 4-9% при нормально работающем ручном регуляторе).

Основным препятствием, сдерживающим внедрение регулируемых систем отопления, является узкая область действия терморегуляторов (от 0,3 до 0,7 хода клапана), кроме того, в отличие от традиционных аналогов, для таких систем, характерны повышенные единовременные капитальные вложения при повышении рабочего давления в системе от 1,5 до 4 раз по сравнению с нерегулируемыми системами, что негативно сказывается на эксплуатационных издержках [8-12]. Вместе с тем их применение позволяет не только обеспечить экономию энергоресурсов, но и получить значительный экологический эффект от сокращения сжигания

традиционного органического топлива [4]. Также необходимо отметить, что, несмотря на достаточно развитую теорию гидравлического регулирования систем отопления в настоящее время отсутствуют тепловые модели работы таких систем. Особенно это проявляется при уменьшении теплового напора от нагревательных приборов к воздушной среде отапливаемых помещений – то есть при использовании низкотемпературного теплоносителя, который получают в основном от возобновляемых источников энергии.

Целью работы является совершенствование систем водяного отопления с низкотемпературным теплоносителем на основе использования гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах с сохранением постоянного в остальной части системы и увеличения диапазона эффективной работы терморегуляторов.

Моделирование гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах.

Существующие методики подбора регулирующего оборудования для водяных систем отопления не учитывают результирующий тепловой поток через нагревательный прибор, что требует дальнейших исследований для предложенного способа регулирования системы отопления с помощью эжектора-терморегулятора с изменением теплового потока нагревательного прибора. Для упрощения исследования влияния локального изменения температуры и расхода в нагревательном приборе был использован пакет программ CosmosFloWork на основе программного обеспечения SolidWork. Данная программа применяется для расчета гидро-, аэродинамических и тепломассообменных процессов используя уравнение неразрывности Навье-Стокса для вязкого идеального газа [2].

Решение задачи зависит от граничных условий и геометрических параметров расчетной области. Кроме того, решение задачи зависит от параметров, входящих в граничные условия на входе и выходах в эжектор.

На оси эжектора выполняются условия симметрии и решаются уравнения энергии и движения для z-компоненты скорости. Решение задачи начинается с задания начальных условий и параметров задачи. Внутри области задаются однородные начальные условия для компонент скорости и температуры. Основываясь на этих теоретических данных, для исследования была создана компьютерная модель локального нагревательного прибора с эжектором (рис.1).

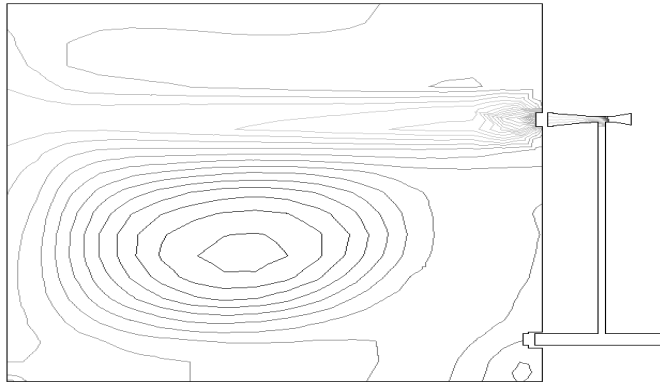


Рис.1 Общий вид модели локального регулирования теплового потока от нагревательного прибора.

Варьировались следующие параметры:

- Расход теплоносителя через подающий трубопровод;
- Диаметр сопла эжектора;
- Расход теплоносителя эжектируемого потока;
- Температура и давление на входе и выходе из модели.

Результаты моделирования тепловых и гидравлических процессов при количественно-качественном регулировании теплоносителя в нагревательных приборах представлены на рис.2-9.

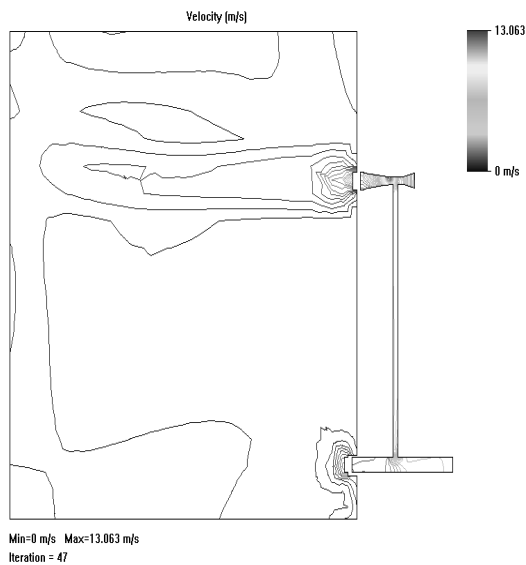


Рис.2 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 1.5.

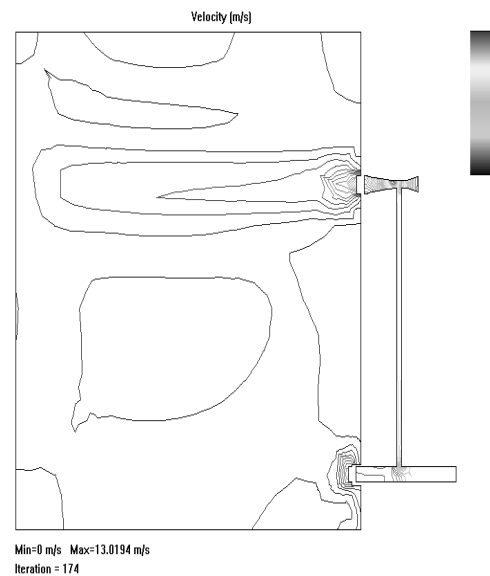


Рис.3 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 2.2.

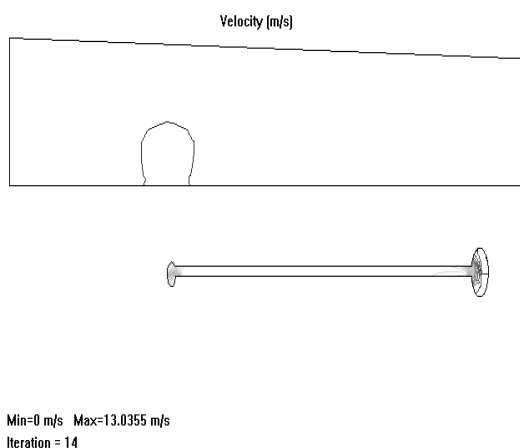


Рис.4 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 1.5 (вид сверху).

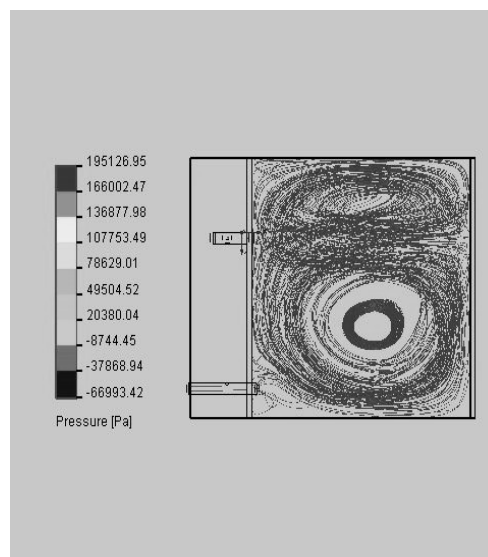


Рис.5 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 2.2.

Анализ представленных на графиках (рис.2-5) распределения теплоносителя по скорости и давлению при различных коэффициентах подмешивания показал, что изменение перепада давления между эжектирующейся жидкостью и эжектируемой путем увеличения сопротивления в перемычке между подающим и обратным трубопроводами от 0 до 1,5 кПа при постоянной скорости жидкости в в подающем и обратном трубопроводах (1.5 м/с) позволяет изменить температуру входящего в нагревательный прибор от T_1 до T_2 , что соответствует при нулевом перепаде давления – эжекция отсутствует и нагревательный прибор дает максимальный тепловой поток с максимальным температурным напором. А при перепаде давления 1,5 кПа происходит запираение эжектора и теплоноситель поступает в нагревательный прибор с температурой T_2 , что соответствует нулевому тепловому потоку и соответственно отсутствию нагрева помещения.

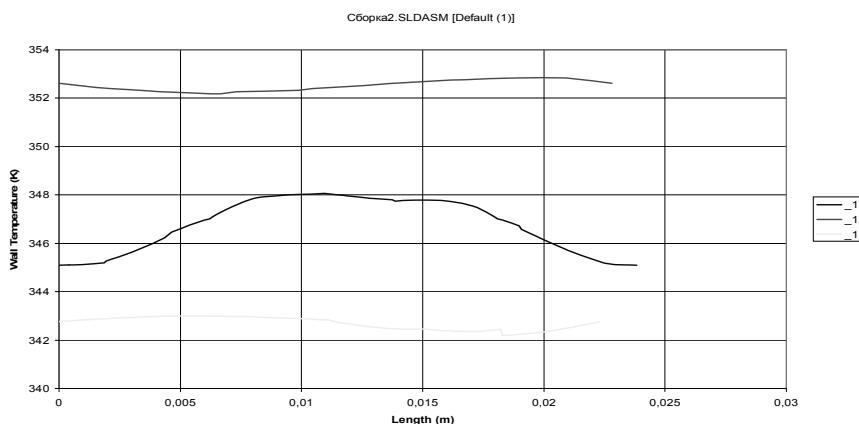


Рис.6 Распределение температуры в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

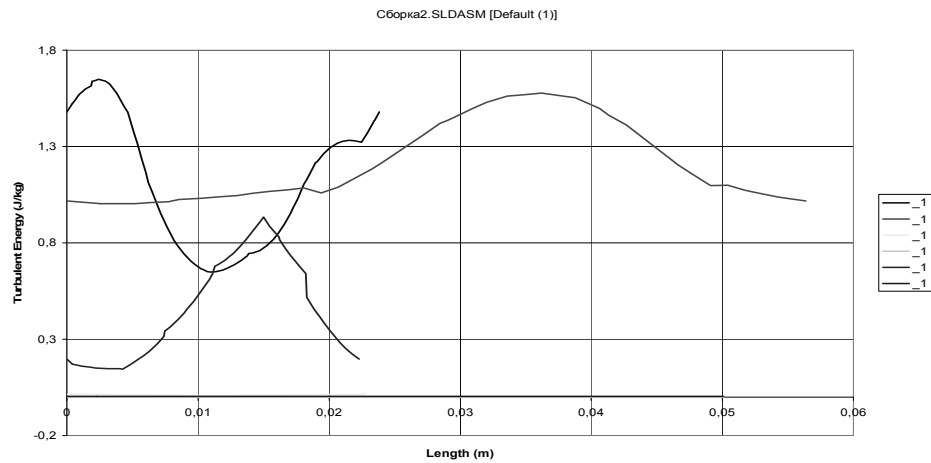


Рис.7 Распределение коэффициента турбулентности в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

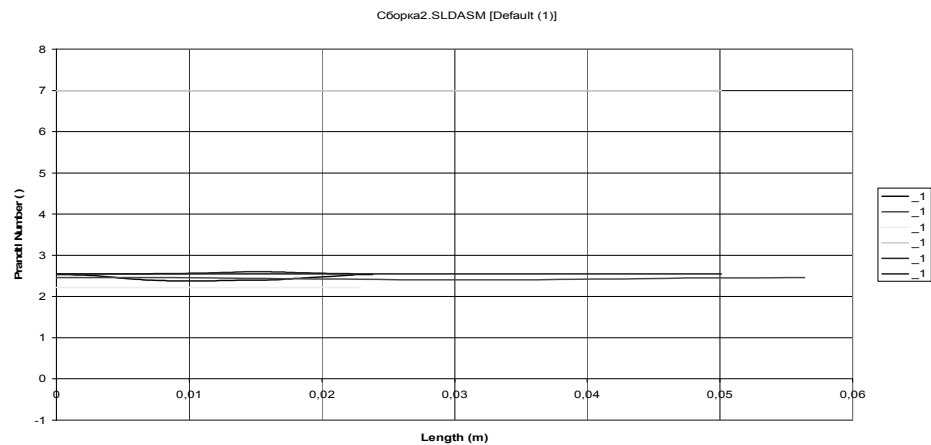


Рис.8 Распределение числа Pr в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

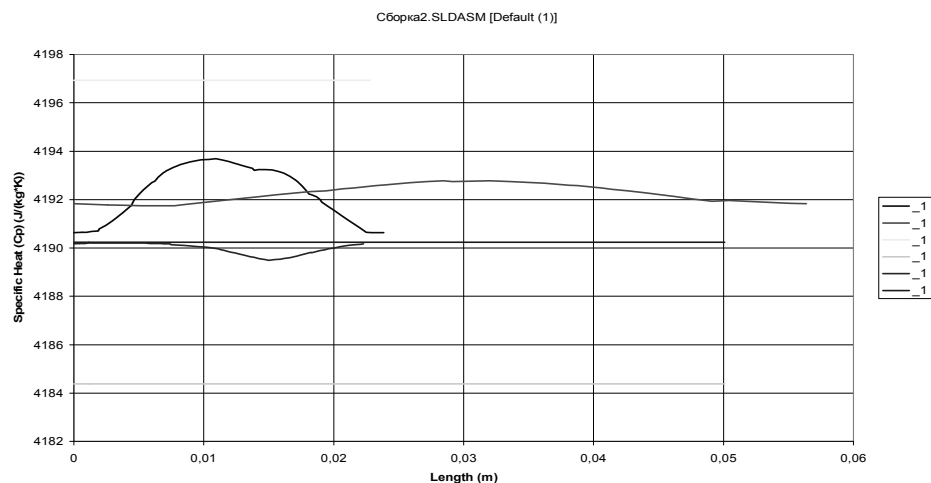


Рис.9 Распределение теплового потока в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

Однако при этом сохраняется постоянство гидравлического режима остальной системы отопления, что позволяет не устанавливать балансировочные клапаны на каждые 6-8 нагревательных приборов. Зависимости, приведенные на рис.6-9, показывающие изменение

температуры, коэффициента турбулентности, числа Pr и теплового потока в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя показали, что основные пульсации по температуре, коэффициенту турбулентности и изменению теплового потока происходят на узком участке – в эжекторе и при входе в нагревательный прибор, что подтверждает гипотезу о применимости предложенного локального управления тепловым потоком в водяной системе отопления.

Выводы.

1. Теоретические и экспериментальные исследования поля температуры, скорости и давления в предложенной конструкции терморегулятора выявили практически линейный режим регулирования расхода теплоносителя, отличающееся тем, что при в центральной области отсутствует локальная завихренность и доказали возможность работы системы водяного отопления в постоянном гидравлическом режиме с изменением количественной и качественной характеристик теплоносителя только в нагревательных приборах.

2. Предложена конструкция терморегулятора, позволяющая выполнять линейное регулирование расхода теплоносителя практически во всем диапазоне работы системы отопления;

3. Уточнена методика гидравлического расчета для систем водяного отопления с низкотемпературным теплоносителем на основе использования гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах с сохранением постоянного в остальной части системы.

Литература

1. Нудлер Г.И., Тульчин И.К. Автоматизация инженерного оборудования жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1988. – 223 с.

2. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен: Пер. с англ./ Герхарт Б., Джалурия И., Махаджан Р.Л., Саммакия Б. – М.: Мир, В 2-х книгах. Кн. 2., 1983. – 528 с.

3. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование / В.В. Пырков. – К.: И ДП «Такі справи», 2007. – 251 с.

4. Грановский В.Л. Основные принципы конструирования и испытаний отопительных приборов со встроенными терморегуляторами / В.Л. Грановский // АВОК. – 2005. – №4. – С. 48-52.

5. Дзелтис Э.Э. Управление системами кондиционирования микроклимата: Справочное пособие / Э.Э. Дзелтис. – М.: Стойиздат, 1990. – 176 с.

6. Petitjean R. Total hydronic balancing: A handbook for design and troubleshooting of hydronic HVAC systems / R. Petitjean. – Gothenburg: TA AB, 1994. – 530 p.

7. Покотилов В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения / В.В. Покотилов. – Вена.: фирма «HERZ Armaturen», 2010. – 176 с.
8. EN 215-1: 1987 Thermostatic radiator valves. Part 1. Requirements and test methods.
9. ГОСТ 30815-2002 МГС. Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий. Общие технические условия. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002
10. ГОСТ 14770-69 Устройства исполнительные. ГСП. Технические требования. Методы испытаний. – М.: Изд. Стандартов, 1988. – 10 с.
11. ГОСТ 28923-91 МГС. Регуляторы температуры, работающие без постороннего источника энергии. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2005.
12. Wytczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania. – Warszawa.: COBRTI «INSTAL», «UNIA CIEPLOWNICTWA». – Supplement do wydania II. 1993. –, 1994. – 43 p.

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ І ГІДРАВЛІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ ПРИ КІЛЬКІСНО-ЯКІСНОГО РЕГУЛЮВАННЯ
ТЕПЛОНОСІЯ У НАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ**

О. Зайцев, Д. Лук'яненко, І. Пермінов, Л. Петрекевіч

У статті наведено результати теоретичних досліджень поля температури, швидкості і тиску в запропонованій конструкції терморегулятора. Показано, що в даному випадку спостерігається практично лінійний режим регулювання витрати теплоносія, що дає можливість працювати системі водяного опалення в постійному гідравлічному режимі з зміною кількісної та якісної характеристик теплоносія тільки в нагрівальних приладах.

**THEORETICAL ANALYSIS OF TEMPERATURE AND HYDRAULIC
PROCESSES IN THE QUANTITATIVE-QUALITATIVE REGULATION
OF THE COOLANT IN THE HEATING APPLIANCE**

O.N. Zaitsev, D.M. Luk'yanchtnko, I.A. Perminov, L.A. Petrekevich

The results of theoretical research fields of temperature, pressure and velocity in the proposed design thermostat. It is shown that in this case there is almost a linear regime coolant flow, which gives the opportunity to work in a hot water heating system with a constant hydraulic regime change in the quantitative and qualitative characteristics of the coolant only heating devices.

**ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ
ЗА КОНКУРСНОЮ ПРОГРАМОЮ
«SOLAR DECATHLON KNUCA»**

Київський національний університет будівництва і архітектури

В статті представлені результати конкурсного проектування енергоефективних будівель за програмою «Solar Decathlon KNUCA».

Ініціативною групою КНУБА було запропоновано організувати проведення конкурсу «Solar Decathlon KNUCA» в Київському національному університеті будівництва і архітектури. Засади проведення цього конкурсу базуються на програмі та правилах проведення міжнародного конкурсу «Solar Decathlon Europe». Подібний конкурс в Україні проводився вперше.

Метою конкурсу “Solar Decathlon КНУБА“ була розробка проекту енергоефективного житлового будинку групою студентів різних спеціальностей та спеціалізації - архітектурних та інженерних.

В конкурсі взяли участь біля 100 студентів архітектурних та будівельних спеціальностей, що входили до складу шістьох команд. Кожна з команд запропонувала свій прототип енергоефективної будівлі, відповідно до конкурсного завдання. Консультантами при виконанні проектів були викладачі відповідних спеціальностей з різних факультетів КНУСА та представники архітектурно – будівельних компаній.

Командою «**Team 1**» в складі двадцяти студентів (Олійник М, Ковалик Т, Дубінецька Х., Мельничук М., Тітаренко Л., Сухаревський К., Булатов Н., Малашенко Н., Шандабура Т., Курятник О., Ткаченко А., Федан А., Чемерис В., Суханов І., Жепко К., Бойко Р., Безнос О., Баландін Є., Декіна М., Кузнецова М.) під кураторством кандидата архітектури, доцента кафедри теорії архітектури Шило Н.М. розроблено проект, представлений на розгляд журі.

Девізом команди стали слова Бакмінстера Фулера «Зроби більше витративши менше».

При розробці об’ємно – планувального рішення особлива увага була приділена загальній формі будівлі, орієнтації приміщень по сторонах світу і зниженню сумарних тепловитрат. Таким чином, за плануванням, головна кімната будинку, яка є багатофункціональним простором, мА. Велике вікно південної орієнтації. На північ орієнтовані санітарні вузли та технічні приміщення, які не потребують великих віконних прорізів, що запобігає тепловитратам будівлі. з західного боку будівлю захищають від перегріву тамбур на першому поверсі та зимовий сад на другому. Обидві спальні кімнати (для батьків і дітей) орієнтовані на схід.

Запроектована арочна конструкція, що виступає над геокупольною формою, дозволяє забезпечити необхідний для провітрювання простір, а також візуально виявити основний транзитний шлях по коридору та візуально підкреслити висоту стелі в крайніх точках зимового саду та спальні. Крім того, в бокових частинах запроектовані вікна, що забезпечують потрапляння додаткового денного світла в загальну кімнату. Завдяки сприятливому планувальному рішенню загальної кімнати можна легко змінювати її функціональне наповнення, виходячи з потреб мешканців будинку. Розсувні стіни зимового саду дозволяють відокремити робочий простір від загального, створюючи атмосферу тиші, або, навпаки, покращити аерацію в будинку при відкритих стінах.

При проектуванні була застосована конструктивна система з дерев'яним каркасом, що дозволило полегшити конструкцію та спростити процес зведення будинку. Окремою задачею було уніфікувати можливі елементи конструкції з метою зниження загальної вартості будівлі та прискорення будівництва. Товщина утеплювача склала 300 мм, що дозволило забезпечити високий коефіцієнт спротиву теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій. Для зовнішнього облицювання були використані композитні дерев'яні панелі, для внутрішнього опорядження запропоновано тинькування.

В проекті були застосовані фотоелектричне обладнання, теплові геліосистеми, системи подачі повітря, а також системи збору дощової води. Зокрема, використана припливно - витяжна установка DaikinVAM 350FA з рекуперацією енергії; акумулюючі водопідігрівачі «Євротерм», тепловий насос Zubadan та ін. Також був складений розрахунок вартості матеріалів і обладнання.

Планувальне рішення характеризується простотою та водночас виразністю, досягнута компактність дозволила мінімізувати транзити, витримується чітке функціональне зонування. В проекті детально розроблені інтер'єри.

При вирішенні задачі ефективного розміщення сонячних колекторів на поверхні оболонки будівлі були вивчені біонічні аналогії – був використаний природний аналог розташування риб'ячої луски.

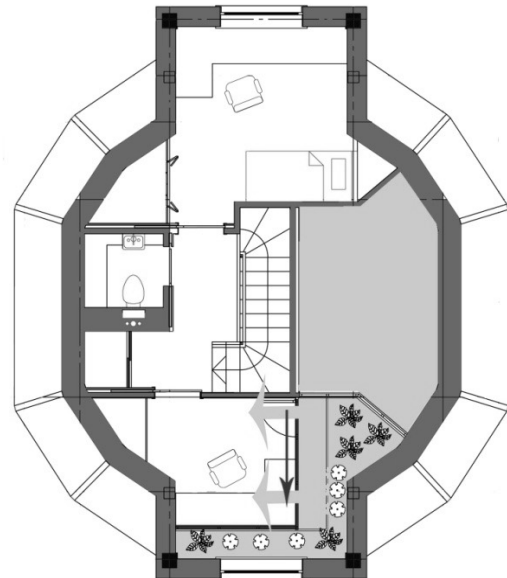
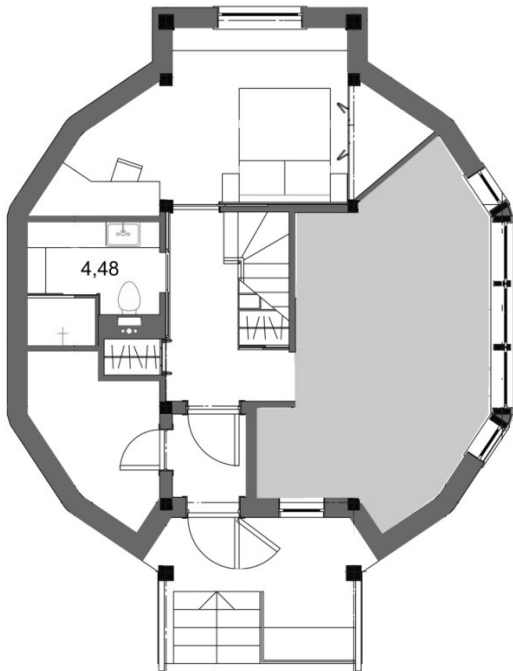
Особлива увага була приділена розділу «Комунікації і суспільна свідомість» - командою розроблено логотип, інтернет сайт, інформаційний буклет, та відео ролик, що справив велике враження під час фінальної презентації.

За загальною кількістю балів проект команди посів 1 місце і також отримав диплом в номінації «За комплексність розробки проектного рішення».

«Team 1»



а)



б)

в)

Рис 1. Проект групи «Team 1»

а) загальний вигляд; б) план першого поверху; в) план другого поверху.

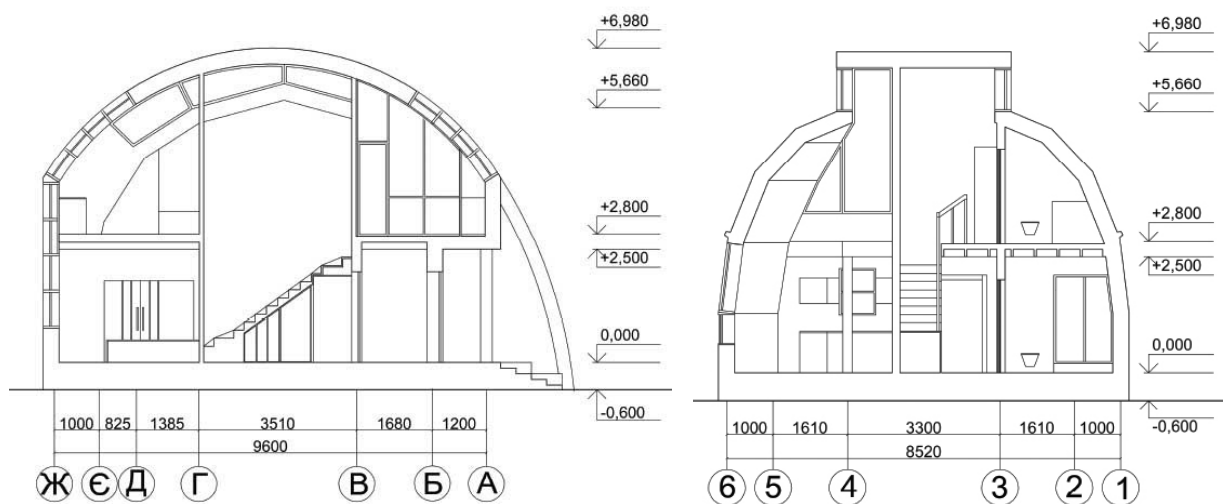
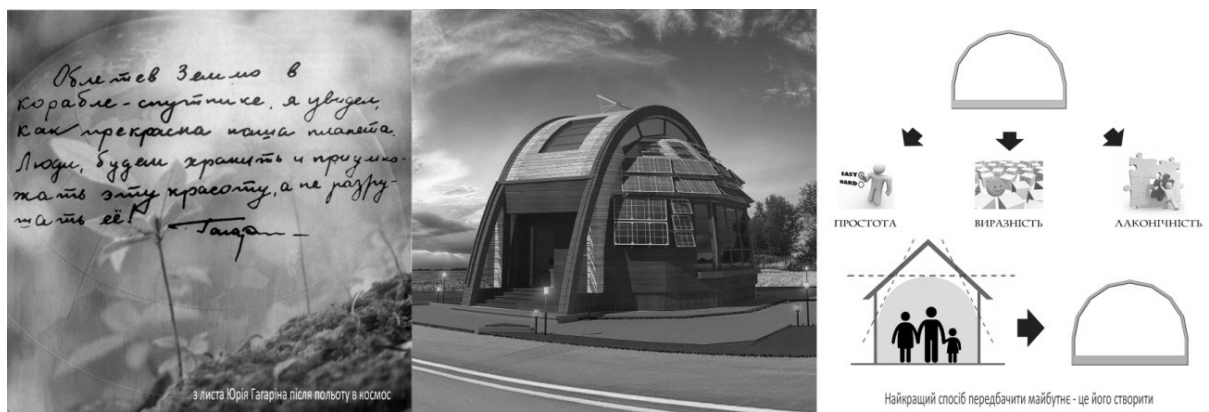


Рис 2. Проект групи «Team 1». Архітектурні розрізи 1-1, 2-2.



а)



Рис 3. Презентація групи «Team 1»

а) б) дизайн рекламних листівок ; в) дизайн сторінки сайту.

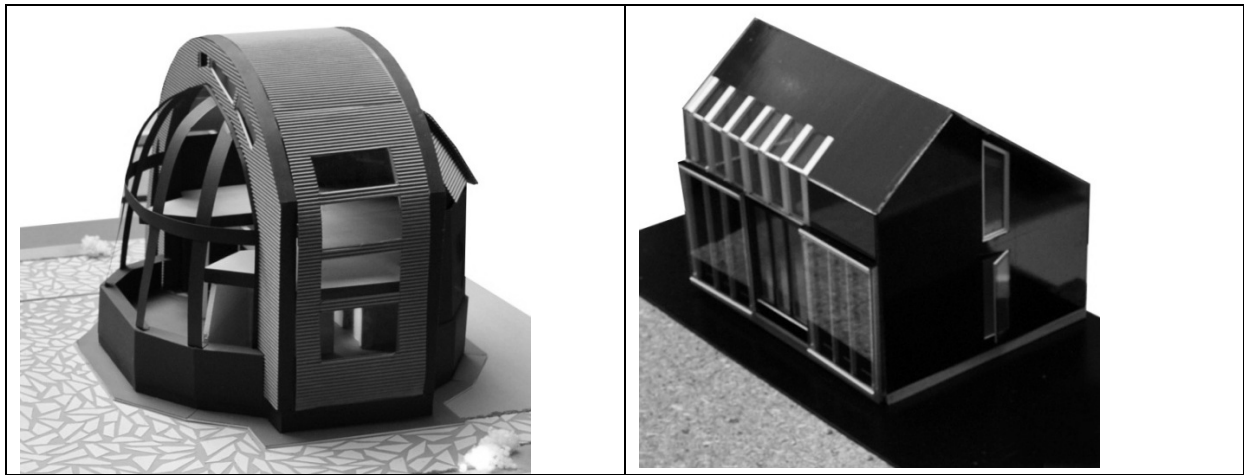
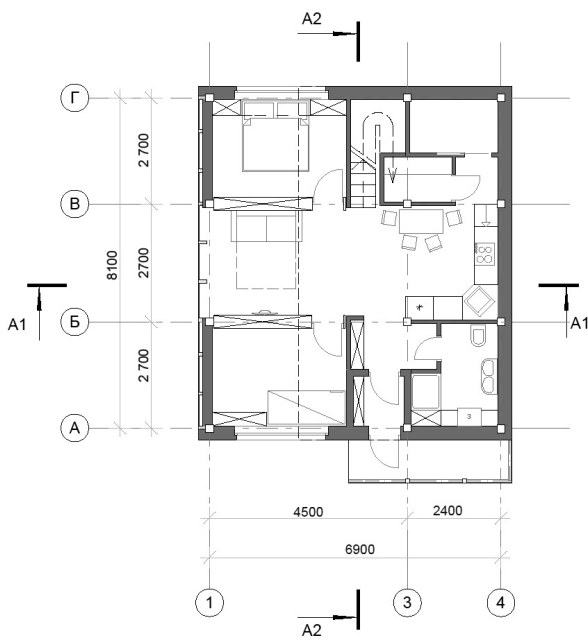
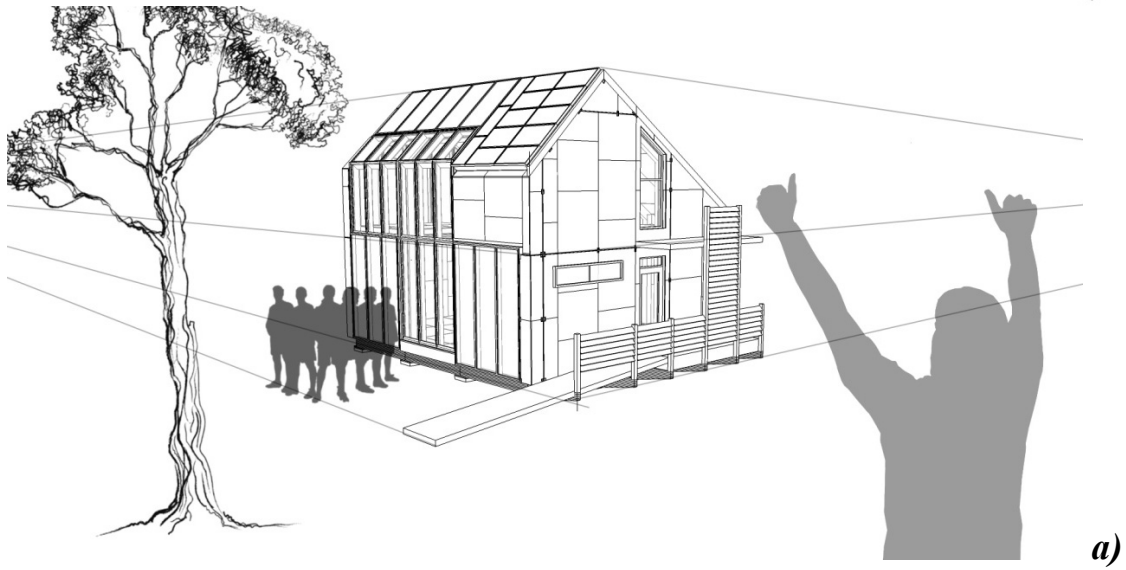


Рис. 4. а) макет будівлі. Група «Team 1» б) макет будівлі. Група «TERHouse».

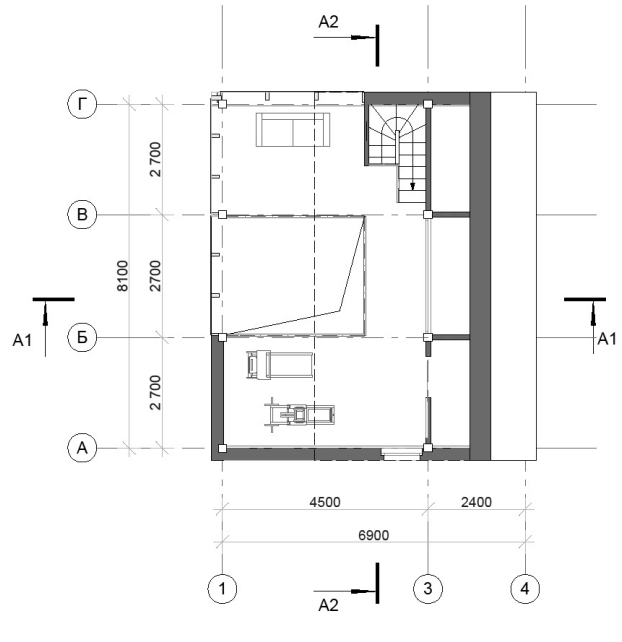
Групою «**TERHouse**» в складі дев'яти студентів (Асланян В, Вершиніна А., Мартинюк О., Казаков Д., Уваров В., Лисаченко О., Оленич Д., Філатов О., Половцева А.) та під кураторством кандидата архітектури, доцента кафедри архітектурного проектування цивільних будівель і споруд Кашенко Т.О. розроблено проект енергоефективного будинку.

Загальна концепція будівлі передбачає створення компактного об'єму, максимально розкритого на південь та захищеного з північного боку. На південному фасаді розташовано конструкцію стіни Тромба та передбачене влаштування вітража – вікна центрального приміщення, що має в зимовий час сприяти пасивному обігріву будівлі, водночас, на літній період передбачений сонцезахист. Допоміжні приміщення згруповані з північного боку будівлі, що створює захисну буферну зону. Форма даху є технологічно зручною (для зведення та розміщення на ньому геліоколекторів - теплових та фотоелектричних) та архітектурно виразною. В плануванні витримане чітко функціональне зонування першого та другого поверху, а також передбачена можливість трансформацій внутрішнього простору завдяки пересувним конструкціям і меблям, що відповідає ідеї адаптивності архітектурного об'єкту як основи його «життєздатності». Такі трансформації надають гнучкості функціональному використанню приміщень, а також сезонних трансформацій відповідно до режиму використання будівлі, наприклад, ізоляція в зимовий період другого поверху та творення додаткового буферного простору. Приділена увага до забезпечення достатнього природного освітлення в усіх приміщеннях будівель для запобігання зайвих витрат електроенергії на штучне освітлення. Були застосовано тепло рекуператори, теплові та фотоелектричні геліоколектори (Квазар KV 250M), також передбачений збір дощової води для технічних потреб. Детально була розроблена конструктивна схема будівлі, а також технологічний процес її монтажу та демонтажу. Основою конструктивної схеми є дерев'яний каркас та уніфіковані навісні дерев'яні панелі. Для розрахунку конструкцій використовувалась програма SCAD Structure.

TERHouse



б)



в)

Рис 5. Проект групи «TERHouse»

а) загальний вигляд; б) план першого поверху; в) план другого поверху.

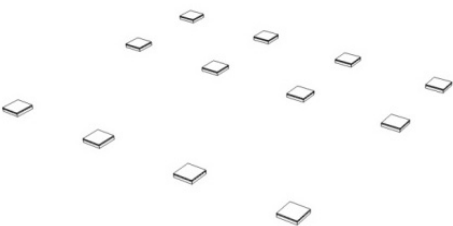

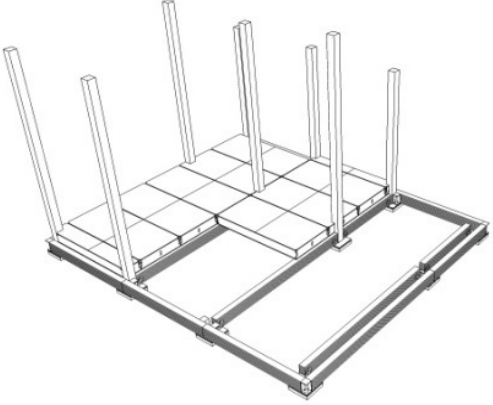
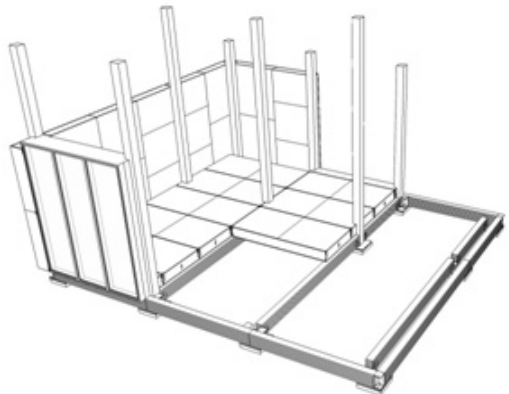
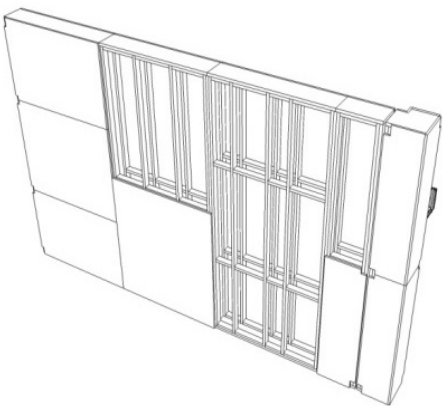
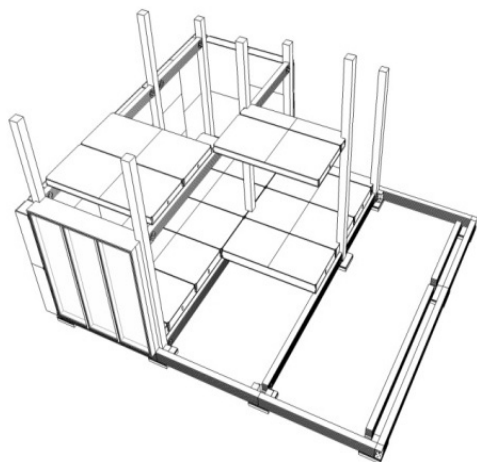
Фази монтажу	 <p>Фундамент</p>	 <p>Система ригелів</p>
	 <p>Влаштування перекриття першого поверху</p>	 <p>Монтаж уніфікованих стінових панелей</p>
	 <p>Конструкція стінової плити уніфікованих стінових панелей</p>	 <p>Перекриття другого поверху</p>

Рис 6. Фази монтажу будівлі TERHouse.

**ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ ПО
КОНКУРСНОЙ ПРОГРАММЕ «SOLAR DECATHLON KNUCA»**

Т.А. Кащенко, Н.Н. Шило.

В статье представлены результаты конкурсного проектирования энергоэффективных зданий, согласно конкурсной программе «SOLAR DECATHLON KNUCA», конкурсными группами «Team 1» и «TERHouse». Описаны основные характеристики зданий, особенности архитектурно – планировочных, конструктивных и инженерно – технологических решений.

**DESIGN SOLUTIONS OF ENERGY EFFICIENCY BUILDINGS
ACCORDING TO PROGRAM OF COMPETITION “SOLAR
DECATHLON KNUCA”**

T. Kashchenko, N. Shilo

In the article it is described main results of competition design of energy efficient buildings, according to program of competition «SOLAR DECATHLON KNUCA» by competition groups «Team 1» and «TERHouse». It is presented main features of houses. Described specifics of architectural – planning, construction, engineering and technology solutions.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ ЧЕРЕЗ ОКНА ЮЖНОГО ФАСАДА НА СОЗДАНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ПОМЕЩЕНИИ

Национальная академия природоохранного и курортного строительства, Украина

Рассмотрен вопрос получения тепла от солнечной радиации через оконные проемы южного фасада в зимнее и летнее время года при наличии солнцезащитных устройств и наоборот. Выполнены количественные расчеты солнечной радиации и сравнение данных за зимний и летний периоды.

Постановка проблемы. При проектировании энергоэффективного дома важную роль играют оконные проемы. Благодаря им осуществляется естественная инсоляция, что способствует образованию благоприятного микроклимата, а также происходит нагрев помещений в холодные периоды года. Но при этом, окна – один из основных источников теплопотерь, т.к. они обладают низким показателем сопротивления теплопередаче. Этот факт имеет и другой побочный эффект – в летний период, в основном именно благодаря окнам, происходит наибольший перегрев помещений. Для борьбы с высокой внутренней температурой можно использовать кондиционирование, устройство специального низкоэмиссионного покрытия на поверхности окон, заполнение их инертными газами или устройство солнцезащиты. При использовании солнцезащитных устройств, возникает вопрос, какое количество тепла в жаркий период не попадает в помещение, т.е. происходит ли летом экономия энергии на кондиционировании при устройстве солнцезащиты?

Анализ основных исследований и публикаций. В работах [2,4] рассмотрены основные факторы, влияющие на проектирование светопрозрачных конструкций в энергоэффективном доме, а также представлен алгоритм проектирования их физических параметров. Автор указывает, что добиваясь повышения теплоизоляционных свойств окон, один из способов - это уменьшение толщины межстекольных прослоек, что ведет к уменьшению пропускания ультрафиолетовой радиации (УФР) – важного фактора saniрующего действия солнца. Второй способ – увеличение отражающих свойств стекла (уменьшение коэффициента излучения ϵ), который реализуется за счет низкоэмиссионных покрытий. Такие стекла, отражая коротковолновую инфракрасную радиацию (ИКР) являются тепловыми зеркалами и удерживают тепло в доме зимой, а летом снижают теплопоступления в помещения от солнечной радиации [2]. Но это означает, что в холодное время года они так же не пропускают полезное солнечное тепло, лишая помещение дополнительного нагрева,

снижающего энергозатраты на поддержание благоприятной внутренней температуры.

В учебном пособии [3] рассмотрены расчеты необходимой площади оконных проемов, расчет инсоляции и теплотехнический расчет при зимних и летних условиях. При этом, теплотехнический расчет для летнего периода предложен по немецким общим техническим указаниям, т.к. нормативные требования по летней теплоизоляции окон в отечественных нормах на данный момент отсутствуют [3].

В работе [5] представлены принципы проектирования солнцезащитных устройств при помощи солнечных карт, на которых указаны зоны перегрева и обязательной инсоляции для разных широт.

В ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий» указано минимально допустимое сопротивление теплопередаче окон для Птемпературной зоны и составляет $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [1].

Здесь же указана формула для расчета тепlopоступлений через окна от солнечной радиации на протяжении отопительного периода, кВт·ч:

$$Q_{\text{ок}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{F_{\text{ок}}}{F_{\text{фас}}} \cdot K_{\text{ок}} \cdot I_{\text{г}} \cdot \tau \right) \cdot \tau \quad (1)$$

где $K_{\text{ок}}$ – коэффициенты, которые учитывают затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения которые принимаются по табл. Н.1 ДБН В.2.6-31:2006;

$F_{\text{ок}}$ – коэффициенты относительного пропускания солнечной радиации соответственно для светопропускающих заполнений окон и зенитных фонарей, которые принимаются по паспортным данным соответствующих светопрозрачных конструкций или по табл. Н.1 ДБН В.2.6-31:2006;

$F_{\text{фас}}$ – площадь световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем сторонам света, м^2 ;

$I_{\text{г}}$ – среднее количество солнечной радиации за отопительный период, которое поступает на вертикальную поверхность, при существующих условиях облачности, соответственно ориентированных по четырем фасадам, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$.

τ – среднее количество солнечной радиации за отопительный период на горизонтальную поверхность в условиях существующей облачности, $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$.

Стоит отметить, что расчет тепlopоступлений через окна выполняется лишь для отопительного периода, подобный же расчет для летнего периода в рассмотрение не берется.

Оригинальная часть. Для выполнения поставленной задачи, был разработан проект энергоэффективного дома для города Симферополя

и рассмотрен его южный фасад (рис. 1). Для каждого окна на этом фасаде были выполнены солнечные карты с построением тени от козырька, который образован продлением ската кровли на 1,5 метра (рис. 2).

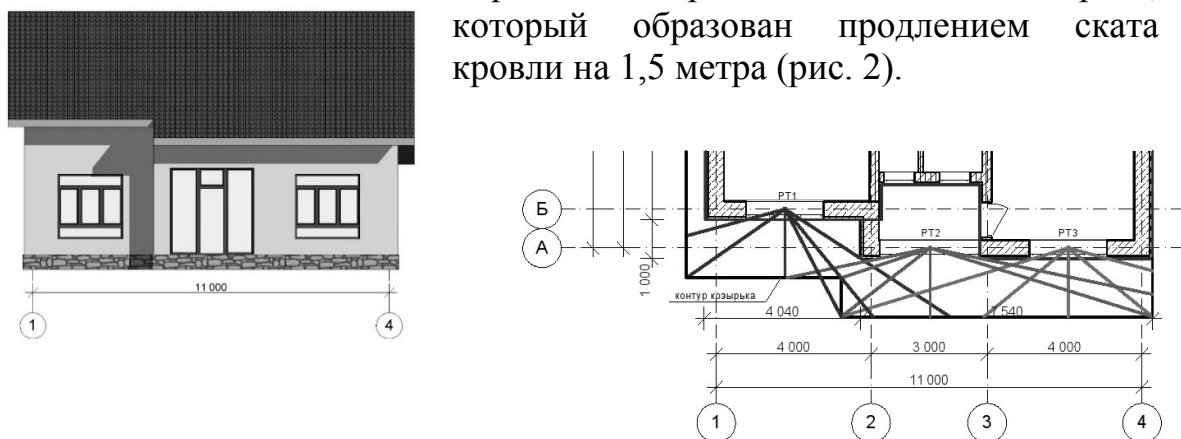


Рис. 1. Южный фасад энергоэффективного дома и фрагмент плана 1-го этажа

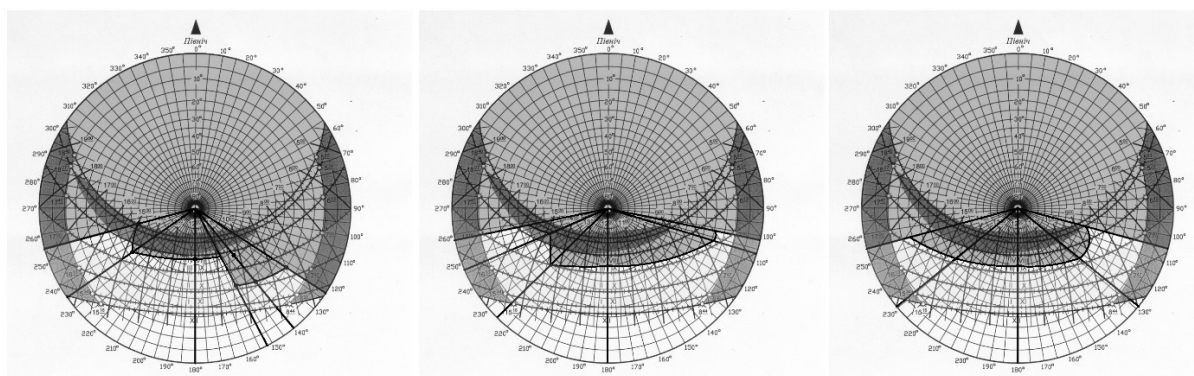


Рис. 2. Солнечные карты для расчетных точек 1,2,3соответственно

Площадь окон южного фасада составляет 15,02 м².

Теплопотери через эти окна в период с декабря по февраль составляют 0,5 кВт·ч, при средней наружной температуре $t_n = +1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ для Симферополя.

В холодную пятидневку с расчётной температурой наружного воздуха $t_n = -19 \text{ }^\circ\text{C}$, теплопотери составили 1,03 кВт·ч.

Для расчета теплоступлений было принято, что стеклопакет однокамерный с одинарным остеклением в отдельных деревянных переплетах, т.е. показатели $\zeta_{\text{в}} = 0,6$; $\varepsilon_{\text{в}} = 0,63$.

Показатели прямой солнечной радиации для города Симферополя, падающей на вертикальную поверхность южной ориентации при средней облачности для летних и зимних месяцев были взяты из [3], после чего

переведены в кВт·ч и вписаны в табл.1, колонка 2. В соответствие с формулой (1) были получены данные для колонки 3.

Путем построения падающих теней на рассматриваемый фасад 22 числа каждого летнего и зимнего месяца были сделаны замеры освещенной поверхности окна в утренние, дневные и вечерние часы. После чего, для дальнейших расчетов, была принята средняя площадь освещенной поверхности в течение месяца, которая указана в табл. 1, колонка 4.

Это значение было подставлено в формулу (1), а полученные данные записаны в колонке 5.

Табл.1

Месяц	Прямая солнечная радиация на вертикальную поверхность южной ориентации при средней облачности кВт·ч/м ²	Полученная энергия, кВт·ч (без СЗУ)	S освещенной поверхности окна, м ² (сред)	Полученная энергия, кВт·ч (с СЗУ)
1	2	3	4	5
Июнь	28,8	163,5	0,1	1,1
Июль	35	198,5	0,17	2,2
Август	46,4	263,4	5,1	89,4
Декабрь	24,7	140,2	15,02	140,2
Январь	28	158,9	15,02	158,9
Февраль	31,3	177,7	14,32	169,4

Выводы. Таким образом, мы видим, что правильно запроектированные солнцезащитные устройства не препятствуют теплоступлению солнечного тепла в зимний период, и при этом в разы снижают количество поступающей солнечной радиации летом. Это способствует снижению энергетических затрат на создание благоприятного микроклимата в помещениях. Помимо этого, отпадает необходимость использовать более дорогостоящие тройные стеклопакеты, обладающие более высоким показателем сопротивления теплопередаче, а также окна с заполнением инертными газами и специальным покрытием. Более того, такое покрытие препятствует поступлению тепла не только в летний, но и в зимний период года, что лишает здание дополнительного и абсолютно бесплатного нагрева помещений при помощи солнечной радиации.

Перспективы дальнейшего исследования. В дальнейшем планируется провести исследования о количестве получаемой энергии через окна не только южной, но и других ориентаций, как в летний, так и в осенний и весенний периоды.

Литература

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006 / Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006 – (Державні будівельні норми України).
2. Сергейчук, О.В. Оптимизация физико-технических параметров светопрозрачных конструкций в процессе проектирования энергоэффективных зданий. / О.В. Сергейчук // Материалы Международ. научн.-практич. конференции «Биосферно-совместимые города и поселения», Брянск, 2012 г. – С.50-56.
3. Підгорний О.Л., Щепетова І.М., Сергейчук О.В., Зайцев О.М., Процюк В.П. Світлопрозорі огороження будинків. Навчальний посібник / О.Л. Підгорний, І.М. Щепетова, О.В. Сергейчук та ін. – К.: Изд – КНУБА, 2005. – 282 с.
4. Дворецкий А.Т. Особенности проектирования энергоэффективных зданий юга Украины // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. научных трудов № 68, Днепропетровск, 2013. С. 125-129.
5. Буравченко В.С. «Геометричні методи регулювання інсоляційного режиму енергоефективних будівель», автореферат 2013
6. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011 – (Государственный стандарт Украины).
7. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2010 – (Государственный стандарт Украины).

INFLUENCE OF HEAT INCOME THROUGH OF THE SOUTH FACADE WINDOWS FOR THE CREATION OF COMFORT CONDITIONING

K. Klevets

The problem of the production of heat from solar radiation through the windows of the south facade in winter and summer is considered. The results of data in case of the presence of shading devices and without them are compared. The quantitative estimates of solar radiation and comparison of data for the winter and summer are performed.

ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ НАДХОДЖЕНЬ ЧЕРЕЗ ВІКНА ПІВДЕННОГО ФАСАДУ НА СТВОРЕННЯ КОМФОРТНИХ УМОВ У ПРИМІЩЕННІ

К. Клевець

Розглянуто питання отримання тепла від сонячної радіації через віконні отвори південного фасаду в зимовий і літній період року при наявності сонцезахисних пристроїв і навпаки. Виконані кількісні розрахунки сонячної радіації і порівняння даних за зимовий та літній періоди.

ЗНАЧЕНИЕ И ОЦЕНКА «ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА» В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», Россия

Строительная отрасль является потребителем природных ресурсов и одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды. В статье раскрыто содержание «природного капитала», как элемента воспроизводственного процесса в строительстве. В строительной отрасли выделены ресурсная, экосистемная, обеспечивающая функции «природного капитала». Предложена методика оценки «природного капитала» в строительной отрасли по следующим базовым категориям: ущерб земельному участку от строительства, истощение энергии и природно-сырьевых ресурсов, изъятых из недр для возведения здания.

Постановка проблемы. Основным отличием глобальной концепции «зеленая экономика» от других направлений самоподдерживающегося развития является включение в воспроизводственный процесс категории «природный капитал», как части природно-техногенной системы. Основные функции «природного капитала» состоят в генерировании различных ресурсов (минерально-сырьевых, воды, почвы и т.п.) и оказании экосистемных услуг человеку: ассимиляции бытовых отходов, промышленных выбросов, регулировании водного стока, предотвращению эрозии почв и т.д. [1].

Если в ходе производственной деятельности «природный капитал» сокращает возможности для последующего развития, то такое производство является потребляющим. Особую актуальность этот вопрос приобретает в условиях сырьевой направленности экономики России.

«Природный капитал» – главный элемент воспроизводственного процесса в строительстве. Земля, земельные участки – это основа для реализации любого инвестиционно-строительного проекта. По своим масштабам строительная отрасль является потребителем природных ресурсов и одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды. По мере увеличения спроса на естественные минерально-сырьевые, топливно-энергетические ресурсы, незастроенные земельные участки и другие компоненты природной среды роль «природного капитала» в строительном комплексе будет возрастать.

Таким образом, с позиций производственных отношений в строительном комплексе окружающая природная среда рассматривается как источник необходимых ресурсов.

С другой стороны, в строительстве «природный капитал» представляет собой довольно новую теоретическую категорию, практическое использование которой в науке только начинается. Основная проблема состоит в методике оценки «природного капитала» в строительной отрасли, что и предопределило тему исследования и научной статьи.

Анализ основных исследований и публикаций. Развитию экологической экономики, экономики биоразнообразия, формированию научных подходов к полной эколого-экономической оценке природных ресурсов и предоставляемых ими услуг, а также проведению фундаментальных отечественных и международных исследований в этой области посвящены работы многих ученых: С.Н. Бобылева, А.А. Гусева, И.М. Потравного, О.Ф. Балацкого, О.А. Веклич, Г. Дейли, Д. Пирса, А. Фримана и других авторов. Кроме того, значительная часть исследований направлена на изучение вопросов, связанных с управлением земельно-имущественными отношениями в инвестиционно-строительном комплексе, рыночной оценкой земли, недр, лесов и т.п. [2].

Проблемы анализа и оценки инвестиционно-строительных проектов заключаются в доминировании экономических оценок природных ресурсов; недостаточной проработанности методологической базы для оценки «природного капитала» с помощью набора качественных и количественных показателей экологического характера.

Основная часть. Инвестиционно-строительный проект необходимо рассматривать как открытую природно-техногенную систему, подвергающуюся воздействию внешних и внутренних факторов, а «природный капитал» - как особый невоспроизводимый ресурс. Селитебная природно-техногенная структура, включающая жилую застройку и инфраструктуру любого города, – это сложная, искусственно созданная человеком среда, которая функционирует в непосредственном контакте с окружающей природной средой.

В строительном комплексе вовлечение «природного капитала» в производственные отношения обусловлено тем, что блага, необходимые для удовлетворения потребностей человека, становятся ограниченными, что требует определенных издержек для воспроизводства.

Например, изъятие земли под площадки строительства, добыча минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов для промышленности строительных материалов, нарушение подземного пространства прокладкой инженерных коммуникаций и др.

Таким образом, «природный капитал» вовлекается в производственно-экономические отношения и выступает в качестве объекта анализа и оценки.

В строительной отрасли «природный капитал» выполняет следующие функции:

1) ресурсную – обеспечение объектов участками строительства; природно-сырьевыми, топливно-энергетическими ресурсами промышленности строительных материалов, строительного производства, жилищно-коммунального хозяйства и т.п.;

2) экосистемную – регулирование природной подсистемой естественных процессов: ассимиляция загрязнений и отходов, поддержание климата, водного режима, озонового слоя и т.д.;

3) обеспечивающую – создание эстетических, рекреационных, культурных, исторических, образовательных ценностей, поддержание здоровья человека и пр.

Исходя из ресурсной функции «природного капитала», экологические активы (минерально-сырьевые, топливно-энергетические ресурсы) рассчитываются на основе концепции компенсационных издержек. Потери экологической ценности активов измеряются в соответствии с издержками, понесенными объектами хозяйственной деятельности вследствие деградации окружающей природной среды. Анализ ресурсной функции «природного капитала» подробно рассмотрен в работе [3].

Более сложным в методическом плане является оценка экосистемной и обеспечивающих функций природного капитала.

В городах, где происходит изъятие земельных участков под застройку различного назначения, такие функции, в основном, выполняют территории, занятые парками, лесопарками, которые создают особые, улучшенные условия для проживания населения.

Считается, что косвенная стоимость использования леса отражает следующие направления ценности парковых и лесопарковых территорий городов (экосистемная функция): снижение загрязнения атмосферы и очистка воздуха; снижение эрозии; регулирование речного стока и сохранение источников питьевой воды. В таблице 1 приведен расчет косвенной стоимости использования 1 га смешанного леса, характерного для территории Орловской области.

Одновременно, городские парковые и лесопарковые зоны урбанизированных территорий составляют огромный рекреационный потенциал городов.

Исходя из концепции биосферной совместимости городов, развивающих человека [4], парковые и лесопарковые зоны обеспечивают функцию «связь с природой» на урбанизированных территориях. Они благотворно влияют на здоровье населения, снижают психоэмоциональное напряжение, создают эстетический облик городских ландшафтов и пр. У многих народов с лесом связаны культурные, образовательные, воспитательные традиции, сложившиеся на протяжении веков и передающиеся из поколения в поколение.

Таблица 1

**Расчет экосистемной функции «природного капитала»
на примере использования леса**

Направления ценности парковых и лесопарковых территорий городов					
Снижение загрязнения атмосферы и очистка воздуха		Снижение эрозии		Регулирование речного стока и сохранение источников питьевой воды	
Объем задерживаемой пыли в год, т/га леса	40	Предотвращение эрозии, га пашни/ га леса	0,5	Обеспечение речного стока, тыс.куб.м/ га леса	1,89
Текущие затраты на очистку воздуха от пыли, тыс.руб./т	3,25	Потери урожая на среднесмытых почвах, тыс.руб./га пашни	13,2	Минимальная ставка платы за безлимитный забор воды, тыс.руб./тыс.куб.м	3,06
Коэффициент дисконтирования (за бесконечный период времени)	0,1	Коэффициент дисконтирования (за бесконечный период времени)	0,1	Коэффициент дисконтирования (за бесконечный период времени)	0,1
Текущая стоимость услуги лесов по очищению атмосферы, тыс.руб./га леса	1300	Текущая стоимость услуги лесов по снижению эрозии почвы, тыс.руб./га леса	66	Текущая стоимость услуги лесов по регулированию речного стока, тыс.руб./га леса	58
Суммарная косвенная стоимость леса, тыс.руб./га					1424

Выводы и перспективы дальнейшего исследования. Воспроизводство «природного капитала» выступает составной частью самоподдерживающего развития урбанизированных территорий. Следовательно, развитие строительной отрасли должно рассматриваться в контексте решения проблемы сохранения окружающей природной среды и с учетом экологических факторов.

Для перехода к «зеленой» экономике принципиальное значение имеет сохранение «природного капитала», как важного источника общественных благ, повышение эффективности его использования, поддержка его функций и сохранение для следующих поколений. С развитием малоотходных и безотходных технологий в строительном комплексе можно будет заменить истощившиеся природные ресурсы произведенными благами.

В дальнейших исследованиях основное внимание будет уделено методам оценки обеспечивающей функции «природного капитала» в строительном комплексе.

Литература

1. Неверов, А.В. Экологический капитал: содержание и теория воспроизводства [Текст] / А.В. Неверов, И.П. Деревяго, Д.А. Неверов // Механізм регулювання економіки. – 2010. – № 3, Т. 1. – С.32-45.
2. Грибовский, С.В. Оценка стоимости недвижимости [Текст] / С.В. Грибовский, Е.Н. Иванова, Д.С. Львов, О.Е. Медведева. — М.: ИНТЕРРЕКЛАМА, 2003. — 704 с.
3. Кобелева, С.А. Расчет экологической нагрузки от строительных объектов на окружающую среду [Текст] / С.А. Кобелева // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 3. – С. 277 - 283.
4. Ильичев В.А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека [Текст] / В.А. Ильичев. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. — 240 с.

THE VALUE AND ASSESSMENT OF THE "NATURAL CAPITAL" IN THE CONSTRUCTION COMPLEX

S.Kobeleva

The construction complex is the consumer of natural resources and one of the main sources of pollution of surrounding environment. In the article the contents of the "natural capital", as element of reproduction process in construction is opened. In construction branch resource, ecosystem, providing functions of the "natural capital" are allocated. The assessment technique of the "natural capital" in construction branch on the following basic categories is offered: damage to the land plot from construction, exhaustion of energy and the natural raw material resources withdrawn from a subsoil for construction of the building.

СПОСІБ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ РЕЗЕРВУАРУ БУДЬ-ЯКОГО ОБ'ЄМУ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ З УРАХУВАННЯМ НЕДОСКОНАЛОСТЕЙ

*Мелітопольська школа прикладної геометрії
Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна*

В статті запропоновано універсальний розрахунковий алгоритм, який дозволяє визначити геометричну модель резервуару будь-якого об'єму для зберігання нафтопродуктів з урахуванням недосконалостей його геометричної форми.

Постановка проблеми. При транспортуванні, монтажі і експлуатації резервуари для зберігання нафтопродуктів набувають форму, яка відрізняється від прямого циліндра. У зв'язку з цим виникло питання про вивчення впливу спотворень геометричної форми резервуарів на їх міцність. Для врахування геометричних недосконалостей при розрахунку на міцність і стійкість циліндричної стінки резервуару необхідно отримати аналітичний опис її дійсної поверхні з урахуванням недосконалостей його геометричної форми. Такий аналітичний опис дасть змогу отримати вихідні дані для розрахунку резервуару з урахуванням недосконалостей на міцність і стійкість засобами програмного комплексу *SCAD Office*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема розрахунку резервуарів для зберігання нафтопродуктів на міцність була розглянута в роботах [1, 2]. Але в цих роботах, або приймається до розрахунку ідеальний резервуар без урахування недосконалостей геометричної форми, або використовуються рівняння Фур'є для врахування недосконалостей, які дають в результаті досить великі похибки, не кажучи вже про важкість використання таких залежностей на практиці.

В роботі [3] автором була запропонована геометрична модель резервуару об'ємом 1000 м^3 з урахуванням недосконалостей геометричної форми. Але ця геометричну модель має обмежений характер оскільки вона відповідає конкретному резервуару. В даній статті автор пропонує нову геометричну модель поверхні резервуару, яка є універсальною і підходить для резервуарів будь-якого об'єму.

Формулювання цілей і завдання статті. Розробити розрахунковий алгоритм геометричної моделі поверхні резервуару будь-якого об'єму для зберігання нафтопродуктів з урахуванням недосконалостей його геометричної форми.

Основна частина. Для визначення геометричної моделі поверхні резервуару використовується математичний апарат БН-числення [4-6].

Сформуємо геометричну схему моделювання поверхні резервуару. Для визначення точок на поверхні резервуару прийняті наступні позначення: $A_{i,j}$, де i - порядковий номер опорного контуру, який змінюється від 1 до m ; j - порядковий номер точки на опорному контурі, який змінюється від 1 до n . Кількість опорних контурів визначається як кількість поясів плюс один: $m = k + 1$, де k - кількість поясів.

Для більшої наочності, розглянемо геометричну модель на прикладі резервуару об'ємом 1000 м^3 (рис. 1). Проаналізуємо вихідні данні для геометричного моделювання даного конкретного резервуару. Основні геометричні розміри резервуару: $R = 5730 \text{ мм}$ та $h = 9000 \text{ мм}$. Також необхідно визначити кількість точок, для яких було промірено горизонтальне відхилення вертикальної стінки резервуару під час його обстеження. Даний конкретний резервуар розбито на 6 поясів по вертикалі, отже, він має 7 опорних контурів (рис. 1). Кількість точок, які формують лінію замкнутого опорного контуру $n = 12$.

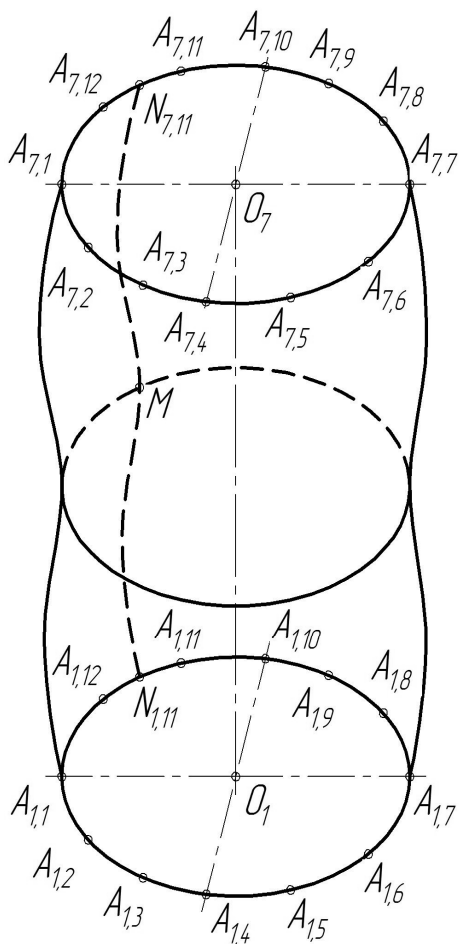


Рис. 1. Геометрична схема поверхні резервуару

З геометричної точки зору, модель поверхні резервуару – це замкнутий сегмент поверхні, який утворено дугами опуклих обводів

першого порядку гладкості [4]. Лінії опорних контурів цього сегменту поверхні формуються як замкнуті обводи першого порядку гладкості.

Алгоритм формування ліній опорного контуру наступний:

1. Формуємо цикл для j від 1 до n .

2. Визначаємо довжину відрізка $A_{i,j}A_{i+1,j}$:

$$|A_{i,j}A_{i+1,j}| = \sqrt{(x_{A_{i+1,j}} - x_{A_{i,j}})^2 + (y_{A_{i+1,j}} - y_{A_{i,j}})^2 + (z_{A_{i+1,j}} - z_{A_{i,j}})^2}, \quad i=1,2,\dots,m. \quad (1)$$

Приймаємо $A_{1,j} = A_{m+1,j}$.

3. Визначаємо довжину відрізка $A_{i,j}A_{i+2,j}$:

$$|A_{i,j}A_{i+2,j}| = \sqrt{(x_{A_{i+2,j}} - x_{A_{i,j}})^2 + (y_{A_{i+2,j}} - y_{A_{i,j}})^2 + (z_{A_{i+2,j}} - z_{A_{i,j}})^2}, \quad i=1,2,\dots,m. \quad (2)$$

Приймаємо $A_{2,j} = A_{m+2,j}$.

4. Визначаємо точки $B_{i+1,j}$:

$$B_{i+1,j} = \frac{|A_{i+1,j}A_{i+2,j}|(A_{i+2,j} - A_{i,j}) + 2A_{i+1,j}|A_{i,j}A_{i+2,j}|}{2|A_{i,j}A_{i+2,j}|}, \quad i=1,2,\dots,m. \quad (3)$$

Приймаємо $B_{1,j} = B_{m+1,j}$.

5. Визначаємо точки $C_{i+1,j}$:

$$C_{i+1,j} = \frac{|A_{i,j}A_{i+1,j}|(A_{i,j} - A_{i+2,j}) + 2A_{i+1,j}|A_{i,j}A_{i+2,j}|}{2|A_{i,j}A_{i+2,j}|}, \quad i=1,2,\dots,m. \quad (4)$$

Приймаємо $C_{1,j} = C_{m+1,j}$.

6. Визначаємо дуги ліній j -го опорного контуру:

$$N_{i,j} = A_{i,j}\bar{u}^3 + 3B_{i,j}\bar{u}^2u + 3C_{i,j}u^2\bar{u} + A_{i+1,j}u^3, \quad (5)$$

де $i=1,2,\dots,m$; $\bar{u}=1-u$; $0 \leq u \leq 1$.

7. Збільшуємо j на одиницю, повертаємося до першого пункту і повторюємо всі операції доки $j = n$.

Таким чином, отримаємо 7 замкнутих ліній опорних контурів, які складаються з дуг кривих третього порядку. Далі визначимо твірну лінію поверхні резервуару, як дугу обводу першого порядку гладкості.

Алгоритм формування твірних ліній наступний:

1. Формуємо цикл для i від 1 до m .

2. Визначаємо довжини відрізків:

$$\begin{aligned} |A_{i,j}A_{i,j+1}| &= \sqrt{(x_{A_{i,j+1}} - x_{A_{i,j}})^2 + (y_{A_{i,j+1}} - y_{A_{i,j}})^2 + (z_{A_{i,j+1}} - z_{A_{i,j}})^2}, \\ |A_{i,j-1}A_{i,j+1}| &= \sqrt{(x_{A_{i,j+1}} - x_{A_{i,j-1}})^2 + (y_{A_{i,j+1}} - y_{A_{i,j-1}})^2 + (z_{A_{i,j+1}} - z_{A_{i,j-1}})^2}, \\ |A_{i,j}A_{i,j-1}| &= \sqrt{(x_{A_{i,j-1}} - x_{A_{i,j}})^2 + (y_{A_{i,j-1}} - y_{A_{i,j}})^2 + (z_{A_{i,j-1}} - z_{A_{i,j}})^2}. \end{aligned} \quad (6)$$

3. Визначасмо точки $P_{i,j}$ та $Q_{i,j}$:

$$P_{i,j} = (A_{i,j+1} - A_{i,j-1}) \frac{|A_{i,j} A_{i,j+1}|}{2|A_{i,j-1} A_{i,j+1}|} + A_{i,j}, \quad j = 2, 3, \dots, n-1, \quad (7)$$

$$Q_{i,j} = (A_{i,j-1} - A_{i,j+1}) \frac{|A_{i,j} A_{i,j-1}|}{2|A_{i,j-1} A_{i,j+1}|} + A_{i,j}, \quad j = 2, 3, \dots, n-1.$$

4. Визначаємо дуги обводу для першого і останнього поясів:

$$M_{i,1} = N_{i,1} \bar{v}^2 + 2Q_{i,2} v \bar{v} + N_{i,2} v^2, \quad (8)$$

$$M_{i,n} = N_{i,n-1} \bar{v}^2 + 2P_{i,n-1} v \bar{v} + N_{i,n} v^2.$$

5. Формуємо дуги твірних ліній для проміжних поясів:

$$M_{i,j} = N_{i,j} \bar{v}^3 + 3P_{i,j} \bar{v}^2 v + 3Q_{i,j} v^2 \bar{v} + N_{i,j+1} v^3, \quad j = 2, 3, \dots, n-2. \quad (9)$$

6. Збільшуємо значення i на одиницю, повертаємося до першого пункту і повторюємо всі операції доки $i = m$.

Висновки. В роботі запропоновано розрахунковий алгоритм, який визначає геометричну модель поверхні резервуару для зберігання нафтопродуктів з урахуванням недосконалостей його геометричної форми, що дозволяє вивчати вплив спотворень геометричної форми на міцність і стійкість для резервуарів будь-якого об'єму.

Література

1. *Егоров Е.А.* Комплексный анализ, оценка и управление надежностью стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов: Дис... д-ра техн. наук: 05.23.01 / Егоров Евгений Аркадьевич – Д.: ПГАСА, 2004. - 337 с.

2. *Тюрин Д.В.* Моделирование вертикальных стальных резервуаров с несовершенствами геометрической формы: автореф. Дисс... канд. техн. наук: 25.00.19 / Д. В. Тюрин. – Тюмень, 2003. - 27 с.

3. *Крисько О.А.* Геометричне моделювання поверхні резервуару для зберігання нафтопродуктів з урахуванням недосконалостей методами БН-числення / Крисько О.А., Конопацький Є.В., Бумага А.І. / Матеріали II-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності». Вип. 2. – К.: ДІА, 2013 р. – С.118-122.

4. *Балюба И.Г.* Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: дисс...доктора техн. наук: 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич – Макеевка: МИСИ, 1995. – 227 с.

5. Точечное исчисление – математический аппарат параллельных вычислений для решения задач математического и компьютерного моделирования геометрических форм. [Балюба И.Г., Полищук В.И., Горягин Б.Ф., Малютина Т.П.] // Материалы Международной научной

конференции «Моделирование – 2008», 14-16 мая 2008 р., г. Киев, Том 2. – С.286-290.

6. *Найдыш В.М.* Алгебра БН-исчисления / Найдыш В.М., Балюба И.Г., Верещага В.М.// Прикладна геометрія та інженерна графіка. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 90. – К.: КНУБА, 2012. – С.210-215.

**СПОСОБ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРА ЛЮБОГО ОБЪЁМА ДЛЯ
ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ С УЧЕТОМ НЕСОВЕРШЕНСТВ**

А.А. Крысько

В статье предложен универсальный расчетный алгоритм, который позволяет определить геометрическую модель резервуара любого объёма для хранения нефтепродуктов с учетом несовершенств его геометрической формы.

**METHOD GEOMETRIC MODELING SURFACE OF THE TANKS
OF ANY SIZE FOR STORING OIL PRODUCTS
CONSIDERING OF IMPERFECTIONS**

A.A. Krysko

An universal calculation algorithm which allows to define the geometrical model of the tanks of any volume for storing oil products considering the defects of his geometrical form is offered in the article.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА МЫСЕ ТАГАНРОГ (VII в. до н.э – XIV в.)

Таганрогский технологический институт Южного федерального университета, Россия, г. Таганрог

Статья посвящена анализу градостроительной деятельности на мысе Таган-Рог до основания на нем города Таганрога. Отражен процесс освоения территории мыса греками в VII-IV веками до нашей эры и итальянцами (генуэзцами) в период XII - XIV веков.

Исследованию истории градостроительного искусства России посвящены многие научные работы и монографии отечественных архитекторов, но они в большей части касаются вопросов рассмотрения развития планировочных структур крупных городов и лишь отчасти затрагивают развитие городской территории провинции (А.В. Бунин², В.А. Лавров³, Т.Ф. Саваренская⁴ и др.) Тема развития структуры города Таганрога получила свое развитие в работах Г.В. Есаулова, Г.А.Разумова, В.Д. Блаватского, А.Н. Карпова и др. Более детальное внимание развитию архитектуры города в публикациях П.П. Филевского, В.П.Копылов, П.А. Ларенок, Н.И.Павленко, М.В. Герасименко М.С. Киричек и др. Но тема теории планировочной приемственности в плане исторического разреза времени и места, а также влияния на последующие взаимосвязанные факторы лишь отчасти затронута в данных исследованиях.

Субъективный анализ истории архитектуры и особенно градостроительного искусства должен быть сопряжен с тесным контактом с современными концепциями, которые позволяют более объективно рассматривать существующие градостроительные тенденции, господствующие в теории архитектуры. При этом появляется возможность раскрытия и переосмысливания определенных фактов, которыми предыдущие аналитики пренебрегли или представили в качестве фактологических сведений.

Теория архитектуры не должна рассматриваться как что-то давно исследованное, и уже отразившее объектную реальность как она есть. При этом целесообразней проводить показывать действительность в единстве

² Бунин А.В. История градостроительного искусства – М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1945. – 337 с.

³ Лавров В.А. Развитие планировочной структуры исторически сложившихся городов. – М: Стройиздат, 1977. - 177 с.

⁴ Саваренская Т.Ф. и др. История градостроительного искусства. Поздний феодализм и капитализм: Учеб. Для вузов/ Саваренская Т.Ф., Швидковский Д.О., Петров Ф.А. – М: Стройиздат, 1989. - 391 с., ил.

прошлого, настоящее, и по возможности будущего. Изучение архитектурно-градостроительного наследия Таганрога в разрезе природно-климатических, социально-экономических, этнических процессов, оказавшие существенное влияние на формирование поселений на мысе Таган-Рог является предметом настоящего рассмотрения.

Исследования недавно произведенные археологами на месте настоящего местоположения Таганрога подтвердили гипотезу, что еще в седьмом веке до нашей эры, здесь существовало поселение греков под названием Кремны (предположительно), которое потом разрушили многочисленные набеги кочевников.

Территория, на которой расположен Таганрог, обладает рядом природно-климатических преимуществ: мягкая весна, теплое лето и длительная не дождливая осень; благоприятная естественная бухта, защищенная от северных и восточных ветров и высокий приметный мыс, выдающийся далеко в море. Однако древнегреческие писатели отмечали один недостаток - не очень благоприятную зиму.

Одна из причин появления поселения здесь греков в VII-II вв. до н.э. известный польский искусствовед Л. Винничук⁵ мотивирует тем, что «лишь морские пути облегчали (грекам) тогда сношения с отдаленными областями и странами. Здесь трудности успешно преодолевались, и греки море любили, несмотря на все опасности, которое оно им грозило. Греки знали, каким грозным и коварным бывает море, но знали и его красоту и те выгоды, которое оно им несло. Вероятно, их влекло к морю и то, что земля, суша не могла обеспечить в достаточной мере существование древних греков».

Этому факту имеются многочисленные подтверждения – фрагменты архаической расписной ионической керамики и другие артефакты, обнаруженные на морском дне в северо-восточной части залива. В настоящее время нет единой точки зрения о характере поселения, то ли эмпорий (торговая гавань в античную эпоху), то ли рыбацкий поселок⁶. Подобный подход вряд ли можно считать правомерным, целесообразней предположить, что это поселение выполняло не только роль «рыбачей» апойкии греков, но и являлось торговым портом, который по данным археологических раскопок просуществовал примерно 300 лет.

Азовское море, до недавних пор считалось одним из самых рыбных в мире, а Таганрогский залив, на тот момент, благодаря небольшим глубинам и синтезу морской – Азовского моря, и пресной воды, впадающих рек в Таганрогский залив – Дон, Кальмиус, Миус и Ея, являлся рыбным «инкубатором» для всего Азовского моря.

«Кремны» с древнегреческого языка означают «кручи». Берег залива действительно крутой с обилием глиняных откосов, являющихся

⁵ Л. Винничук Люди, нравы обычаи древней Греции и Рима, с.63

⁶ Энциклопедия Таганрога.– Ростов/н Д: ООО «Ростиздат». 2003.–512 с., ил. с.10

исходным материалом для изготовления широкого круга лепных и гончарных изделий, которые возможно впоследствии и были обнаружены на дне залива. Весь глиняный утес лежит на обширной плите ракушечника, часто применяемого в строительстве. Греки были прекрасными строителями, что не раз подтверждалось этапами развития архитектуры, и свои дома они возводили из камня. Ракушечник легко можно обработать и придавать ему требуемую форму. Тем не мене, в их практике применялась и глинобитные сооружения, и было бы странным предполагать, что дома для плебеов возводились из камня.

Сведения о сравнительном анализе глины данных изделий, образцы которых были взяты немецкой экспедицией, до настоящего время не опубликованы, однако возможно предположить, что часть обломков глиняной посуды была изготовлена по месту, т.к. для хранения и переработки рыбы требовалась емкости.

Основанное поселение греков вело активную торговлю с Грецией и местными племенами. На рынок привозились рыба, скот, хлеб, мех, мед и рабы. Население снабжалось вином, оливковым маслом, ремесленными изделиями. Предполагают, что этот период связан со становлением и расцветом градостроительной и архитектурной деятельности существующего поселения. На основании данных вполне можно сделать предположение, что основной состав населения были рыбаки, матросы, торговцы и мастера по изготовлению гончарных изделий (рис.1).

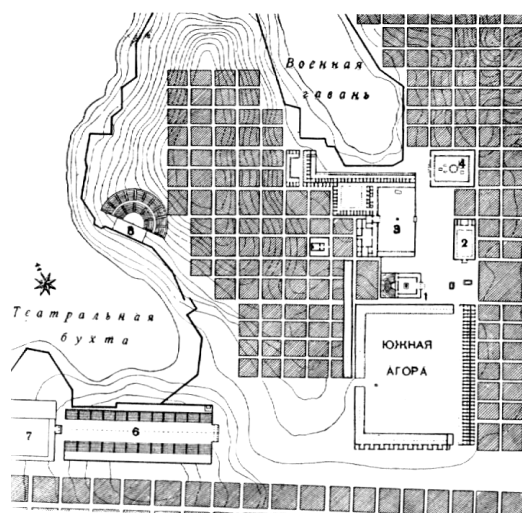


Рис.1 Город Милет по Бунину А.В.

Анализ письменных и археологических источников позволил определить время в течение, которого функционировало это поселение. Греческое поселение, основанное в конце VII — начале IV вв. до н.э.⁷, прекратило своё существование в первой четверти V в. до н.э. В связи с тем, что большое количество найденных деталей греческой посуды

⁷ Энциклопедия Таганрога.— Ростов/н Д: ООО «Ростиздат». 2003.—512 с., ил. с.11

археологи относят к милетской культуре, то вывод напрашивается сам – его основали выходцы с западных берегов Турции. Однако в настоящее время отсутствует возможность сравнения планировочной структуры Милета с поселением на мысе Таганрог. В частности это связано с трудностями подводных археологических изысканий и с произошедшими значительными изменениями береговой линии за последние три тысячи лет. Место расположения предполагаемого поселения находится примерно в 200 метрах от существующей линии моря, а также отсутствием необходимого финансирования археологических работ и настоящей малой заинтересованностью определенного круга должностных лиц от науки.

В период активной колонизации Черного моря итальянцами (генуэзцами), ориентировочно в XI-XIV вв. на этом месте был построен порт Пизано. На средневековых картах Порте Пизано занимает северо-восточную часть таганрогского залива. Характеризуя особенности месторасположения Таганрога известный краевед П.П. Филевский⁸ так описывает возможность появления генуэзского поселения: «На Азовском море, где пизанцы также торговали, наибольшее значение у них имел так называемый пизанский порт Porto-Pixano, место которого точно указать будет натяжка, но между предположениями самое распространенное то, которое указывает нынешний Таганрог. Это можно считать первым указанием на Таганрог, но год, к каковому должно быть отнесено основание пизанского порта, неизвестен.



Рис.2 Портолан 1318 года (деталь карты)

Карта, на которой он обозначен, относится к 1318 году (рис. 2), но, разумеется, он мог быть основан раньше, тем более это следует предположить...». Для подтверждения данной гипотезы необходим анализ

⁸ П.П. Филевский История города Таганрога.– Таганрог : ООО «Издательство «Лукоморье». 2007.

археологических памятников северного побережья залива и раскопки в наиболее вероятных местах поселения. В связи с изменением береговой линии ответ на вопрос размещения этого поселения может дать анализ итальянских портуланов как топонимической системы⁹. Данные события предопределили строительство нового города на приметном высоком берегу залива Азовского моря по целому ряду причин. Примерное место расположения поселения находилось на восточном краю мыса, рядом со естественным спуском на берег моря. Оставшейся донжон зафиксирован в планах Э.Ф. Боргсдорфа¹⁰ (1696), и ориентирован он был на Тану (Азов), и краевед И.В. Назаренко предполагает, что башня являлась маяком¹¹. По всей видимости, остатки строений генуэзцев были уничтожены при строительстве Троицких фортификационных сооружений, а строительный материал использован российскими строителями петровского периода.

Данные археологическое открытие греческого поселения VII-IV вв. до нашей эры является для России исторически важным и позволяет Таганрогу претендовать на звание самого древнего города России.

Вывод:

В период VII-IV вв. до н.э. на Таганрогском мысу располагалось греческое поселение, которое было разрушено кочевыми племенами, и остатки жилищ должны находиться в восточной части Таганрогского залива.

Генуэзское поселение XI-XIV вв. постигла участь эпидемии чумы в середине XIV в. и упадок торгово-экономических отношений, что и привело к превращению активно развивающегося торгового поселения в город-призрак.

Таганрогский мыс имеет богатую градостроительную историю, и Петр I при поиске места для первой военно-морской базы российского флота выбрал уже ранее обжитой мыс Таган-Рог.

Тема градостроительной истории Таганрога требует дополнительных исследований и для этого необходимо исполнения всеми участниками нового строительства в исторической части города проведение мероприятий по изучению исторического культурного слоя с целью воссоздания архитектурного прошлого.

Литература

1. *Винничук Л* Люди, нравы обычаи древней Греции и Рима/Пер.с польск. В.К. Ронина – М.:Высш. шк.,1988 – 496 с. с илл.
2. *Копылов В.П., Ларенок П.А.* Таганрогское поселение (Каталог

⁹ Энциклопедия Таганрога.– Ростов/н Д: ООО «Ростиздат». 2003.–512 с., ил. с.22

¹⁰ И.Г. Корб. Дневник путешествия в Московию (1698 и 1699 гг). СПб, 1906.

¹¹ Энциклопедия Таганрога.– Ростов/н Д: ООО «Ростиздат». 2003.–512 с., ил, с.188

случайных находок у каменной лестницы).–Ростов н/Д: Гефест1994 – 162с.

3. Карпов А.Н., Коган В.Г. Азовский флот и флотилия - Таганрог: «Сфеникс», 1994 - 283 с.

4. Разумов Г.А., Хасин М.Ф. Тонушие города/ - 2–е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1991.- 256 с.: ил.

5. П.П. Филевский История города Таганрога.– Таганрог : ООО «Издательство «Лукоморье». 2007. – 458 с.

6. Энциклопедия Таганрога.– Ростов-на Дону : ООО «Ростиздат». 2003.–512 с.

МІСТОБУДІВНА ДІЯЛЬНІСТЬ НА МИСІ ТАГАНРОГ (VII СТ. ДО Н.Е - XIV СТ.)

В.О.Марков

Стаття присвячена аналізу містобудівної діяльності на мисі Таган-Ріг до заснування на ньому міста Таганрога. Відображено процес освоєння території мису греками у VII-IV століттями до нашої ери і італійцями (генуезцями) у період XII - XIV століть.

URBAN DEVELOPMENT ON CAPE TAGANROG (VII CENTURY. BC - XIV C.)

V. Markov

The article is devoted to the analysis of urban planning at Cape Tagan Rog to base it on the city of Taganrog. Reflects the process of development of the territory of Cape Greco in VII-IV centuries BC and the Italians (the Genoese) during the XII - XIV centuries.

ПРИЧИНЫ ПОВЫШЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ СТЕН

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В данной статье рассматриваются причины образования влажных стен в жилых зданиях. Возникающие в связи с этим проблемы при эксплуатации и снижения теплоэффективности ограждающих конструкций.

Постановка проблемы. Очень часто с наступлением осени и весны многие люди сталкиваются с тем, что в их квартирах и домах сыреют стены. К чему это приводит, мы все знаем: в помещении становится холодно, сыро, портится отделка, появляются грибок и плесень.

Дело в том, что сами материалы, применяемые при возведении зданий, обладают большей или меньшей пористостью. Капельная влага попадает в поры кирпича или бетонной панели и идет мигрировать по микропустотам. Со временем влага в стене может накапливаться. Как следствие - мокрые стены, имеющие склонность к промерзанию. Многократное замораживание в свою очередь приводит к образованию трещин, затем к разрушению материала и, соответственно, к еще большей сырости, и как следствие - потере тепла. Так, при увеличении влажности ограждающих конструкций здания на 10-20 %, их теплоизоляционная способность уменьшается на 50%.

Анализ основных исследований и публикаций. Влажные стены – это серьезная проблема многих зданий, причем она характерна как для старого фонда, так и для новостроек. Многие люди задают этот вопрос на форумах, в специализированных магазинах или пытаются решить сами. Но если возникает эта проблема, очень важно правильно установить причину, а уже после этого выбирать способ устранения намокания. Часто таких причин бывает несколько, причем одна тянет за собой другую. Бороться всегда надо с самой причиной, а не с ее проявлением. Здесь желательным (скорее необходимым) является визит специалиста, который проведет замеры влажности стен, определит точку росы и на их основе и по другим признакам сделает выводы о причинах намокания.

Когда причина намокания установлена, необходимо ее ликвидировать. И только после этого решать, как удалить воду со стен. На сегодняшний день рынок материалов и технологий позволяет выбрать наиболее рациональный и экономически целесообразный способ решения этой проблемы.

Формирование цели статьи. Изучить причины возникновения сырых стен, влияние влаги на эксплуатационные качества конструкций и возможное снижение их теплоэффективности.

Основная часть.

Проникающая в строительные конструкции влага является одной из главных причин их разрушения, а так же снижения их теплоэффективности. Каменная кладка, выполненная из любых материалов, обладает способностью поглощать и пропускать воду. Поэтому конструкции подвергаются водонасыщению, в результате которого в доме повышается уровень влажности. Повышенная влажность конструкций не позволяет добиться теплового комфорта, снижает их теплоизоляционные свойства и долговечность вследствие разрушения при замораживании - оттаивании, солевой коррозии и биокоррозии, нарушении термовлажностного режима эксплуатации здания.

Влага попадает в стены из воздуха (конденсированная или гигроскопическая влага); из земли при отсутствии или пришедшей в негодность гидроизоляции (капиллярная влага); с осадками через поврежденную крышу или водостоки; при не герметичности систем водопровода, канализации и отопления.

Существует несколько причин появления влажных стен:

1. Высокий уровень грунтовых вод;
2. Увлажнение стены и цоколя во время дождя поверхностными водами;
3. Отсутствие отмостки по наружному периметру стены
4. Промерзание стены и фундамента в зимнее время;
5. Отсутствие горизонтальной гидроизоляции между фундаментом и стеной;
6. Неправильно организован водосток с крыши (отсутствие желобов, слишком узкий карнизный свес, неисправный водоотвод, и т.д.);
7. Затекание воды на стену через отверстия в кровле;
8. Избыточная влажность воздуха в помещении;

С поверхности мокрых стен постоянно испаряется влага, и концентрация солей постоянно увеличивается. Появляются «высолы», в помещении слышен запах гнили, разрушается штукатурка, отходят обои, заводится грибок. Жить или работать в таких зданиях становится реально опасным для здоровья.

Появление сырости на стенах связано с физическим понятием «точка росы». Когда температура в комнате оказывается ниже значения точки росы, влага конденсируется и выпадает на холодных поверхностях - стенах и стеклах.

Выводы. Процесс увлажнения стен возникающий вследствие каких-либо причин сам не устранится, и со временем только прогрессирует. Для его предотвращения необходимы инженерные мероприятия. Решение этого вопроса является сложной задачей, требующей самого пристального изучения, наблюдения, проведения большого объема исследовательских работ по выявлению причин возникновения сырых стен.

Следует помнить о том, что изолировать от влаги нужно любое здание. Не стоит на этом экономить, потому что устранение результатов увлажнения конструкций и устройство гидроизоляции в уже существующем здании – очень сложное и дорогостоящее мероприятие.

Меры по устройству дренажа и гидроизоляции – непосредственные защитники от пагубных водных воздействий. Сегодня известно немало типов гидроизоляции, отличающихся по сложности устройства, стоимости и надежности. При необходимости обеспечения заданной сухости помещений (как правило, с расчетом на полный срок их эксплуатации), следует выбирать самый экономически целесообразный и рациональный вид гидроизоляционной защиты от атмосферных и грунтовых вод.

Литература

Периодические издания

1. Лешкевич М. Подвалы и фундаменты // MURATOR. - 2010. - № 1
2. Дробник М. Стены и перекрытия // MURATOR. - 2010. - № 1
3. Трушкевич В.А. Поединок с влагой // MURATOR. - 2011. - №10

Электронные ресурсы

1. Подземные части здания. Гидроизоляция // Информационная система по строительству «Ноу-Хаус.ru»
2. Савельев А. Защита фундаментов от грунтовых вод. Проект «Newshouse.ru». статья № 4135
3. Гидроизоляция. Рекомендации Ceresit
<http://www.ceresit.ua/ru/helpful/46/>
4. Форум «Строительство и ремонт. Строительные работы и инженерные системы» Тема: Сыреют стены. Как решить эту проблему?
<http://forum.muratordom.com.ua/threads/124>

ПРИЧИНИ УТВОРЕННЯ ВОЛОГИХ СТІН

Ю.Л. Міхеєва

В цій статті розглядаються причини утворення вологих стін в житлових будівлях. Проблеми при експлуатації, що виникають у зв'язку з цим та зниження теплоефективності огорожувальних конструкцій,

REASONS OF FORMATION OF MOIST STHENES

Y. Micheeva

In this article reasons of formation of moist walls are examined in dwellings building. Arising up in this connection problems during exploitation and declines are ahead of efficiency of non-load-bearing constructions.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЗЕРНИСТОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ КАМЕРИ МАШИНИ БАРАБАННОГО ТИПУ НА ПОЧАТКУ ДЕФОРМУВАННЯ

*Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне*

Розглянуто задачу визначення напруженого стану внутрішньокамерного завантаження барабанної машини на початку деформування. В пружній постановці отримано візуальні та функціональні параметри картин полів тиску. Встановлено явище виникнення зон із мінімальним та максимальним значенням тиску середовища.

Для реалізації різноманітних технологічних процесів застосовуються машини барабанного типу що оброблюють зерністі матеріали. Встановлення раціональних параметрів роботи забезпечує їх технологічність.

Спроби визначення напружено-деформованого стану завантаження було зроблено у [1,2]. Проте отримані результати суттєво розбігаються з експериментальними даними. Натомість для розв'язання задачі доцільно застосовувати комп'ютерне моделювання.

За мету роботи було поставлено візуалізація параметрів напруженого стану внутрішньокамерного завантаження на початку деформування.

Визначення напруженого стану в середовищі на початку деформації сегмента шукається в пружній постановці задачі [3,4] із використанням граничних і початкових умов, характерних для даної задачі. Рівняння застосованої двовимірної пружної моделі деформації завантаження мають вигляд

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + F_x = 0; \quad \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + F_y = 0; \quad (1)$$

$$F_{xv} = \sigma_x \cos(n_v \wedge x) + \tau_{xy} \cos(n_v \wedge y); \quad F_{yv} = \tau_{yx} \cos(n_v \wedge x) + \sigma_y \cos(n_v \wedge y); \quad (2)$$

$$\varepsilon_x = \frac{\partial \Delta x}{\partial x}; \quad \varepsilon_y = \frac{\partial \Delta y}{\partial y}; \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial \Delta x}{\partial y} + \frac{\partial \Delta y}{\partial x}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}; \quad (4)$$

$$\varepsilon_x = \frac{1-\nu^2}{E} \left(\sigma_x - \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_y \right); \quad \varepsilon_y = \frac{1-\nu^2}{E} \left(\sigma_y - \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_x \right); \quad \gamma_{xy} = \frac{2(1+\nu)}{E} \tau_{xy}; \quad (5)$$

де σ_x , σ_y та $\tau_{xy}=\tau_{yx}$ – три компоненти тензора напружень; F_x та F_y – проекції масових сил; x та y – координати; F_{xv} та F_{yv} – компоненти інтенсивності поверхневого навантаження; $\cos(n_v \wedge x)$ та $\cos(n_v \wedge y)$ – напрямні

косинуси; n_y – зовнішня нормаль до похилої поверхні; Δx та Δy – проекції переміщень на координатні осі; ε_x та ε_y – лінійні деформації по напрямкам координатних осей x та y ; γ_{xy} – кутова деформація в координатній площині Oxy ; E – модуль пружності завантаження; ν – коефіцієнт Пуассона завантаження.

Система (1)-(5) містить такі основні рівняння пружної деформації: диференціальні рівняння рівноваги (1), умови рівноваги на поверхні тіла (напруження на похилій грані) (2), диференціальні залежності між деформаціями та переміщеннями (3), рівняння нерозривності (4), закон Гука (5).

З метою дослідження фізичних явищ процесу деформування завантаження було розроблено комп'ютерну модель з відповідними фізико-механічними властивостями [5].

Масив, що моделює завантаження, було розбито розрахунковою сіткою на чотирикутні комірки (рис. 1). Було складено алгоритм розрахунку напружено-деформованого стану завантаження методом скінчених елементів. Функціонал повної потенціальної енергії для плоского напруженого стану у загальному випадку має вигляд

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_{\Omega} (\sigma_x \varepsilon_x + \sigma_y \varepsilon_y + \tau_{xy} \gamma_{xy}) d\Omega - \int_L (p_x u + p_y v) dL,$$

де p_x, p_y – компоненти вектора зовнішнього навантаження по напрямку осей x та y відповідно; u, v – переміщення; $d\Omega$ та dL – нескінченно малі елементи двовимірної області та контуру.

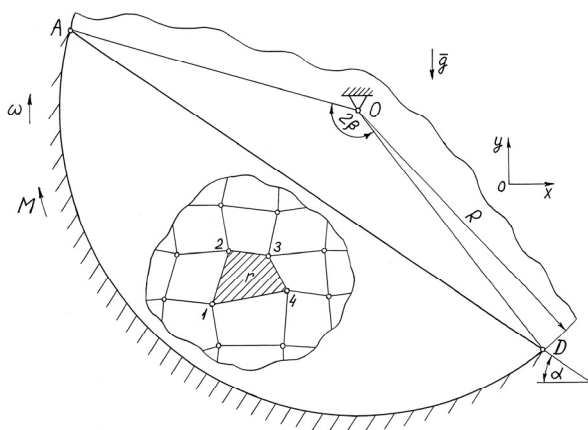


Рис. 1. Розрахункова схема застосування методу скінчених елементів.

Функціонал повної потенціальної енергії розрахункової області у компактній формі

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_{\Omega} \{\varepsilon\}_r \{\sigma\} d\Omega - \int_L \{p\}_r \{q\} dL.$$

Основні співвідношення плоского напруженого стану у комплексній формі в матричних символах

$$\{\sigma\} = [E]\{\varepsilon\}, \quad \{\varepsilon\} = [D]\{q\},$$

де $[E]$ – матриця пружності, $[D]$ – матриця диференціювання.

Основні співвідношення у матричному вигляді

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{E}{1-\nu^2} & \frac{\nu E}{1-\nu^2} & 0 \\ \frac{\nu E}{1-\nu^2} & \frac{E}{1-\nu^2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{E}{2(1+\nu)} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}, \quad \{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix}.$$

Компоненти векторів переміщень, зовнішнього навантаження, напружень та деформацій для плоскої задачі теорії пружності набувають вигляду

$$\{q\} = \begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix}, \quad \{p\} = \begin{Bmatrix} p_x \\ p_y \end{Bmatrix}, \quad \{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}, \quad \{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}.$$

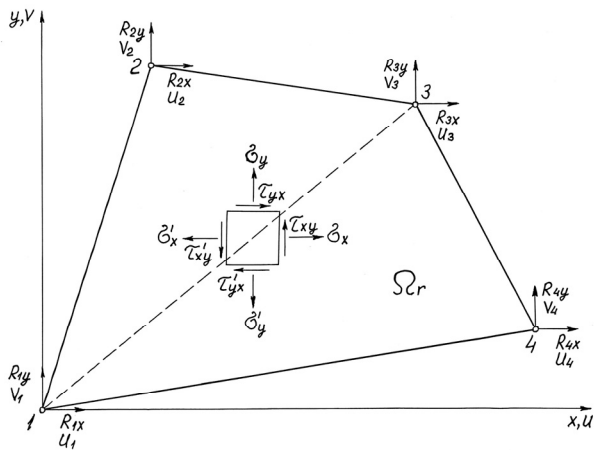


Рис. 2. Схема чотирикутного скінченного елемента r :
 $R_{1x}, R_{1y}, R_{2x}, R_{2y}, R_{3x}, R_{3y}, R_{4x}, R_{4y}$ – проекції вузлових реакцій;
 $u_1, v_1, u_2, v_2, u_3, v_3, u_4, v_4$ – проекції вузлових переміщень.

Вектор напружень

$$\{\sigma\} = [E]\{\varepsilon\} = [E][D]\{q(x, y)\},$$

де $\{q(x, y)\}$ – вектор апроксимуючих функцій, що складається з компонентів – $u(x, y)$ та $v(x, y)$.

Вектори напружень в областях трикутних складових скінченного елемента (рис. 3)

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E}{(1-\nu^2)\Delta} \begin{bmatrix} (y_2 - y_3) & \nu(x_3 - x_2) & (y_3 - y_1) \\ \nu(y_2 - y_3) & (x_3 - x_2) & \nu(y_3 - y_1) \\ \frac{1-\nu}{2}(x_3 - x_2) & -\frac{1-\nu}{2}(y_3 - y_2) & -\frac{1-\nu}{2}(x_3 - x_1) \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
& \left. \begin{array}{ccc}
\nu(x_1 - x_3) & (y_1 - y_2) & \nu(x_2 - x_1) \\
(x_1 - x_3) & \nu(y_1 - y_2) & (x_2 - x_3) \\
\frac{1-\nu}{2}(y_3 - y_1) & \frac{1-\nu}{2}(x_2 - x_1) & -\frac{1-\nu}{2}(y_2 - y_1)
\end{array} \right] \left\{ \begin{array}{c} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{array} \right\}, \\
\left\{ \begin{array}{c} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{array} \right\} &= \frac{E}{(1-\nu^2)\Delta} \left[\begin{array}{ccc}
(y_3 - y_4) & \nu(x_4 - x_3) & (y_4 - y_1) \\
\nu(y_3 - y_4) & (x_4 - x_3) & \nu(y_4 - y_1) \\
\frac{1-\nu}{2}(x_4 - x_3) & -\frac{1-\nu}{2}(y_4 - y_3) & -\frac{1-\nu}{2}(x_4 - x_1)
\end{array} \right. \\
& \left. \left. \begin{array}{ccc}
\nu(x_1 - x_4) & (y_1 - y_3) & \nu(x_3 - x_1) \\
(x_1 - x_4) & \nu(y_1 - y_3) & (x_3 - x_4) \\
\frac{1-\nu}{2}(y_4 - y_1) & \frac{1-\nu}{2}(x_3 - x_1) & -\frac{1-\nu}{2}(y_3 - y_1)
\end{array} \right] \left\{ \begin{array}{c} u_1 \\ v_1 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \end{array} \right\},
\end{aligned}$$

де Δ – подвійна площа відповідного трикутника.

Було виконано розрахунок напружено-деформованого стану середовища завантаження методом скінчених елементів. На рис. 3 та 4 зображено результати розрахунку [6] для двох картин руху із відносною швидкістю обертання ψ_ω , середнім відносним розміром d елементів в камері діаметром D – $d/D=0,01$. Перша картина відповідає стану відносного спокою завантаження для мінімального, а друга – для максимального ступеня заповнення камери κ . Як вихідні параметри було прийнято $E=2 \cdot 10^5$ МПа, $\nu=0,5$ та об'ємна густина $\rho=4600$ кг/м³, для перерізу камери – $R=1,5$ м.

Аналіз отриманих полів напружено-деформованого стану дозволив підтвердити гіпотезу про існування зони поблизу точки А (рис. 1), в якій за певних умов може відбуватись відокремлення елементів від поверхні камери та наступне зсування або вільний політ під дією гравітаційних складових сил. Це спричинюється мінімальним значенням напруження в такій зоні. Максимальне значення напруження в центральній частині опорної поверхні камери спричинює в цій зоні роздавлюючу дію на оброблюване середовище, що підтверджується нашими експериментами.

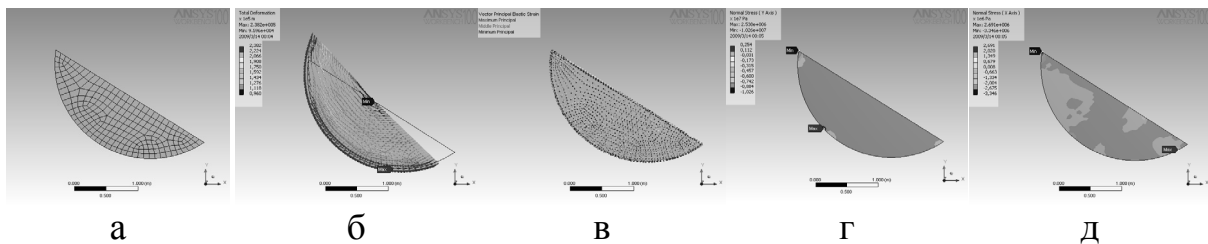


Рис. 3. Результати розрахунку при $\psi_{\omega} \rightarrow 0$, $\kappa=0,25$ та $d/D=0,01$:
а – розрахункова сітка, б – поле переміщення,
в – поле векторів головних напружень, г – поле тиску по вертикальній осі,
д – поле тиску по горизонтальній осі.

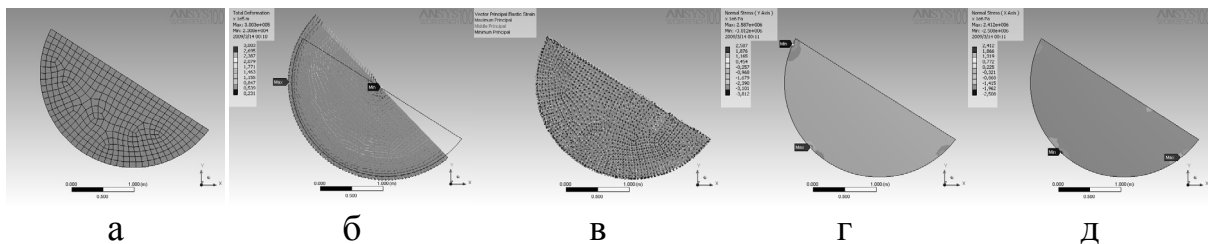


Рис. 4. Результати розрахунку при $\psi_{\omega} \rightarrow 0$, $\kappa=0,45$ та $d/D=0,01$
(позначення за рис. 3).

Таким чином, встановлено явище існування зони завантаження у верхній частині камери із мінімальним тиском, в якій елементи відокремлюються від поверхні камери, та зони в центральній частині камери із максимальним тиском, де на середовище діє роздавлювання. Зі зростанням деформації внаслідок миттєвого оборотного руйнування жорсткої структури середовища після подолання початкового граничного напруження зсуву в зоні поблизу точки А, коли малі пружні деформації трансформуються у кінцеві непружні, застосована модель стає непридатною.

Перспективним видається подальше дослідження впливу встановленого ефекту на реалізацію технологічних процесів барабанних машин.

Література

1. Микенина О.А. Упруго-пластическое деформирование сыпучего материала во вращающейся емкости: дис... канд. физ.-мат. наук: 01.02.04 / Микенина Ольга Александровна. – Новосибирск, 2005. – 126 с.
2. Сланевский А.В. Основы механики сыпучей среды во вращающихся печах и мельницах: дис... д-ра техн. наук: 05.17.08 / Сланевский Анатолий Васильевич. – СПб, 1997. – 294 с.
3. Лурье А.И. Теория упругости / А.И. Лурье. – М.: Наука, 1970. – 939 с.
4. Тимошенко С.П. Теория упругости / С.П. Тимошенко, Дж. Гудьер. – М.: Наука, 1975. – 575 с.

5. ANSYS: [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.ansys.com/>.

6. Напружено-деформований стан будівельних матеріалів в технологічних процесах виробництв / Сівко В.Й., Поляченко В.А., Кузьмінець М.П., Сівко Є.В., Науменко Ю.В. – К.: НТУ, 2010. – 352 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕРНИСТОЙ ЗАГРУЗКИ КАМЕРЫ МАШИНЫ БАРАБАННОГО ТИПА В НАЧАЛЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Ю.В. Науменко

Рассмотрена задача определения напряженного состояния внутрикамерной загрузки барабанной машины в начале деформирования. В упругой постановке получены визуальные и функциональные параметры картин полей давления. Установлено явление возникновения зон с минимальным и максимальным значением давления среды.

THE DRUM TYPE MACHINE CHAMBER GRANULAR FILLING STRESS BEHAVIOR, AT THE BEGINNING OF A STRAIN, COMPUTER SIMULATION

Yu. Naumenko

The problem of drum machine intrachamber filling stress behavior, at the beginning of a strain, calculation is considered. The pressure field patterns visual and functional conditions, in elastic definition of a problem, were computed. The phenomenon of minimum and maximum pressure value medium zones initiation is established.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРУШАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

*Красноармейский индустриальный институт
Донецкого национального технического университета*

Предлагается разработка высокоэффективных и универсальных средств взрывного дробления скальных массивов, позволяющих свести к минимуму потери минерального сырья из-за его переизмельчения.

Постановка проблемы. Ресурсосбережение является одним из направлений повышения эффективности работы промышленных предприятий. Это в полной мере относится к предприятиям горнодобывающей промышленности, в частности, к одному из основных технологических процессов открытых горных работ – взрывоподготовке скальных массивов полезного ископаемого.

Данные о реальных потерях минерального сырья как в процессе взрывоподготовки, так и на последующих стадиях технологической переработки свидетельствуют о низкой эффективности и высокой энергоемкости процесса разрушения горных пород энергией взрыва [1]. Предприятия, добывающие известняки и доломиты, несмотря на значительные достижения в области управления действием взрыва при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, теряют от 20 до 30% продукции в результате переизмельчения горной массы в процессе взрывной и механической подготовки [2].

Анализ основных исследований и публикаций. Вопросы рационального использования энергии взрыва, процесса трансформирования ее в горную породу и характер распределения этой энергии по видам работы, совершаемой взрывом, исследовались довольно широко [3, 4]. Это способствовало тому, что созданы и нашли широкое применение ряд эффективных средств взрывного дробления горных пород и методов управления действием взрыва. Однако, как показывает практика открытых горных работ, они в своей основе не преследовали целей комплексного ресурсосбережения, будучи использованы для конкретных целей и в конкретных условиях [4].

Основная часть исследований. Доказано [5], что основная часть энергии продуктов взрыва, разлетающихся с поверхностного слоя заряда, при косо́й детонационной волне излучается внутри достаточно малого угла γ зависящего от величины α (Рис.1), где α – угол между фронтом детонационной волны и поверхностью заряда. В частности при $\alpha = \pi/2$, $\gamma = 15^\circ$. Причем $\sin \gamma = \frac{\bar{u}}{D}$, где \bar{u} – скорость движения максимума действия

продуктов детонации, которая в несколько раз меньше скорости частиц u_{max} ; D – скорость детонации взрывчатого вещества (ВВ), м/с.

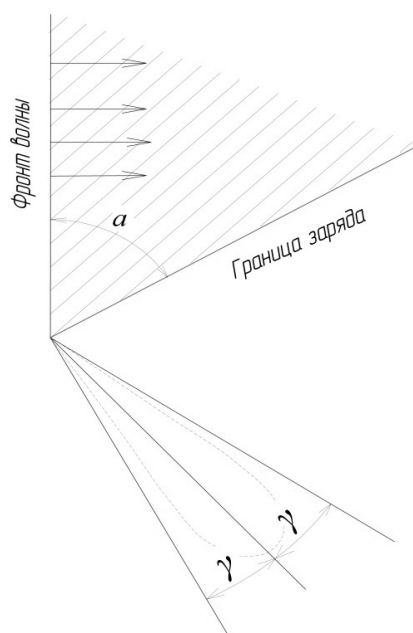


Рис.1 Направление разлета продуктов взрыва [5]

$$u_{max} = 2\bar{u}, \text{ где } u_{max} = \frac{\bar{u}(3k-1)}{k+1}; k - \text{показатель изоэнтропы.}$$

Фокусировка потоков продуктов детонации возможна при следующих условиях:

- продукты детонации, идущие от разных точек детонирующей поверхности в точку фокуса, должны сходиться одновременно, т.е. фронт сходящейся волны продуктов детонации должен быть сферическим;

- угол между касательной к поверхности заряда и направлением на фокус – постоянным. Этому условию удовлетворяет детонирующая поверхность, образованная вращением логарифмической спирали вокруг оси вращения OF (Рис.2) [5].

Уравнение логарифмической спирали имеет вид:

$$r = r_0 \exp \left[\frac{\left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right)}{\sqrt{\frac{D^2}{\bar{u}^2} - 1}} \right].$$

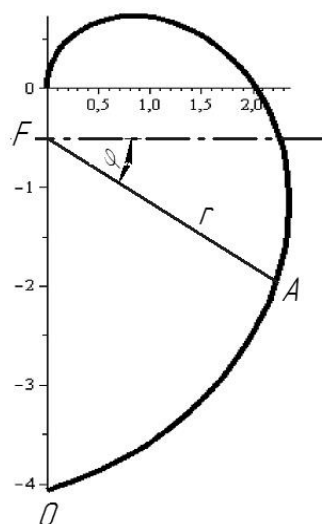


Рис. 2 Профиль детонирующей поверхности

Логарифмическая спираль является единственной кривой, которая при фокусировании продуктов детонации обладает одновременно свойством таутохронизма, т.е.

$$\frac{\ddot{O}A}{D} + \frac{AF}{\bar{u}} = \frac{OF}{\bar{u}} = const ,$$

и свойством направлять в фокус продукты детонации точно под одним и тем же углом с каждого элемента своей поверхности.

В заряде ВВ с кумулятивной полостью образованной логарифмической спиралью кумулятивная струя осевого действия не образуется [5]. Однако истечение продуктов взрыва, характеризующееся точечной симметрией, можно использовать для формирования своеобразной газовой забойки, увеличивающей продолжительность существования кумулятивного потока, симметричного относительно продольной оси заряда ВВ (Рис.3).

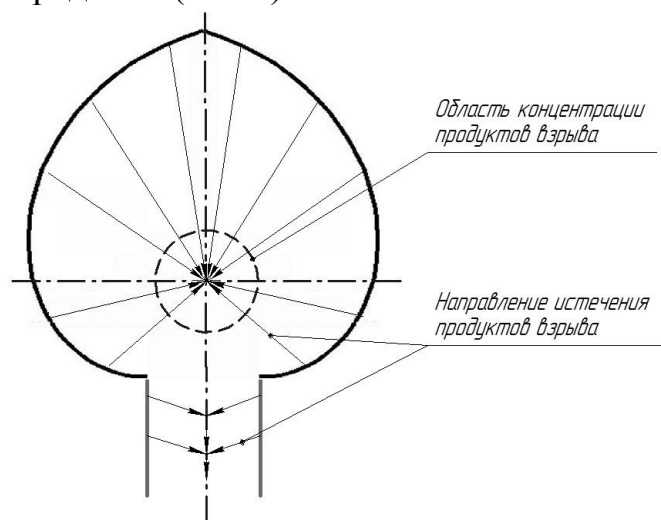


Рис.3 Формирование газовой забойки

Выводы. Свойство поверхности заряда ВВ в виде логарифмической спирали – фокусировать разлетающиеся продукты детонации в определенной точке позволяет создать конструкции зарядов ВВ, формирующих газовые кумулятивные потоки с различной продолжительностью и интенсивностью воздействия на горную породу при ведении открытых, подземных горных работ и в других отраслях промышленности.

Снижение интенсивности кумулятивного потока и увеличение длительности воздействия его на горную породу за счет формирования газовой забойки способствует передаче в массив большего количества энергии ВВ при одновременном снижении диссипативных потерь энергии взрыва и переизмельчения горной породы.

Литература

1. Ресурсосберегающие технологии взрывного разрушения горных пород / Э.И. Ефремов, В.М. Комир, И.А. Краснопольский, В.П. Мартыненко. К.: Техника. 1990. – 149 с.
2. Е.Г. Баранов, И.И. Клочко, Э.А. Петелин, А.Ф. Грибовода Возможности повышения эффективности взрывоподготовки флюсового сырья на карьерах Докучаевского ФДК // Огнеупоры. – 1991. – №12. – С.19-21.
3. В.Л. Барон, В.Х. Кантор Техника и технология взрывных работ в США. – М: Недра, 1989. – 376 с.
4. Повышение эффективности действия взрыва в твердой среде. / И.М. Комир, В.М. Кузнецов, В.В. Воробьев, В.Н. Чебенко. – М.: Недра, 1988. – 209 с
5. Физика взрыва / Под ред. К. П. Станюковича. — 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1975. — 704 с. — 5600 экз.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РУЙНУЮЧОЇ ДІЇ ЗАРЯДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ДРОБЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ПОРІД

Е.А. Петелін

Пропонується розробка високоефективних і універсальних засобів вибухового дроблення скельних масивів, що дозволяють звести до мінімуму втрати мінеральної сировини через його перездрібнювання

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DESTRUCTIVE ACTION OF EXPLOSIVES FOR ROCK CRUSHING

E. Petelin

Proposed the development of highly efficient and universal means of an explosive crushing rock masses, allowing to minimize the loss of minerals due to its overgrinding.

ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА НА ПРИНЦИПАХ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК», Россия

Разработан научный подход к управлению экологической безопасностью автотранспортной системы города, базирующийся на принципах парадигмы биосферной совместимости. Предложены критерии оценки экологической безопасности автотранспортной составляющей городского хозяйства и эффективности принимаемых управленческих решений, в основу которых положены тройственный баланс био-, ноо- и техносферы и показатели реализации функций города.

Постановка проблемы. Проблема повышения экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве становится все актуальнее, поскольку именно в городах и на урбанизированных территориях человеческая деятельность, имеющая целью достижение определенного благосостояния (комфорта), изменяет природные ландшафты, создает искусственную среду жизнеобеспечения, входящую все больше в противоречие с природой и лишает человека как биологического вида основы существования. Обеспечение экологической безопасности автотранспортной системы города, как важнейшей составляющей в реализации его функций, видится через преодоление потребительского отношения к природной среде; а выбор методов защиты окружающей среды требует комплексного междисциплинарного подхода. Существующая же система природоохранной деятельности, основывающаяся на нормировании, не всегда учитывает многокомпонентность выбросов автотранспорта, синергетический эффект их взаимодействия, что, в конечном итоге, делает неэффективной защиту от растущего ежегодного негативного воздействия.

На сегодняшний день актуальность этих вопросов наиболее ощутима в условиях развития рыночных отношений, когда обеспечение экологической безопасности зачастую лежит в плоскости частных экономических, а не общественных интересов. Все это определяет необходимость разработки иных подходов к регулированию техногенных нагрузок на экосистему города, в т. ч. и от автотранспортной системы, основой которых могут стать количественные нормативные соотношения между потребностями людей и техносферы в ресурсах биосферы и возможностью биосферы предоставлять эти ресурсы.

Анализ основных исследований и публикаций показал, что

большинство проведенных исследований основаны на позиции расширенного воспроизводства, ресурсопотребления и обеспечения экологической безопасности методами, которые не всегда носят системный характер и посвящены чаще всего решению отдельных локальных вопросов защиты окружающей среды [1-2 и др.]. Традиционные подходы к управлению экологической безопасностью в современных условиях не обеспечивают адаптивности экосистемы города по отношению к динамике роста ее загрязнений.

Теоретические основы построения интеллектуальных систем управления экологической безопасностью промышленно-транспортного комплекса заложены в работе [3]. Однако на сегодняшний день не существует стройной теории, отражающей специфику управления экологической безопасностью автотранспортной системы города как саморегулируемой системы.

Наиболее перспективным с этой точки зрения представляется решение проблемы управления экологической безопасностью автотранспортной системы города путем формирования новой парадигмы переосмысления общественных интересов, разработки гуманитарных технологий преодоления патологии сознания человека и антагонистического отношения к природе в рамках креативного подхода к развитию человека и формированию биосферосовместимой городской среды, предложенного Российской академией архитектуры и строительных наук [4].

Новый подход к управлению экологической безопасностью автотранспортной системы города на принципах биосферной совместимости. В основе предлагаемого подхода лежит понятие *экологически безопасного состояния автотранспортной системы города*, под которым понимаем одновременно устойчивое, сбалансированное и комфортное ее состояние. Для обоснования этого понятия принят ряд предпосылок.

Первое. Автотранспортная система города является системой, открытой для внешних воздействий, т. е. воздействий, переводящих систему в новое состояние.

Второе. Система обладает свойством самоорганизации, т. е. способностью перехода в устойчивое состояние при внешнем неразрушающем воздействии, не превышающем порогового значения и компенсирующегося системой. **Устойчивое состояние** – это состояние системы, при котором значения его параметров и (или) их производных остаются стабильными в заданном диапазоне.

Третье. Среди устойчивых состояний системы существует подмножество сбалансированных состояний. **Сбалансированное состояние** – состояние системы, характеризуемое значениями его параметров, которые удовлетворяют уравнению тройственного баланса составляющих био-, ноо- техносферы урбанизированных территорий [5].

Такие тройственные балансы в соответствии с представлением академика В. А. Ильичева считаются гуманитарными, т. е. устанавливающими симбиотические взаимоотношения отрасли и окружающей природной среды и определяющими на этой основе рост человеческого потенциала. В противном случае – деградация биосферы и снижение качества жизни населения городов и поселений.

Баланс устанавливает некоторое соотношение (расчетную пропорцию) потенциалов (ресурсов) биосферы и потребностей составляющих автотранспортной системы города, которое обеспечивает устойчивое самоподдерживающее ее состояние.

Четвертое. Среди устойчивых и одновременно сбалансированных состояний системы существуют подмножество **комфортных состояний**, когда значения параметров состояния удовлетворяют рациональным потребностям человека.

Пятое. Существует состояние, которое одновременно является устойчивым, сбалансированным и комфортным. Такое состояние и есть **состояние экологической безопасности системы**.

Базируясь на основных положениях парадигмы биосферной совместимости, сформулированы **принципы преобразования автотранспортной системы города в экологически безопасную составляющую городского хозяйства, развивающую человека**:

- принцип коэволюции природы и общества, т. е. соответствия между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом, способствующий созданию условий согласованного (симбиотического) развития природы, отрасли и человека на урбанизированных территориях;

- принцип сопоставления внешнего воздействия на окружающую среду и внутреннего взаимодействия процессов функционирования системы, т. е. количественной оценки так называемого «экологического следа» и восстанавливающей способности (потенциала) биосферы к регенерации и оценки состояния среды жизнедеятельности;

- принцип составляющих баланса (расчетной пропорции) между: потенциалом биосферы (природной составляющей); элементами автотранспортной инфраструктуры городского хозяйства – местами удовлетворения потребностей населения (автотранспортной составляющей) и человеческим потенциалом (социальной составляющей);

- принцип технического регулирования экологической безопасности, отражающий необходимость законодательного и нормативного закрепления составляющих баланса, научно обоснованных экологических критериев и социальных стандартов;

- принцип инновационной отраслевой деятельности, основывающейся на применении новых знаний, и способствующий повышению ресурсного и биотического потенциалов за счет применения биосферосовместимых технологий;

- принцип оценки эффективности решений и мероприятий программ

развития автотранспортной инфраструктуры и проверка качества городской среды от их реализации через критерии прогрессивного развития человека;

- принцип удовлетворения рациональных потребностей населения в транспортных услугах и создания благоприятной среды жизнедеятельности, базирующийся на предпосылке о неисключаемости общественных благ и равнозначности реализации для человека всех функций города;

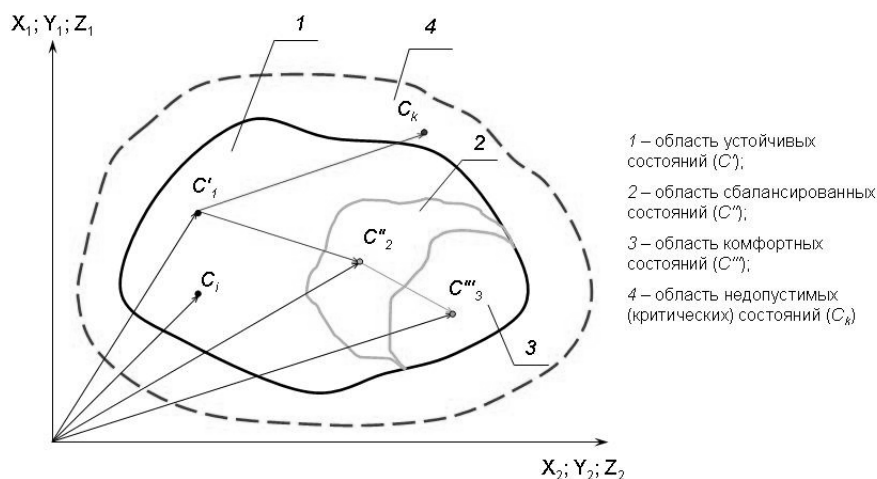
- принцип обеспечения комфортности городской среды через опыт и традиции, накопленные отраслью, саморегулирование и самоуправление автотранспортной составляющей городского хозяйства;

- принцип обратной связи как реакции объекта управления на возмущающие воздействия и вызовы внешней среды, обеспечивающий экологическую безопасность.

Иерархия вышеприведенных принципов заключается в соподчиненности их главному принципу, обозначающему переход к биосферосовместимому типу жизнедеятельности. С точки зрения управления экологической безопасностью систем жизнеобеспечения города, в т.ч. и автотранспортной, эта позиция является ключевой и определяет направления разработки научно обоснованных управленческих решений.

Состояние рассматриваемой системы не является дискретным, поскольку система находится в постоянном движении и под влиянием внешних и внутренних факторов происходит изменение ее состояния. На рисунке 1 движение автотранспортной системы изображено геометрически, где конкретное ее состояние описывается соответствующими векторами¹². Фактическое (в данный момент времени t) состояние системы S описывается компонентами множеств X , Y и Z , где X – состояние природной составляющей автотранспортной системы, Y – состояние социальной составляющей автотранспортной системы, Z – состояние технической составляющей многокомпонентной автотранспортной системы. Целевое состояние системы $S_{ц}$ описывается компонентами этих же множеств, но характеризуемых нормативными значениями параметров состояния.

¹² Как интерпретации понятия евклидовой геометрии, используемой в информатике для обозначения последовательности однородных элементов



- 1 – область устойчивых состояний (C');
- 2 – область сбалансированных состояний (C'');
- 3 – область комфортных состояний (C''');
- 4 – область недопустимых (критических) состояний (C_k)

Рисунок 1 – Геометрическое представление изменения состояния автотранспортной системы города

Как уже отмечалось, экологически безопасное состояние автотранспортной системы города определяется одновременно областью значений параметров устойчивого, сбалансированного и комфортного состояний. На рисунке 1 устойчивое состояние системы $C' = \{X, Y, Z\}$ – область 1, сбалансированное состояние системы C'' – область 2 и комфортное состояние системы C''' – область 3. При этом область $C''' \subset C'' \subset C'$.

В качестве критерия оценки экологической безопасности автотранспортной системы выступает минимум длины вектора, определенного как разность двух векторов, имеющих общее начало.

Математически это условие можно записать в следующем виде:

$$K = \min \rho = |\rho| = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (\rho_{T_i} - \rho_{C_i})^2},$$

где ρ_T и ρ_C – пространственные координаты векторов текущего и целевого состояний системы;

n – размерность векторного пространства.

Целевое состояние автотранспортной системы обеспечивается в результате реализации управляющих воздействий, направленных на минимизацию расстояния от текущего состояния до состояния экологической безопасности:

$$C_C = F(C; U; \Omega; t),$$

где C – текущее состояние системы; $C = \{X; Y, Z\}$

U – управляющие воздействия $U = \{U_1; U_2; \dots; U_n\}$;

Ω – внешние воздействия $\Omega = \{\omega_1; \omega_2; \dots; \omega_n\}$;

t – время.

Значения параметров целевого состояния автотранспортной системы (X_C, Y_C, Z_C) должны соответствовать принятым нормативам безопасности окружающей среды и социальным стандартам качества жизни, определяющим возможность экологического самообеспечения и прогрессивного развития биотехносферы урбанизированных территорий в

контексте основных положений парадигмы биосферной совместимости.

Конкретные управляющие воздействия U представляют собой вариацию управляемых параметров состояния автотранспортной системы и ее составляющих (например, регулирования параметров объектов автотранспортной инфраструктуры, дорожно-транспортных параметров и др.). В результате управления необходимо достигнуть такого функционирования объектов автотранспорта (целевых значений параметров компонентов некоторого множества $Z_{Ц}$) на урбанизированной территории, при котором состояние компонентов природной среды (параметров из множества X) и состояние компонентов социальной среды (параметров из множества Y), взаимодействующих с этими объектами при внешних воздействиях ω , будет максимально приближено к требуемому целевому состоянию – состоянию экологической безопасности.

В отсутствие управляющих воздействий по обеспечению экологически безопасного состояния (или в результате задержки времени их реализации, или реализации нерационального управляющего воздействия) система под влиянием внешних факторов может выйти из области допустимых состояний, которая соответствует приемлемому уровню ее качества для проживания и деятельности людей на рассматриваемой территории. То есть траектория движения системы может зайти в область критического отклонения, когда начнут возникать экологически опасные ситуации (зоны), обладающие устойчивостью в пространстве и во времени (рисунок 1 – область недопустимых состояний – 4).

Поэтому, для корректного управления экологической безопасностью автотранспортной системы города необходимо построение систем управления, учитывающих динамику изменения объекта управления (его структуры, технических и технологических параметров) и внешней среды и обеспечивающих при этом оперативную реакцию на текущие изменения.

Критериями эффективности принятия управленческих решений в соответствии с принципами парадигмы биосферной совместимости служат показатели состояния городской среды и экологических ситуаций на урбанизированной территории, включающие показатели уровня развития человеческого потенциала.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования. Предлагаемый подход к организации управления экологической безопасностью автотранспортной системы города исходит из необходимости применения целенаправленных управляющих воздействий к объекту управления и переводу системы в экологически безопасное состояние, базируясь на последовательной реализации принципов парадигмы биосферной совместимости как основы структуры системы управления. В перспективе необходима разработка моделей специализированных адаптивных систем управления экологической

безопасностью, использующих предлагаемый подход и опирающихся как на фундаментальные разработки, так и новые концепции управления.

Литература

1. Мироненко, В. Ф. Разработка системы управляемого мониторинга атмосферы промышленного центра [Текст] / В. Ф. Мироненко, И. В. Бутакова // Вестник ОГУ. – Оренбург, 2003. – № 2.– С. 57-64.

2. Ларин, О. Н. Интегрированная модель транспортной системы регионов Российской Федерации / О. Н. Ларин, Л. Б. Миротин // Транспорт: наука, техника, управление. – 2008. – № 1.– С.25-27.

3. Иващук, О. А. Теоретические основы построения автоматизированной системы управления экологической безопасностью промышленно-транспортного комплекса [Текст]: монография / О. А. Иващук, И. С. Константинов. – М.: Машиностроение, 2009. – 205 с.

4. Ильичев, В. А. Предложения к проекту Доктрины градостроительства и расселения (стратегического планирования городов - city planning) [Текст] / В.А. Ильичев, А.М. Каримов, В.И. Колчунов и др. // Жилищное строительство. – 2012. – №1. С.2-12.

5. Ильичев, В. А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека [Текст] / В. А. Ильичев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 240 с.

APPROACH TO MANAGEMENT OF ECOLOGICAL SAFETY OF MOTOR TRANSPORTATION SYSTEM OF THE CITY ON THE PRINCIPLES OF BIOSPHERIC COMPATIBILITY

O. Pilipenko, N.Bakaeva

Scientific approach to management of ecological safety of motor transportation system of the city, based on the principles of a paradigm of biospheric compatibility is developed. Criteria of an assessment of ecological safety of a motor transportation component of municipal economy and efficiency of made administrative decisions in which basis are put triple balance bio-, noo- and technospheres and indicators of realization of functions of the city are offered.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ МЕТОДУ ДВОХ ЗОБРАЖЕНЬ ПІДГОРНОГО ЗАСОБАМИ ТОЧКОВОГО ЧИСЛЕННЯ БАЛЮБИ-НАЙДИША

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна
Мелітопольська школа прикладної геометрії
Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Україна*

У статті запропоновано аналітичний опис загального випадку методу двох зображень Підгорного засобами точкового числення Балюби-Найдиша.

Постановка проблеми. Метод двох зображень Підгорного встановлює взаємно однозначну відповідність між об'єктом, який розташовано у просторі, і його проєкціями на площину, має велике теоретичне значення. Цей метод може мати широке практичне впровадження, але він не адаптований для використання на практиці з урахуванням сучасних можливостей обчислювальної техніки. З іншого боку, апарат точкового числення Балюби-Найдиша (БН-числення) дозволяє аналітично формалізувати геометричні алгоритми, ставлячи у відповідність кожній геометричній операції аналітичну залежність. Але цей апарат дуже молодий і потребує подальшого розвитку у теоретичному і прикладному плані. Тому задача формалізації геометричної моделі методу двох зображень Підгорного засобами БН-числення буде актуальною і корисною для обох вище згаданих наукових напрямків, а дослідження на їх основі – перспективним науковим напрямком.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З точки зору БН-числення, метод двох зображень Підгорного [1-3] складається із елементарних геометричних операцій, таких як перетин прямої з площиною, тобто проєкуючого променя з площиною проєкцій [4-6]. Об'єднання геометричних можливостей методу двох зображень Підгорного і аналітичних можливостей математичного апарату БН-числення дозволить значно розширити комп'ютерне застосування методу двох зображень, дослідити більш детально його окремі випадки і отримати програмну реалізацію цього методу на ПЕОМ. У запропонованій постановці, що пропонує їх поєднати, проблема розглядається вперше.

Формулювання цілей та завдання статті. Ціллю даної статті є розроблення аналітичного опису загального випадку методу двох зображень Підгорного у точковому численні Балюби-Найдиша.

Основна частина. У загальному випадку, для методу двох зображень Підгорного, центри проєціювання S, T, H – не колінеарні (рис. 1). Вихідними даними методу є:

τ, σ – площини проєцій.

Π – площина кресленика.

T, S – центри проєціювання на τ і σ .

H – центр перепроєціювання на Π .

A – довільна точка, розташована у просторі.

Геометрична сутність методу двох зображень Підгорного полягає у тому, що точка A двічі проєцюється за допомогою центрального проєціювання. Точки A_T і A_S – це проєкції точки A , спочатку із центрів проєціювання T і S відповідно на площини τ та σ , а потім із центру перепроєціювання H на площину Π . Центри проєціювання T і S також двічі проєцюється за допомогою центрального проєціювання. S_T і T_S – це проєкції точок T і S відповідно із центрів проєціювання S і T спочатку на площини τ та σ , а потім із центру перепроєціювання H на площину Π .

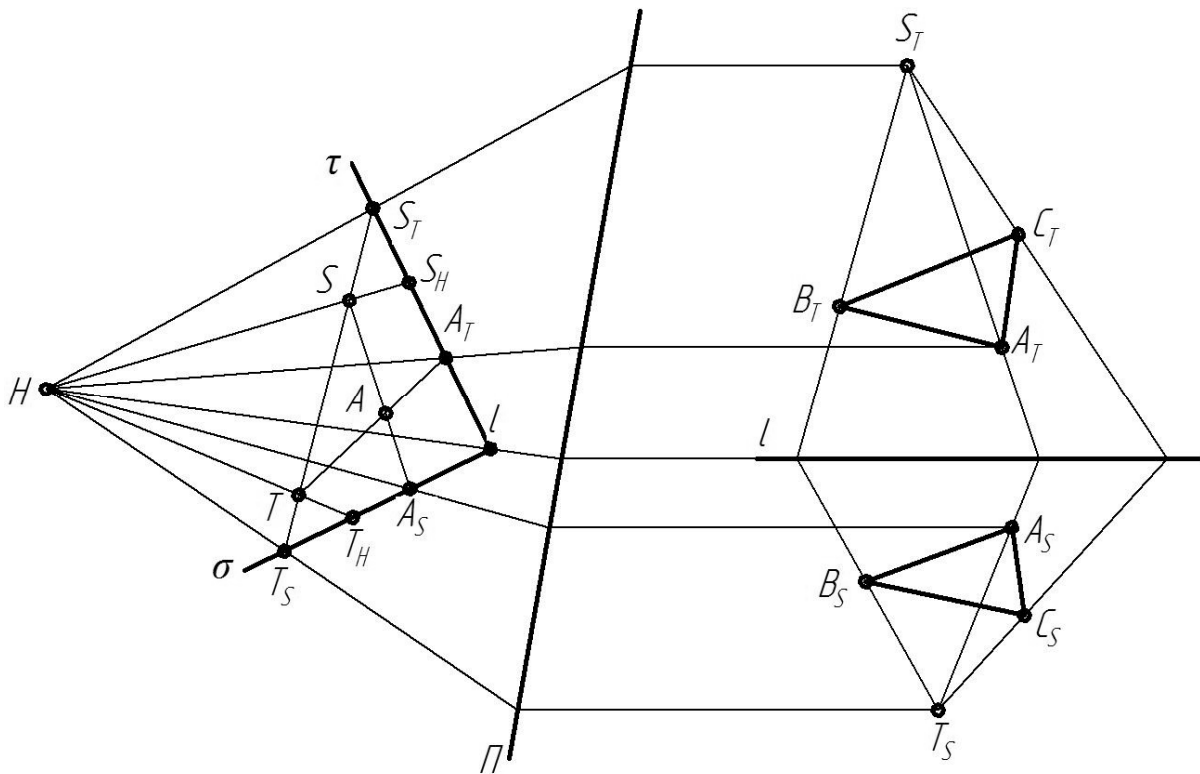


Рис. 1. Геометрична схема загального випадку методу двох зображень

У даному випадку, пряма l – лінія перетину площин τ та σ , займає паралельне положення по відношенню до площини Π .

Точки B і C також проєцюються двічі аналогічно точці A . Таким чином, метод двох зображень Підгорного визначає геометричний образ, у розглянутому випадку – площина ABC .

Для формалізованого, засобами точкового числення Балюби-Найдиша, опису методу представимо розглянуту геометричну схему (рис. 1) у 3-вимірному просторі (рис. 2), на якому DB – вісь l перетину площин проєкцій $\sigma = DBA$ і $\tau = DBC$. Центри проєціювання S, T, H . $DB\Pi$ – площина кресленика проходить через вісь l (не втрачається загальність, але спрощується формалізація). Точка M двічі центрально проєцюється. Мета задачі – при заданих точках A, B, C, D, Π, H, S, T і наявною мінливою точкою $M \notin ST$ – лінії центрів, необхідно визначити її проєкції M_T, M_S та кресленик у двох проєкціях M_{TH} та M_{SH} .

На лінії центрів ST довільно обираємо точки A і C , які разом із довільними точками D і B , що знаходяться на осі проєкцій, визначають симплекс $DABC$ простору, в якому відбувається побудова геометричної моделі двох центральних проєкцій. У заданому симплексі обираємо поточну точку будь-якого геометричного об'єкту, що визначається точковим рівнянням M :

$$M = (A - D)p + (B - D)q + (C - D)r + D. \quad (1)$$

Відносно точок A, C і D , вихідного симплексу $DABC$, зафіксуємо центри первинного проєціювання S і T , які повинні знаходитись на прямій AC :

$$S = (A - D)\bar{p}_S + (C - D)r_S + D, \quad T = (A - D)\bar{p}_T + (C - D)r_T + D, \quad (2)$$

де відношення параметрів $r_S = p_S, r_T = p_T$ забезпечує належність точок S і T прямій AC .

Зафіксуємо у просторі, відносно симплексу $DABC$, центр вторинного центрального проєціювання:

$$H = (A - D)p_H + (B - D)q_H + (C - D)r_H + D. \quad (3)$$

Без втрати загальності викладу, площину вторинного проєціювання (площину кресленика) $DB\Pi$, визначимо віссю DB і довільною точкою Π :

$$\Pi = (A - D)p_\Pi + (B - D)q_\Pi + (C - D)r_\Pi + D. \quad (4)$$

Моделюємо точково загальний випадок методу двох зображень Підгорного. Проєцюючий промінь TM :

$$N = (M - T)\lambda + T = (A - D)(p\lambda - \bar{p}_T\lambda + \bar{p}_T) + (B - D)q\lambda + (C - D)(r\lambda - r_T\lambda + r_T) + D.$$

Визначаємо первинну проєкцію як точку перетину проєцюючого променя TM і однієї з площин проєкцій DBC ($M_T = TM \cap DBC$):

$$\begin{vmatrix} p\lambda - \bar{p}_T\lambda + \bar{p}_T & q\lambda & r\lambda - r_T\lambda + r_T & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = p\lambda - \bar{p}_T\lambda + \bar{p}_T = 0 \rightarrow \lambda = \frac{\bar{p}_T}{\bar{p}_T - p},$$

де $\bar{p}_T = 1 - p_T$.

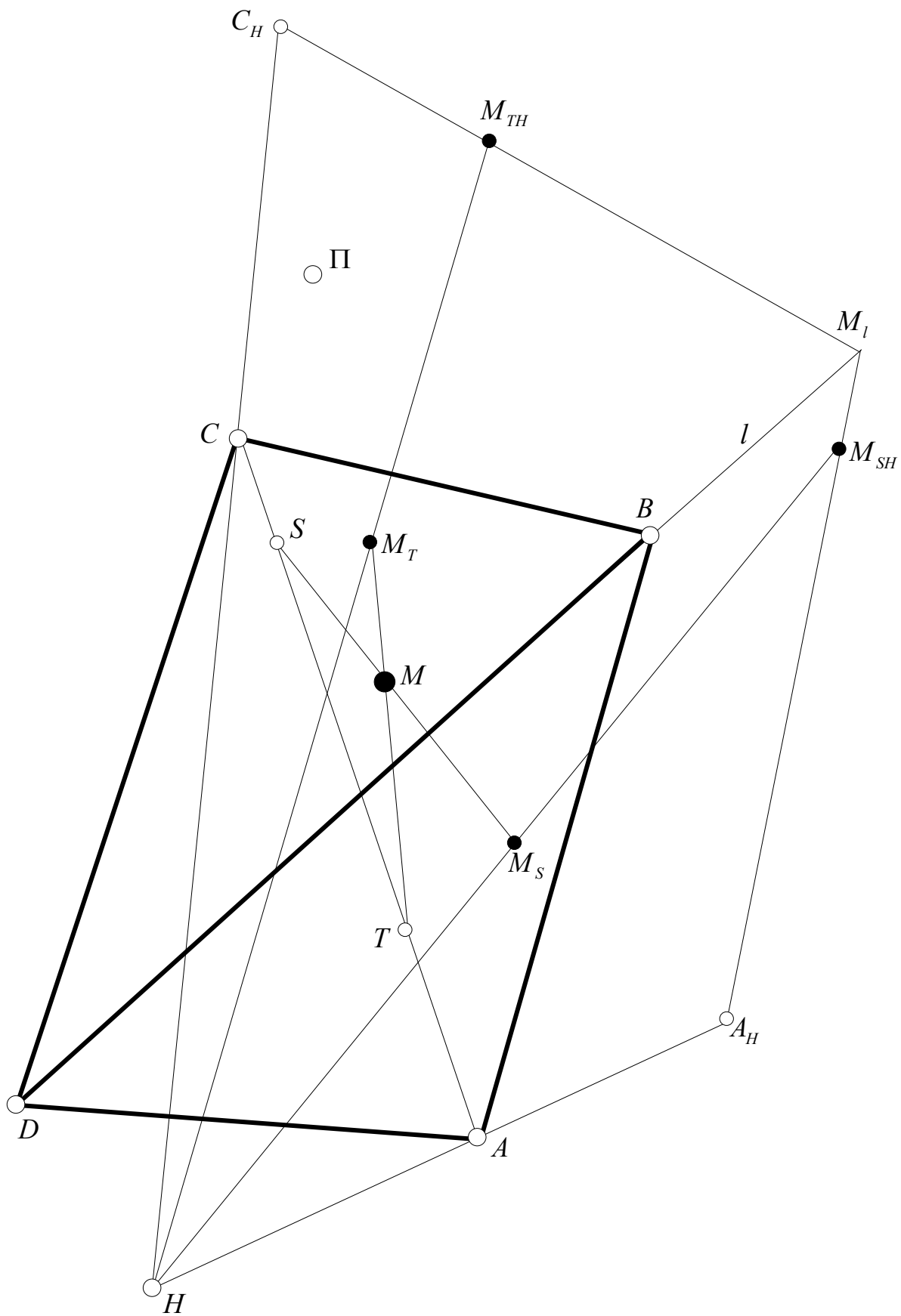


Рис. 2. Геометрична схема методу двох проєкцій для формалізації засобами БН-числення

Допоміжний параметр $\lambda = \frac{NT}{MT}$, де точка N – поточна точка проєкціуючого променя з центру T , що проходить через точку M (на рис. 2 точка N не показана), визначаємо з умови, що об'єм піраміди $NDBC$ дорівнює нулю і, у даному випадку, мінлива точка N стане шуканою точкою – M_T , тобто $N \equiv M_T$.

Підставляючи отриманий вираз λ , остаточно знайдемо точкове рівняння, що визначає положення M_T :

$$M_T = (B - D) \frac{q\bar{p}_T}{\bar{p}_T - p} + (C - D) \frac{r\bar{p}_T - r_T p}{\bar{p}_T - p} + D. \quad (5)$$

Аналогічно визначаємо другу первинну проєкцію $M_S = SM \cap DAB$:

$$M_S = (M - S)\lambda + S = (A - D) \frac{r_s p - r\bar{p}_s}{r_s - r} + (B - D) \frac{q r_s}{r_s - r} + D. \quad (6)$$

Визначимо проєкції вершин A і C симплексу $DABC$ на площині креслення PDB :

$$A_H = HA \cap PBD;$$

$$A_H = (H - A)\lambda + A = (A - D)(p_H \lambda - \lambda + 1) + (B - D)q_H \lambda + (C - D)r_H \lambda + D;$$

$$\begin{vmatrix} p_H \lambda - \lambda + 1 & q_H \lambda & r_H \lambda & 1 \\ p_{\Pi} & q_{\Pi} & r_{\Pi} & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = p_H r_{\Pi} \lambda - r_{\Pi} \lambda + r_{\Pi} - p_{\Pi} r_H \lambda = 0.$$

$$\text{Звідси визначаємо: } \lambda = \frac{r_{\Pi}}{r_H p_{\Pi} + r_{\Pi} - p_H r_{\Pi}},$$

$$A_H = (H - A)\lambda + A = \frac{(A - D)r_H p_{\Pi} + (B - D)r_{\Pi} q_H + (C - D)r_{\Pi} r_H}{r_H p_{\Pi} + r_{\Pi} - p_H r_{\Pi}} + D. \quad (7)$$

Аналогічно визначаємо:

$$C_H = HC \cap PBD;$$

$$C_H = (A - D)p_H \lambda + (B - D)q_H \lambda + (C - D)(r_H \lambda - \lambda + 1) + D;$$

$$\begin{vmatrix} p_H \lambda & q_H \lambda & r_H \lambda - \lambda + 1 & 1 \\ p_{\Pi} & q_{\Pi} & r_{\Pi} & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = p_H r_{\Pi} \lambda - r_H p_{\Pi} \lambda + \lambda p_{\Pi} - p_{\Pi} = 0;$$

$$\lambda = \frac{p_{\Pi}}{p_H r_{\Pi} - r_H p_{\Pi} + p_{\Pi}};$$

$$C_H = \frac{(A - D)p_H p_{\Pi} + (B - D)q_H p_{\Pi} + (C - D)p_H r_{\Pi}}{p_H r_{\Pi} - r_H p_{\Pi} + p_{\Pi}} + D. \quad (8)$$

Переходимо до визначення кресленика точки $M(M_{TH}, M_{SH})$. Одна з проєкцій M_{TM} є точкою перетину проєруючого променя HM_T і площини кресленика PBD ($M_{TH} = HM_T \cap PBD$):

$$\begin{aligned}
M_{TH} &= H\bar{\lambda} + M_T\lambda = \\
&= (A-D)p_H\bar{\lambda} + (B-D)(q_H\bar{\lambda} + \frac{q\bar{p}_T\lambda}{\bar{p}_T - p}) + (C-D)(r_H\bar{\lambda} + \frac{r\bar{p}_T - r_T p}{\bar{p}_T - p}\lambda) + D = \\
&= (A-D)p_H\bar{\lambda} + (B-D)\frac{(q\bar{p}_T + pq_H - \bar{p}_T q_H)\lambda + \bar{p}_T q_H - pq_H}{\bar{p}_T - p} + \\
&+ (C-D)\frac{(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)\lambda + \bar{p}_T r_H - pr_H}{\bar{p}_T - p} + D. \\
\lambda[(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)p_{\Pi} + p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p)] &= p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p) - \bar{p}_T r_H p_{\Pi} + pr_H p_{\Pi} \rightarrow \\
\rightarrow \lambda &= \frac{(p_H r_{\Pi} - r_H p_{\Pi})(\bar{p}_T - p)}{(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)p_{\Pi} + p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p)}. \\
\bar{\lambda} &= \frac{(r\bar{p}_T - r_T p)p_{\Pi}}{(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)p_{\Pi} + p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p)}.
\end{aligned}$$

Підставляючи значення λ , отримаємо одну із вторинних проєкцій точки M :

$$\begin{aligned}
M_{TH} &= (A-D)p_H\bar{\lambda} + (B-D)\frac{(q\bar{p}_T + pq_H - \bar{p}_T q_H)\lambda + \bar{p}_T q_H - pq_H}{\bar{p}_T - p} + \\
&+ (C-D)\frac{(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)\lambda + \bar{p}_T r_H - pr_H}{\bar{p}_T - p} + D = \tag{9} \\
&= (A-D)\frac{p_H p_{\Pi}(r\bar{p}_T - r_T p)}{(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)p_{\Pi} + p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p)} + \\
&+ (B-D)\left[\frac{(q\bar{p}_T + pq_H - \bar{p}_T q_H)(p_H r_{\Pi}\bar{p}_T - p_H r_{\Pi}p - \bar{p}_T r_H p_{\Pi} + pr_H p_{\Pi})}{[(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)p_{\Pi} + p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p)](\bar{p}_T - p)} + \frac{\bar{p}_T q_H - pq_H}{(\bar{p}_T - p)}\right] + \\
&+ (C-D)\left[\frac{(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)(p_H r_{\Pi}\bar{p}_T - p_H r_{\Pi}p - \bar{p}_T r_H p_{\Pi} + pr_H p_{\Pi})}{[(r\bar{p}_T - r_T p - \bar{p}_T r_H + pr_H)p_{\Pi} + p_H r_{\Pi}(\bar{p}_T - p)](\bar{p}_T - p)} + \frac{\bar{p}_T r_H - pr_H}{\bar{p}_T - p}\right] + D.
\end{aligned}$$

Аналогічно отримаємо другу вторинну проєкцію точки M :

$$M_{SH} = HM_S \cap PBD$$

$$M_{SH} = H\bar{\lambda} + M_S\lambda = (A-D)(p_H\bar{\lambda} + \frac{(r_s p - r\bar{p}_s)\lambda}{r_s - r}) + (B-D)(q_H\bar{\lambda} + \frac{r_s q\lambda}{r_s - r}) + (C-D)r_H\bar{\lambda} + D.$$

$$\begin{vmatrix}
(p_H\bar{\lambda} + \frac{(r_s p - r\bar{p}_s)\lambda}{r_s - r}) & (q_H\bar{\lambda} + \frac{r_s q\lambda}{r_s - r}) & r_H\bar{\lambda} & 1 \\
p_{\Pi} & q_{\Pi} & r_{\Pi} & 1 \\
0 & 1 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{vmatrix} = (q_H p_{\Pi}\bar{\lambda} + \frac{r_s q p_{\Pi}\lambda}{r_s - r}).$$

$$\lambda = \frac{(q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S - r)}{r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi} + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S - r)};$$

$$\bar{\lambda} = \frac{r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi}}{r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi} + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S - r)}.$$

Підставляючи значення λ , отримаємо другу вторинну проекцію точки M :

$$M_{SH} = (A - D) \frac{(r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi}) p_H + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S p - r \bar{p}_S)}{r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi} + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S - r)} +$$

$$+(B - D) \frac{(r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi}) q_H + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi}) r_S q}{r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi} + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S - r)} + \quad (10)$$

$$+(C - D) \frac{(r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi}) r_H}{r_S r_{\Pi} p - r r_{\Pi} \bar{p}_S - r_S q p_{\Pi} + (q_H p_{\Pi} - p_H r_{\Pi})(r_S - r)} + D.$$

На площині кресленника PBD проекції точки M_{TH} і M_{SH} повинні належати одній лінії зв'язку. Для виконання цієї умови при проєціюванні точки M необхідно, щоб центри проєціювання S, T знаходились у площині AMC . Для довільної точки M простору достатньо, щоб ці центри розташовувались на прямій AC , а ця умова була поставлена раніше, при побудові геометричної схеми розглянутої задачі.

Висновки. Дана стаття є дослідженням, яке вперше показує можливість застосування БН-числення для формалізації синтетичних описів, геометричних схем і моделей не використовуючи методи аналітичної геометрії, побудованої на використанні методу координат, введеного Декартом. Запропонований у цій статті опис методу двох зображень Підгорного з використання математичного апарату точкового числення Балюби-Найдиша є першою, на наш погляд вдалою, спробою формалізації графічних схем і моделей без використання традиційних методів аналітичної геометрії.

Подальші дослідження у цьому напрямку, відносно багатой спадщини синтетичних методів геометрії та графічних схем і моделей, дозволять створювати формалізовані геометричні моделі, які є вільними від розв'язку, як правило, нелінійних рівнянь або нерівностей і їх систем, що надасть змогу уникнути розв'язків у радикалах, які, здебільшого, потребують використання обчислювальних методів, що призводять до збільшення похибки розв'язку.

Точкові рівняння, отримані у даному дослідженні, є громіздкими, але, при цьому, під час програмної реалізації вони потребують досить малої витрати часу.

Можна зробити висновки, що формалізація синтетичних методів геометрії та графічних схем і моделей засобами точкового числення Балюби-Найдиша є новим перспективним напрямком прикладної

геометрії, який у подальшому планується до розробки у Мелітопольській школі прикладної геометрії.

Література

1. *Подгорный А.Л.* О тождественных образах в системе двух изображений / А.Л. Подгорный // Прикладная геометрия и инженерная графика. Вып.4. – К.: Будівельник, 1966.- С. 11-17

2. *Подгорный А.Л.* О поверхностях тождественных линий / А.Л. Подгорный // Прикладная геометрия и инженерная графика. Вып.5. – К.: Будівельник, 1967

3. *Подгорный А.Л.* О системах проекций с неколинейными центрами / А.Л. Подгорный // Прикладная геометрия и инженерная графика. Вып.6. – К.: Будівельник, 1968

4. *Балюба И.Г.* Основы математического аппарата точкового числения / Балюба И.Г., Поліщук В.І., Малютіна Т.П. Праці // Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 29. – Мелітополь: ТДАТА, 2005.– С.22-30.

5. *Балюба И.Г.* Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении: диссертация на соискание научной степени доктора технических наук: 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич – Макеевка: МИСИ, 1995. – 227 с.

6. *Найдыш В.М.* Алгебра БН-исчисления / Найдыш В.М., Балюба И.Г., Верещага В.М.// Прикладна геометрія та інженерна графіка. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 90. – К.: КНУБА, 2012. – С.210-215.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕТОДА ДВУХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДГОРНОГО СРЕДСТВАМИ ТОЧЕЧНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ БАЛЮБЫ-НАЙДЫША

*А.Л. Подгорный, А.В. Найдыш, Е.В. Конопацкий,
В.М. Верещага, И.Г.Балюба*

В статье предлагается аналитическое описание общего случая метода двух изображений Подгорного средствами точечного исчисления Балюбы-Найдыша.

FORMALIZATION OF GEOMETRIC MODELS BY METHOD OF TWO PICTURES USING A DOT CALCULATING BALYUBY-NAYDYSHA

O. Pidgorniy, A. Naydish, E. Konopatsky, V. Vereshaga, I. Baluba

This article proposed an analytical description the general case of the method of two pictures using a dot calculating Balyuby-Naydysha.

ДЕМПФИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия
 Кондратюка*

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского (ХАИ)

Исследовано влияние отверстий в оболочке вращения на поведение купола части оболочки которая находится над поясом из отверстий при полигармоническом нагружении.

Постановка проблемы. Оболочки вращения находят широкое применение в строительстве, авиастроении, нефтяной промышленности, исследованиях подводных шельфов и т.д. Такой широкий интерес к оболочкам объясняется их эффективностью при работе в нагруженном состоянии [1].

Анализ последних исследований и публикаций. Исследуя несущую способность оболочки с отверстиями в инженерной практике наряду с задачами о напряженном состоянии [2,3,4] не менее важное значение имеют задачи по устойчивости и колебаниям. В работе исследовано влияние расположения системы отверстий на поверхности оболочек вращения на демпфирование колебаний оболочки и ее устойчивость.

Формирование целей статьи. Исследовать влияние расположения системы отверстий на поверхности оболочек вращения на поведение купола при полигармоническом нагружении.

Основная часть. Рассмотрим оболочку вращения (рис. 1)

$$Z = Z(\sqrt{x^2 + y^2}) = Z(\rho).$$

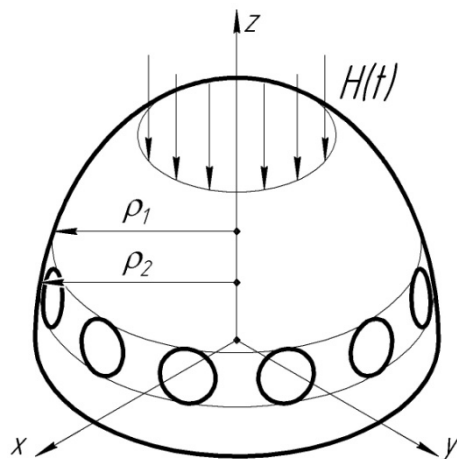


Рисунок 1 – Оболочка вращения

Эта оболочка ослаблена отверстиями (n, r_0) , где n – количество отверстий, r_0 – радиус отверстия.

Шаровой пояс – пояс, который образуют отверстия $Z(\rho)$, где ρ удовлетворяет неравенству $\rho_1 \leq \rho \leq \rho_2$.

На оболочку сверху действует полигармоническая нагрузка, которая описывается следующим аналитическим выражением

$$u_i \cos(\omega_i t + \varphi_i),$$

где u_i – амплитуда гармонии;

ω_i – частота;

φ_i – начальная фаза.

Рассмотрим поведение купола над шаровым поясом. Важными являются два аспекта которые влияют на несущую способность всей оболочки:

а) волны вызываемые периодическими составляющими полигармонического нагружения $H(t)$;

б) колебания всего купола, то есть колебательные движения центра системы координат, жестко связанной с куполом $x_{0'}(t)\alpha(t)$, $y_{0'}(t)\beta(t)$, $z_{0'}(t)\gamma(t)$, где O' – начало координат осей x, y, z , связанных с куполом, α, β, γ – углы Эйлера (рис. 2).

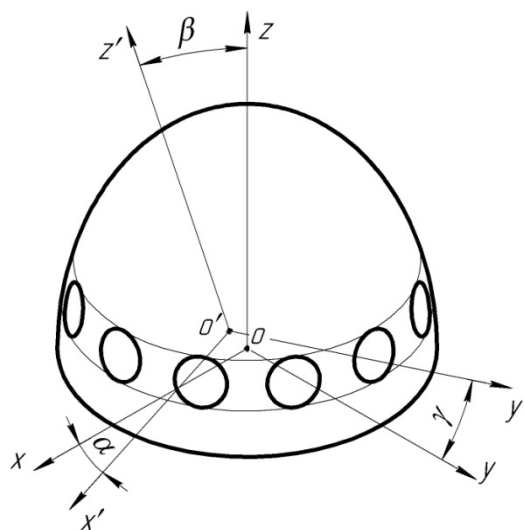


Рисунок 2 – Колебания купола

Шаровой пояс влияет на частоты волн, которые идут по куполу (демпфирует их).

Действие этого пояса заключается в том, чтобы волны от полигармонической нагрузки $H(t)$ не должны быть когерентны собственным волнам оболочки, что исключает явления местного резонанса с последующим образованием локальных трещин.

Кроме того шаровой пояс будет демпфировать колебания в целом всего купола.

Запишем уравнение для нахождения возмущенной формы оболочки

$$a\Delta^2 Z(\varphi, \rho) + b \frac{\partial^4 z}{\partial^2 x \partial^2 y} = \rho h \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}, \quad (1)$$

где $a = (\kappa^2 (\zeta^2 + \mu^2)) / 3$; $b = \kappa^2 / b (\mu - \dots)$.

Для нагружения

$$\iint_{\Omega} [D \Delta^2 Z(\rho, \varphi)] \rho d\rho d\varphi = H(\varphi).$$

После перехода в (1) к полярным координатам получим

$$\left[\left(a + \frac{b}{6} \right) (\Delta^2 \rho + \Delta^2 \Omega) + bD \right] z(\rho, \Omega) + \rho h z(\rho, \Omega) = 0, \quad (2)$$

где

$$\Delta^2 \rho = \partial^4 / (\partial \rho^4) + 2/\rho \partial^3 / (\partial \rho^3) - 1/\rho^2 \partial^2 / (\partial \rho^2) + 1/\rho^3 \partial / (\partial \rho).$$

$$\Delta^2 \Omega = 2/\rho^2 \partial^4 / (\partial \rho^2 \partial \Omega^2) - 2/\rho^3 \partial^3 / (\partial \rho \partial \Omega^2) + 4/\rho^4 \partial^2 / (\partial \Omega^2) + 1/\rho^4 + \dots$$

Решение (2) будем искать в виде тригонометрического ряда Фурье

$$z(\rho, \varphi) = z_0(\rho) + \sum_{n=0}^{\infty} [z_1(n, \rho) \cos n\varphi + z_2(n, \rho) \sin n\varphi]$$

Для нахождения $z_0(\rho)$, $z_1(n, \rho)$, $z_2(n, \rho)$ запишем

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{b}{2} D^2 z_k + \left(a + \frac{b}{6} \right) \Delta^2 z_{2k+4} + \frac{b}{2} D z_{2k+8} + \rho h z_{2k+4} = 0 \quad (k=1, 2, \dots) \\ \frac{b}{2} D^2 z'_k + \left(a + \frac{b}{6} \right) \Delta^2 z_{2k+3} + \frac{b}{2} D z'_{2k+7} + \rho h z'_{2k+3} = 0 \quad (k=1, 2, \dots) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} (-b/2) D^2 z_{2k} + (a + (b/6) \Delta^2) z_{2k+4} + (b/2) D^2 z_{2k+8} + \rho h z_{2k+4} = 0 \quad (k=1, 2, \dots) \\ (b/2) D^2 z_{2k-1} + (a + (b/6) \Delta^2) z_{2k+3} = 0 \end{aligned} \right.$$

$$\left(a + \frac{b}{6} \right) \Delta^2 z_0 + b/2 D^2 z_4 + \rho h z_0$$

$$\int_0^{2\pi} \int_0^R \left(a + \frac{b}{6} \right) [(\Delta^2 \rho + \Delta^2 \Omega) + bD] z(\rho, \Omega) \rho d\rho d\varphi = H(\varphi) \quad (3)$$

В (3) интегрирование идет по поверхности оболочки, но при прохождении шарового пояса меняются характеристики a , b , D , которые есть в свою очередь функции от $(n, \rho_0, \rho_1, \rho_2)$.

Геометрия пояса отверстий должна удовлетворять следующие условия:

1. В направлении осуществления демпфирования колебаний – неравенство на количество отверстий m

$$u_2 \leq \frac{6am}{\pi} \leq u_1.$$

2. В направлении ограничения потери прочности, h – высота оболочки

$$\begin{aligned} 0,12h \leq \varphi(u_1) \leq 0,14h \\ 0,15h \leq \varphi(u_2) - \varphi(u_1) \leq 0,26h \end{aligned}$$

3. В направлении исключения резонанса при полигармонической нагрузке $|\alpha_{n_s} - \alpha_{n_s}| \leq \delta_0$, где $\alpha_{n_s}, \alpha_{n_s}$ – числовые характеристики, которые определяются следующим образом

$$\alpha_{n_2} = \frac{\arcsin \Delta_2}{\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}};$$

$$\alpha_{n_s} = \arctg(\varphi'(r))^{-1} / r = \frac{u_1 + u_2}{2}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0; \varphi(u_2); 1 \\ \frac{u_1 \sin(\pi u_1)}{m}; \varphi(u_2); 1 \\ -\frac{u_1 \sin(\pi u_1)}{m}; \varphi(u_2); 1 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} u_2; 0; 1 \\ u_1 \cos \frac{\pi u_1}{m}; u_1 \sin(\pi u_1); 1 \\ u_1 \cos \frac{\pi u_1}{m}; -\frac{u_1 \sin(\pi u_1)}{m}; 1 \end{vmatrix}$$

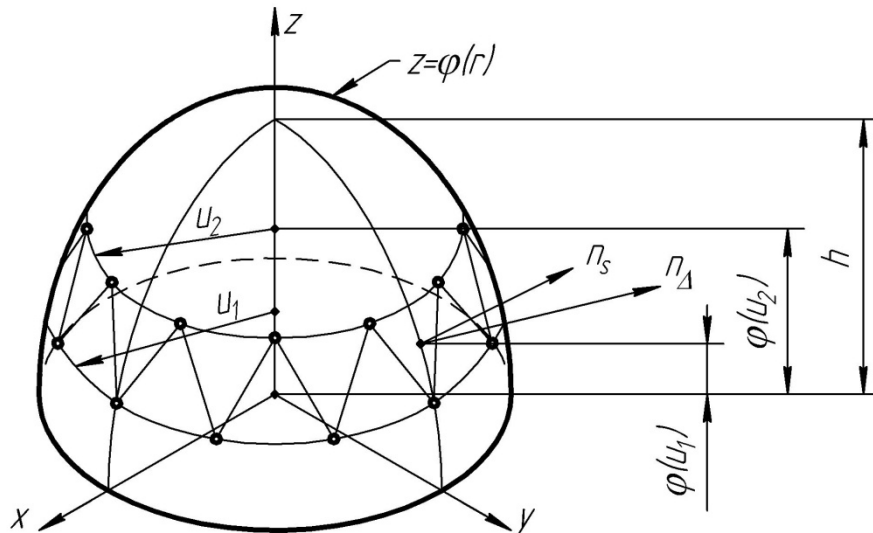


Рисунок 3 – Структурная схема положения шарового пояса.

n_s – вектор нормали к срединной линии пояса отверстий на поверхности S;

n_Δ – вектор нормали к плоскости треугольника образованного соседними отверстиями: одним на верхнем поясе и двумя на нижнем поясе.

Выводы

Рассматривается динамическое поведение купола – оболочка вращения. Показывается, что двойной пояс отверстий демпфирует волны от полигармонической нагрузки. Выбирая геометрические параметры этого пояса решается задача оптимизации и гашению местных резонансов.

Литература

1. Дихтярь А.С., Ядгаров Д.Я. Форма нисущая способность оболочек покрытий. Ташкент: “Уктивучи”, 1983.
2. Рассказов А.О., Дихтярь А.С. Предельное равновесие оболочек – К.: Вища школа, 1987. – 150 с.
3. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. Наука. 1966. 636 с.
4. Шишкин А.Г., Тертышный Г.В. Свободные колебания цилиндрических панелей и оболочек с вырезами. В кн.: Точные науки, математика, механика. Казань: Изд-во Казанского ун-та. 1975. с. 160-163.

ДЕМПФУВАННЯ КОЛИВАНЬ ОБОЛОНКИ ПРИ ПОЛІГАРМОНІЙНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Д.Ф. Погорілий, С.М. Малинський, А.Ю. Чернявський, В.А. Бойко

Розглянуто вплив розташування системи отворів на поверхні оболонки обертання при полігармонійному навантаженні. Показано можливість демпфування коливань полігармонійно навантаженої оболонки за допомогою кульового поясу. Наведено умови вибору геометричних параметрів даного поясу для розв'язання задачі оптимізації та гасінню місцевих резонансів.

VIBRATION DAMPING OF POLYHARMONICALLY LOADED SHELL

D.F. Pogorilyi, S.M. Malinskyi, A.Y. Cherniavskyi, V.A. Boiko

The influence of the hole zone on the surface of polyharmonically loaded shells of revolution is examined. The ability of the hole belt to damp vibrations of polyharmonically loaded shell is exposed. Boundary conditions for geometric parameters of damping belt are determined to solve optimization problem and local resonance damping problem.

ВИЯВЛЕННЯ ПРИНЦИПІВ ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Київський національний університет будівництва та архітектури

В даній статті прослідковано шлях утворення взаємозв'язків між конструктивними системами, їх формування та розвиток. Проаналізовано сучасний стан теоретичної та практичної бази в Україні, що стосується теми статті.

В умовах сучасної ринкової економіки особливо актуальна в галузі капітального будівництва тематика застосування ефективних будівельних матеріалів та конструкцій в будівлях і спорудах. В останні роки в будівництві громадських, промислових та сільськогосподарських споруд все частіше виникають завдання по розробці проблем теорії споруд. Все це пов'язано з великою технізованістю XXI сторіччя. Стрімкий розвиток технічного прогресу має вплив на всі галузі, в тому ж числі на архітектуру та будівництво. Виходячи з фактичного стану XXI століття, динамічність життя суспільства, пов'язана з неймовірними темпами науково-технічного прогресу, розширенням меж діяльності суспільства, посиленням міграції та рухомості населення, що сприяє змінам у всіх сферах людської діяльності, в тому числі в архітектурі, як матеріальному середовищі цієї діяльності.



Рис.1. Nuragic and Contemporary Art Musum. Архітектор - Zaha Hadid

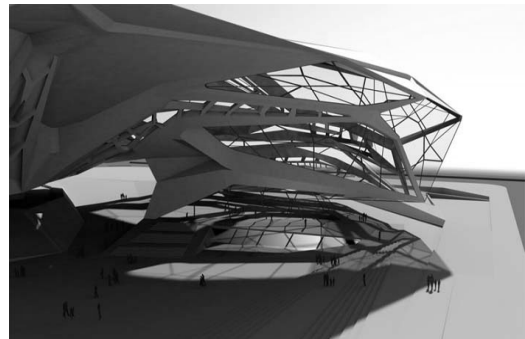


Рис.2. Shenzhen Museum of Contemporary art.

Архітекторна група – Emergent

Архітектори та проектувальники отримали дуже великі можливості завдяки комп'ютерним технологіям та інженерній графіці. Завдяки цьому архітектори мають можливість втілювати найнеймовірніші ідеї у життя. Почали з'являтися більш складні об'ємно-просторові рішення, з'явився такий напрямок, як дигітальна архітектура (інша назва – архітектура комп'ютерного бароко, нелінійна архітектура, фрактальна архітектура тощо) (рис. 1, 2) .

З ускладненням архітектурних рішень громадських споруд все частіше виникає потреба у розробках складних конструктивних та інженерних рішень. У зв'язку з цим велике значення набуває пошук та розробка таких принципів

конструктивного проектування, що враховує зміни потреб суспільства, дозволяє передбачити технічні та композиційні можливості конструктивної системи.

Таким чином, виникає потреба переходу від традиційних конструктивних рішень просторових систем до інноваційних розробок в цій сфері. Складні архітектурні форми потребують нового погляду на формування конструктивних рішень, які не будуть псувати та спрощувати об'ємно-просторове рішення, а навпаки тільки підкреслять його. Такий підхід дозволить розкрити потенційні можливості архітектури [1].

При проектуванні споруд з використанням просторових систем, конструктор повинен вміти обрати з великої кількості можливих систем оптимально задовольняючу потреби функцій та архітектури споруд, а також достатньо економічну. Для цього він повинен володіти інформацією о роботі великої кількості конструкцій та методах їх комбінування.

Виникає необхідність у створенні нових методів формотворення просторових конструкцій, які будуть відповідати умовам нового часу – високотехнологічній індустрії, розвинутому ринку матеріалів, «тій епосі, що створюють новий розум та нові технічні, соціальні та економічні сили, епосі, що буде розпоряджатися новими засобами та новими матеріалами» [2].

Впливовим підґрунтям для дослідження нових методів формування просторових конструкцій є нестача нових розробок в цій галузі. Сучасні конструктивні моделі потребують комбінування різних матеріалів та систем, що підвищуватиме якісні та естетичні складові споруди, та буде максимально рахуватися з економічними аспектами будівництва.

Не можна сказати, що такі сучасні, прогресивні та вражаючі будівельні конструкції, як великопрольотні просторові покриття, недостатньо висвітлені у вітчизняній технічній літературі. Особливо багато публікацій припадає на останні роки. І тим не менш, звернення до цієї теми досить переконливо вказує на існуючі прогалини в сучасних розробках, де б було наочно показана логіка виникнення та розвитку будівельних конструкцій цієї групи. Таким чином актуальність теми визначається:

- появою нових архітектурних напрямлень у проектуванні громадських споруд, з більш складною об'ємно-просторовою організацією, що потребує розробки нових конструктивних рішень просторових систем;
- недостатньою дослідженістю методів та принципів комбінування матеріалів при формуванні просторових конструкцій;
- необхідністю розробки відповідної нормативно-методичної бази проектування, з принципами організації простору.

Питання, пов'язані з принципами формування просторових конструкцій розглядаються в роботах таких вчених, як: Ю. Диховічний, Е. Жуковський, А. Трущев, В. Єрмолов, Г.Рюле, В. Канчелі та інші. Ці діячі проводили велику кількість досліджень в області просторових конструктивних покриттів. Наприклад В.Н. Канчелі в своєму посібнику «Будівельні просторові конструкції» розробив власну низку так званих «логічних конструкцій», які

дають можливість зрозуміти, що пошуки раціональної, логічної конструкції – є основним принципом роботи інженера, сенс його діяльності, яка пов'язує раціональність з естетикою, логіку інженера – з художньою витонченістю архітектора.

Теоретичні та методичні засади дослідження використання деревини при проектуванні просторових систем складають роботи таких діячів, як: Б. Лабудин, А. Журавльов, Г. Вержбовський, Н.Єременко, С. Андрєєв, Д. Берковська, К. Гетц, Д. Хоор, К. Мелер, Ю. Наттерер, Г. Карлсен, Д. Кочетков та інші. В своїх працях науковці розглядають проблему ефективного використання деревини в будівництві, яка на сьогодні стоїть дуже гостро та потребує особливого підходу. Існуюча база виробництва досі орієнтована здебільшого на використання залізобетонних, кам'яних та сталевих конструкцій, в той час як величезні запаси лісових ресурсів використовуються недостатньо. Разом з тим, накопичений у 70-90 роки ХХ сторіччя закордонний та вітчизняний досвід застосування клеєних дерев'яних конструкцій показав, що на відміну з традиційними рішеннями вони мають значні переваги [3].

Принципи комбінування різних матеріалів при формуванні просторових систем розглянуті в роботах: А.Диховичний, Е. Жуковський, В. Єрмолов, Д. Арленінов, Ю. Буслаєв, В. Ігнат'єв, Г. Карлсен, В. Ліньков, Е. Філімонов та інші. В цих наукових дослідженнях демонструється ефективність комбінованих конструкцій, що дозволяє вирішувати складні завдання проектування громадських та виробничих завдань, задовольняючи умовам економічності та підвищення архітектурної якості міської забудови.

Проаналізувавши існуючі конструктивні системи було сформульовано схему класифікації просторових конструкцій, яка допоможе архітекторам підібрати найбільш вдалу конструктивну систему для певної будівлі. Дана класифікація просторових конструкцій дозволяє визначити місце кожного з видів серед різноманіття форм, виявити особливості будови і роботи в реальних умовах.

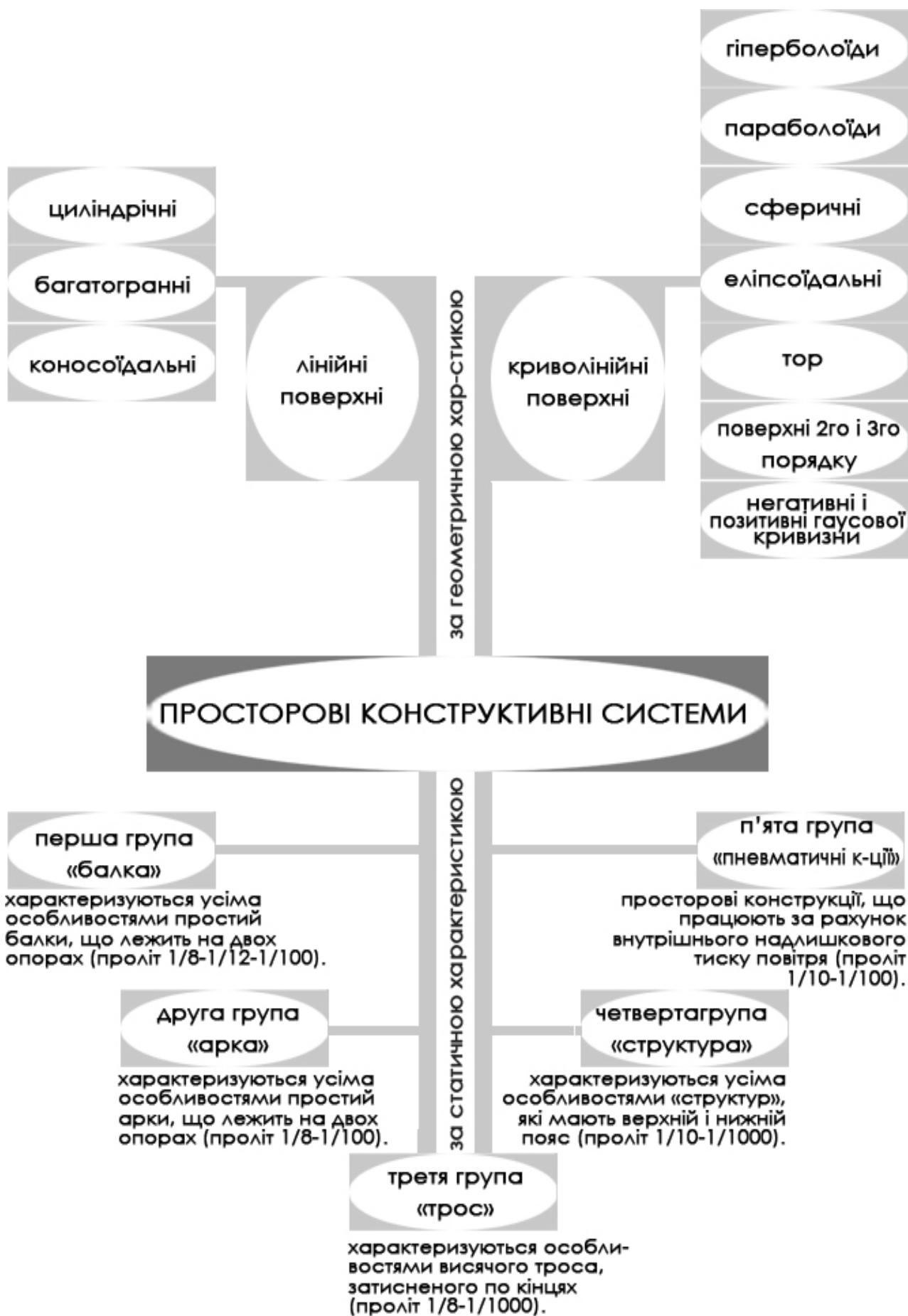


Рис.1.2 Класифікація просторових конструктивних систем

Застосування просторових комбінованих конструкцій в проектуванні представляє собою реалізацію можливості формотворення будівель та споруд на сучасному рівні, з використанням останніх досягнень науки і техніки в будівництві.

Література

1. Канчели В.Н. Строительные пространственные конструкции: Учебн. пособие. М:Издательство АСВ, 2003,-112 стр.
2. Гропиус В. Границы архитектуры. – М., 1971.
3. Б. В. Лабудин. Совершенствование клееных деревянных конструкций с пространственно-регулярной структурой (монография) - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007, 267с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

О. Попова

В данной статье прослежен путь образования взаимосвязей между конструктивными системами, их формирование и развитие. Проанализировано современное состояние теоретической и практической базы Украины, что касается темы статьи.

THE DEFINITION FORMATION PRINCIPLES OF SPATIAL STRUCTURES

O. Popova

The article traced the path of education linkages between structural systems, their formation and development. The current state of the theoretical and practical bases in Ukraine was that the topic of the article.

ПОБУДОВА ПРИРОДНИЧО-ЙМОВІРНІСНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ УХИЛУ ҐРУНТУ

Мелітопольська школа прикладної геометрії

На базі використання основних положень теорії ймовірності і математичного апарату точкового числення Балюби-Найдиша (БН-числення) пропонується один із способів створення геометричної моделі для визначення ухилу рельєфу.

Постановка проблеми. З розвитком вторинного ринку продажу та купівлі земельних ділянок постає питання в їх оцінюванні. Одним з важливих параметрів, який враховується при оцінці землі є ухил рельєфу, так як він безпосередньо впливає на схильність ґрунту до еродованості. Визначення ухилу по всій поверхні земельної ділянки з мінімізацією кількості його замірів - є актуальною задачею для вирішення, якої пропонується застосувати математичного апарату БН-числення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна увага геометричному моделюванню кривих ліній та поверхонь, що відображають, явища та процеси у виробництві та за експериментальних досліджень приділена у Мелітопольській школі прикладної геометрії [2]. Розглянуті основні концептуальні положення моделювання геометричних об'єктів як одного з напрямків керованого синтезу форми криволінійних обводів та висвітлені алгоритми імітації природних ландшафтів на базі рекурсивних алгоритмів [3,4,5]. Але для побудови геометричної моделі для визначення ухилу рельєфу з мінімальними затратами ресурсів пропонується використовувати разом положення теорії ймовірності і математичного апарату БН-числення.

Використовуємо вхідні данні ухилу рельєфу, який експериментально вивчали Б.В. Поляков [1], А.Н. Костяков [1] та інші. Але з появою нових сучасних технологій отримання та опрацювання вихідної геометричної інформації щодо рельєфу, виникла можливість створення нових алгоритмів аналізу поверхонь земельних ділянок щодо впливу геометричних параметрів на еродованість ґрунту та можливість програмної реалізації у сучасних інформаційних системах.

Формування цілей та завдання статті. Провести дослідження з метою створення формалізованої геометричної моделі сегменту рельєфу для визначення ймовірнісного ухилу ґрунту у будь-якій його точці на земельній ділянці сільськогосподарського призначення та запропонувати спосіб її створення засобами БН-числення.

Основна частина. Крутизна схилу має важливе значення для формування стоку і прояву ерозії ґрунтів. Причина існування тісного зв'язку

крутизни схилу зі здатністю води еродувати ґрунт пов'язана з впливом ухилу на швидкість потоку, який еродує цей ґрунт [1].

Для визначення ухилу у будь-якій точці по всій ділянці поверхні поля необхідно визначити вузлові точки на цій ділянці, а потім, застосовуючи геометричний апарат БН-числення, побудувати модель поверхні відгуку, яка дозволить розрахувати ухил рельєфу у будь-якій точці поля.

При побудові поверхні відгуку, в даній ситуації, необхідно дотримуватись наступної послідовності: 1. визначити ймовірнісні показники; 2. побудувати геометричну модель поверхні; 3. перевірити точність отриманих результатів, шляхом порівняння значень розрахованих за допомогою поверхні відгуку з розрахованими,;

Розглянемо випадок, коли необхідно побудувати поверхню відгуку за ухилами поля в будь-якій його точці. Для цього визначаємо ймовірнісні показники [6].

Наведемо результати цих розрахунків (Таблиця 1).

Таблиця 1.

Результати розрахунків математичного очікування та середньо квадратичного відхилення ділянки поля за ухилами в вузлових точках.

точки	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃
M(x)	8,7	6,31	4,2	6,77	6,8	5,57	7,4	6,03	3,5
σ	-	1,93	-	1,732	-	1,865	-	1,852	-
M(x)+σ	-	8,24	-	8,502	-	7,435	-	7,882	-
M(x)-σ	-	4,38	-	5,038	-	3,705	-	4,178	-

Будуємо сегмент поверхні із заданими опорними контурами (рис. 1).

Встановлюємо відповідність між осями і параметрами [4]:

$$x = u, y = v. \quad (1)$$

У якості опорних контурів оберемо дуги $A_1A_2A_3$, $B_1B_2B_3$, $C_1C_2C_3$. Визначимо ці дуги за допомогою точкового рівняння дуги параболи, яке проходить через три точки A_1, A_2, A_3 :

$$P = A_1\bar{u}(1 - 2u) + 4A_2u\bar{u} + A_3u(2u - 1). \quad (2)$$

де $\bar{u} = u - 1$.

Аналогічним чином отримаємо рівняння дуг $B_1B_2B_3$ і $C_1C_2C_3$:

$$\begin{aligned} Q &= B_1\bar{u}(1 - 2u) + 4B_2u\bar{u} + B_3u(2u - 1), \\ R &= C_1\bar{u}(1 - 2u) + 4C_2u\bar{u} + C_3u(2u - 1). \end{aligned} \quad (3)$$

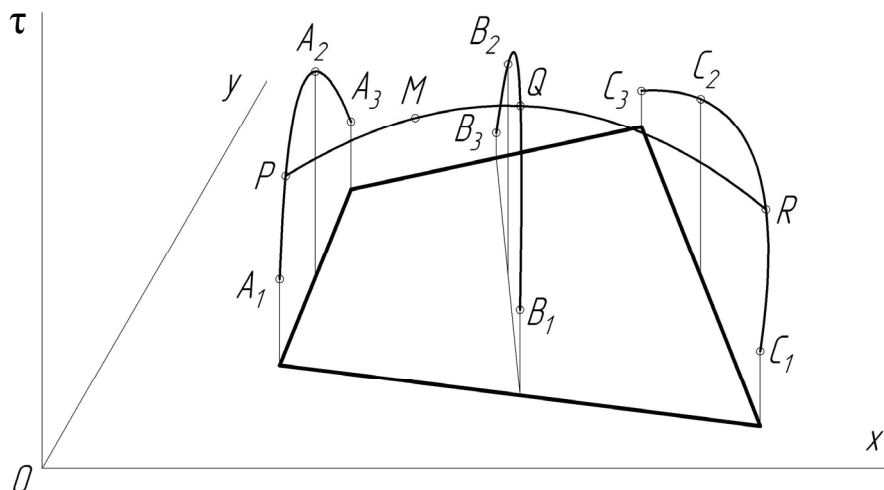


Рис. 1. Геометрична схема сегменту поверхні.

Рівняння сегменту поверхні визначимо, як рівняння мінливої дуги параболи PQR , що переміщується від точок A_1, B_1, C_1 до A_3, B_3, C_3 :

$$M = P\bar{v}(1 - 2v) + 4Qv\bar{v} + Rv(2v - 1). \quad (4)$$

де $\bar{v} = v - 1$.

Підставивши рівняння (2) і (3) в рівняння (4), отримаємо кінцеве рівняння сегменту поверхні, яке є формалізованою геометричною моделлю для визначення ухилу рельєфу у будь-якій точці сегменту $A_1 A_3 C_3 C_1$.

$$M = [A_1\bar{u}(1 - 2u) + 4A_2u\bar{u} + A_3u(2u - 1)]\bar{v}(1 - 2v) + 4[B_1\bar{u}(1 - 2u) + 4B_2u\bar{u} + B_3u(2u - 1)]v\bar{v} + [C_1\bar{u}(1 - 2u) + 4C_2u\bar{u} + C_3u(2u - 1)]v(2v - 1) \quad (5)$$

Представимо рівняння (5) у параметричному вигляді :

$$\tau = [a_1\bar{u}(1 - 2u) + 4a_2u\bar{u} + a_3u(2u - 1)]\bar{v}(1 - 2v) + 4[b_1\bar{u}(1 - 2u) + 4b_2u\bar{u} + b_3u(2u - 1)]v\bar{v} + [c_1\bar{u}(1 - 2u) + 4c_2u\bar{u} + c_3u(2u - 1)]v(2v - 1) \quad (6)$$

де τ – значення кута нахилу дотичної до рельєфу по відношенню до горизонтальної площини;

a_i – значення кута нахилу дотичної до рельєфу у точках з координатами X_{A_i}, Y_{A_i} для $i=1, 2, 3$;

b_i – значення кута нахилу дотичної до рельєфу у точках з координатами X_{B_i}, Y_{B_i} для $i=1, 2, 3$;

c_i – значення кута нахилу дотичної до рельєфу у точках з координатами X_{C_i}, Y_{C_i} для $i=1, 2, 3$.

За допомогою програмного пакета *Maple*, підставивши в (6) данні з таблиці 1, побудуємо отриманий сегмент поверхні відгуку по визначенню кута нахилу дотичної по відношенню до горизонтальної площини.

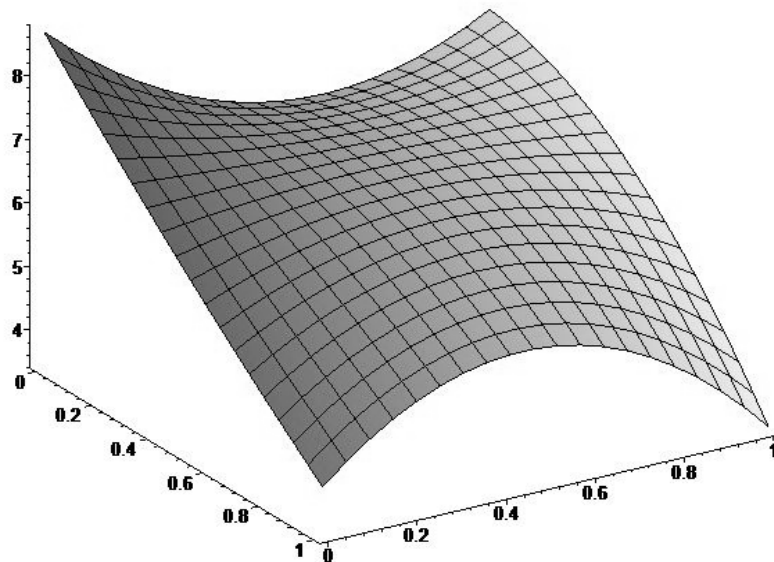


Рис.2. Сегмент поверхні відображення ухилу земельної ділянки.

Далі проводимо перевірку відповідності побудованої поверхні розрахунковим даним математичного очікування з урахуванням середньо квадратичного відхилення. Для цього проводимо порівняння значень отриманих за допомогою поверхні відгуку з розрахованими (Таблиця 2).

Таблиця 2.

Порівняльні значення перевірочних.

точки	$K_{1п}$	$K_{1р}$	$K_{2п}$	$K_{2р}$	$K_{3п}$	$K_{3р}$	$K_{4п}$	$K_{4р}$	$K_{5п}$	$K_{5р}$
$M(x)$	5,315	5,39	5,22	5,53	6,1	5,72	6,34	5,89	6,7	6,04
σ		1,019		1,094		0,981		0,943		0,888
$M(x)+\sigma$		6,409		6,624		6,701		6,833		6,928
$M(x)-\sigma$		4,371		4,436		4,739		4,947		5,152

, де $K_{1п}$ —значення точки K_1 отримане з поверхні відгуку;

$K_{1р}$ - значення точки K_1 розраховане за даними формулами ймовірності і далі аналогічно.

Значення отримані з поверхні відгуку знаходяться у межах розрахованих середньо квадратичних відхилень тобто $M(x) - \sigma < M(x) < M(x) + \sigma$, наприклад, для $K_{1р}$ маємо $4,371 < 5,315 < 6,409$. Таким чином, значення, отримані з використанням формалізованої геометричної моделі підтверджуються розрахунковими даними за ймовірнісними формулами. У такому випадку виникає можливість провести укрупнення будь-якої ділянки використовуючи спосіб «Лупа» [5].

У разі, коли, загалом, не задовольняє точність розрахунків за прийнятою кількістю вихідних вузлових точок зі значеннями кутів нахилу рельєфу, необхідно збільшити їх кількість, але, при цьому, збільшаться витрати на зйомку. Тому визначення необхідної кількості вихідних вузлових точок потребує додаткової оптимізації.

Висновки. У роботі розглянута можливість побудови параметричної поверхні відгуку, опорні точки якої визначені за допомогою теорії імовірності, розраховані математичні очікування та середньоквадратичні відхилення цих точок. Наведені точкове та покоординатні рівняння поверхні відгуку, побудована геометрична модель поверхні на базі 9-ти опорних точок. Запропонований спосіб дозволяє, за допомогою точкового рівняння, що є геометричною моделлю поверхні, визначити ухил рельєфу у будь-якій точці земельної ділянки. У подальшому розгляд побудови поверхні в якій твірна проходить по діагоналі ділянки дозволить визначити спосіб побудови поверхні при якому значення ухилу відтворюватиметься з найменшою похибкою.

Література

1. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв // М.:Изд-во МГУ, 1996. – 335 с.
2. Найдюш В.М. Дискретна інтерполяція // Мелітополь: ВДП «Люкс», 2007, 250с.
3. Метод подвижного симплекса при конструировании 2-поверхностей многомерного пространства / [Конопацкий Е.В., Балюба И.Г., Горягин Б.Ф. и другие] // Моделювання та інформаційні технології / Збірник наукових праць. Спец. вип. Матеріали Міжнародної наукової конференції «Моделювання – 2010», 12 -14 травня 2010 р., м. Київ, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України., Т.1. – С.310 - 318.
4. Конопацкий Е.В. Моделирование процесса распределения тяжелых металлов в почве на примере картофеля / Конопацкий Е.В., Чернишова О.А. // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Науковий журнал №6. – Луцьк: ЛНТУ, 2011. – С. 133-137.
5. Кучеренко В.В. Реконструкція способом «Лупа» дискретно представленої поверхні земельної ділянки на основі рівномірної сітки у плані / В.В. Кучеренко, В.М. Верещага, І.Г. Балюба, Є.В. Конопацький // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 55. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012.–с.143-147
6. Радєв С.Ю. Створення фізично-ймовірнісної моделі визначення щільності ґрунту на земельній ділянці сільськогосподарського призначення. / С.Ю. Радєв, В.Т. Надикто, А.В. Найдюш, В.М. Верещага // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 56. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013.–с.200-207

ПОСТРОЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-ВЕРОЯТНОСТНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УКЛОНА ПОЧВЫ

С.Ю. Радев

На базе использования основных положений теории вероятности и математического аппарата точечного исчисления Балюбы-Найдыша (БН-исчисление) предлагается один из способов построения геометрической модели для определения уклона рельефа.

CONSTRUCTION OF NATURALLY PROBABILISTIC GEOMETRIC MODEL TO DETERMINE THE SLOPE SOIL

S.Radev

The article suggests on the basis of the use the basic assumptions of the probability theory and mathematical tools Balyuby-Naydysha point calculation one way to create a formal geometric model to determine the terrain slope.

АНАЛИЗ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

Брянская государственная инженерно-технологическая академия, РФ

Изучали поведение радиоцезия в экосистеме городского парка. Установлено, что цезий-137 по профилю почвы распределяется не равномерно. Около 80% его сосредоточено в верхнем 10 см слое. При этом уровень радиационного фона в парке в среднем составил 40 мкР/ч, а коэффициент накопления радионуклида в травостое - 0,4. Содержание радионуклида в ветвях деревьев разных пород различается в 4,3 раза, а в листьях – 2,6. Таким образом, для создания благоприятных условий на территории парка необходимо провести комплекс реабилитационных мероприятий позволяющих нормализовать радиационную обстановку.

Авария на Чернобыльской АЭС привела к обширному радиоактивному загрязнению территории, в результате которого население юго-западных районов Брянской области оказалось подвержено радиационному воздействию, как за счет внешнего, так и внутреннего облучения.

Известно, что дозовая нагрузка от внешнего облучения напрямую зависит от уровня радиоактивного загрязнения территории. В тоже время внутреннее облучение обусловлено количеством радиоактивных веществ поступивших в организм с пищей (основная доля), водой и воздухом.

Снижение дозовой нагрузки за счет внутреннего облучения связано с контролем содержания радионуклидов в продуктах питания, воде и исключением тех продуктов, в которых уровни загрязнения превышают санитарные нормы. В результате эти меры позволяют значительно снизить вклад внутреннего облучения в общую дозовую нагрузку.

Снижение дозовой нагрузки за счет внешнего облучения имеет ряд трудностей, среди которых наиболее значимыми являются большие площади, огромные затраты, наличие препятствий и т.п. По этой причине внешнее облучение населения по-прежнему вносит основной вклад в общую дозовую нагрузку населения проживающего на загрязненной территории. При оценке вклада во внешнее облучение нельзя не учитывать дозу, которую получит человек при посещении зон отдыха, особенно, где не проводились реабилитационные мероприятия.

В этой связи оценка радиологической обстановки и разработка мероприятий по реабилитации рекреационных зон, подвергшихся

радиоактивному загрязнению, имеет важное научно-практическое значение и является актуальным.

Основными объектами исследования являлись: городской парк города Злынка, рекреационные территории пляжей пгт Вышков Злынковского района и села Перевоз Новозыбковского района, расположенных на реке Ипуть, а также городской парк города Новозыбков.

В соответствии с программой исследований при оценке радиологической обстановки городского парка и других рекреационных территорий проводились следующие виды работ: определение радиационного фона; отбор проб почвы, растений и воды; определение удельной активности по цезию-137 в воде, почвенных и растительных образцах; изучение миграции цезия-137 по профилю почвы; расчет плотности загрязнения почвы; агротехнические и планировочные мероприятия.

В парке города Злынка уровни МЭД составили 0,35- 0,65 мкР/час. На дорожках и асфальтовых площадках МЭД снижалась до 0,20-0,27 мкР/час. После проведения агротехнических работ (вспашка и фрезерование) результаты измерения фона не показали значительного снижения МЭД. В среднем снижение составляло 20 %. Анализ измерения радиационного фона в парке г. Новозыбков показал: на газонах и в посадках деревьев уровни МЭД составили от 0,31 до 0,42 мкР/час. На срезанном слое почвы – для формирования дорожно-тропиночной сети уровни радиационного фона значительно снижаются – до 0,19-0,27 мк Р/час. На детской площадке были ранее проведены дезактивационные работы с подсыпкой чистого песка и уровни МЭД составляют 0,12-0,19 мк Р/час. На асфальтовом покрытии радиационной фон находится в пределах 0,25- 0,27 мкР/час.

В рекреационной зоне пгт Вышков – на пляжах реки Ипуть уровни МЭД варьировали в диапазоне 0,30 - 0,72 мкР/час. У воды уровни МЭД значительно снижаются (до 0,15 мкР/час). Социологический опрос показал, что посещаемость данной территории высокая. Снижение уровня радиационного фона у воды обусловлено вымыванием радионуклида в период паводка.

Данные полученные в ходе изучения миграции радиоцезия по профилю почвы показывают, что цезий-137 по профилю почвы распределяется неравномерно. В частности, в слое почвы 0-5 см сосредоточено 48% суммарной активности. В слое 5-10 см – 30%. Снижение концентрации цезия-137 в почве с увеличением глубины, можно объяснить сорбционной способностью почвы, в результате которой основная часть радионуклида (около 80 %) связана в 0-10 см слое (Horri1 T. D., Novard B. M., 1991; Романенко А.А., 2012). Такое распределение радионуклидов объясняет полученный в ходе обследования уровень радиационного фона (35-55 мкР/час).

Содержание цезия-137 в листьях варьирует в зависимости от породы деревьев в диапазоне от 126 до 331 Бк/кг. При этом максимальное содержание отмечено у березы, а минимальное у клена. Активность в ветвях изменяется более в широком диапазоне. В частности, в ветвях березы активность составляет – 419 Бк/кг, а ветвях клена – 99 Бк/кг. Удельная активность цезия-137 в ветвях и хвое ели составило от 442 до 2341 Бк/кг, в сосне – на уровне фона.

Анализ проб травостоя показал, что среднее значение содержания цезия-137 составляет 523,7 Бк/кг, а коэффициент накопления равен 0,4. Высокий уровень концентрации радионуклидов цезия-137 в травостое парка можно объяснить высоким уровнем радионуклида в верхнем (0-10 см) слое почвы, где сосредоточена основная масса коревой системы растений (Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В., 1991).

В иле реки Ипуть содержание цезия-137 минимально (13-38 Бк/кг), в воде содержание радионуклида на уровне фона.

Таким образом, можно сформулировать основные выводы:

1. Спустя 26 лет после чернобыльской катастрофы уровень радиационного фона на обследованной территории превышает его естественное значение в два раза и составил в среднем 40 мкР/час.

2. Обработка почвы с помощью фрезы и плуга на глубину 15-20 см в отдаленный период не оказывает значимого влияния на снижение уровня радиационного фона.

3. Снятие верхнего слоя почвы на глубину 15-20 см снижает уровень фона в два раза.

4. Создание защитного экрана толщиной 15-20 см из чистого грунта снижает радиационный фон в два раза.

ANALYSIS OF RADIOLOGICAL HEALTH OF RECREATIONAL AREAS OF SOUTH-WEST BRYANSK REGION, EXPOSED RADIOCONTAMINATION

A.Romanenko, G.Levkina

The behavior of radioactive cesium in the ecosystem of the city park. Found that the cesium-137 in the soil profile is not distributed evenly. About 80% of them lives in the upper 10 cm layer. The level of background radiation in the park was 40 mR/h, and the rate of accumulation of radionuclides in the grass stand - 0.4. Radionuclide content in trees of different species differ by 4.3 times, and in the leaves - 2.6. Thus, to create favorable conditions in the park to conduct a complex rehabilitation helps to normalize the radiation situation.

ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
Україна*

У статті систематизовано етапи проектування енергоефективної будівлі, а також окреслено визначальний етап моделювання, на якому можна буде проводити управління геометричною моделлю внутрішньої структури об'єкту задля покращення загального показнику енергоефективності.

Постановка проблеми. Методика створення проекту житлової будівлі – сукупність прийомів або операцій щодо її проектування. Методика проектування енергоефективних архітектурних об'єктів пов'язана з необхідністю та особливостями системного об'єднання містобудівних, об'ємно-планувальних, архітектурно-конструктивних та інженерних рішень, що впливають на формування енергоефективного об'єкта. Таким чином, модель, на якій можна було б реалізувати методику проектування, є складно структурованою і, зокрема, містить геометричні компоненти, що описують структуру об'єкту та систему фізичних взаємодій та впливів. У даній роботі пропонується систематизувати етапи проектування енергоефективної будівлі а також визначити етап, на якому можна буде проводити управління геометричною моделлю внутрішньої структури об'єкту задля покращення загального показнику енергоефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні проблеми формоутворення енергоефективного житла можна прослідкувати у багатьох роботах, зокрема, Сергійчука О.В., Кащенко Т.О., Шулдан Л.О та ін., в яких досліджувалося підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми, геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків, розвиток методик кількісного оцінювання енергоефективності архітектурних рішень. Серед російських вчених дану проблему досліджували Афанасьєва О.К., Смирнова С.Н. та ін. З 1977 йдуть дослідження і проектування будинків з відновлюваними джерелами енергії у МАРХІ (Москва), з 1990-х років у КиївЗНДІЕП, Харкові, Сімферополі, Львові тощо.

Основна частина. Проект енергоефективного будинку – результат рішення багатьох задач різного змісту: функціональних, інженерних, конструктивних, економічних, художніх та ін., які найбільше відповідають цілі мінімізації витрат енергії на забезпечення комфортного мікроклімату. Для структуризації процесу формування енергоефективної будівлі

пропонується поділити його на три етапи (рис.1.), з акцентом на етапі формування геометричної моделі об'єкту як визначальному етапі.

Методи формоутворення при проектуванні використовуються для синтезу всіх умов та факторів в архітектурному рішенні житлового будинку[1]. Для оптимізації процесу проектування на етапі формоутворення пропонується розробити модель внутрішньої структури об'єкту, сформувати її геометричну модель та її взаємодію з зовнішнім середовищем, якою можна буде управляти та оптимізувати в залежності від сумарної оцінки енергоефективності моделі.

ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ

I Передпроектний етап		
1.	Збір інформації та її аналіз	Методологічний аналіз (створення цілі проектування)
		Вивчення теоретичних основ проектування енергоефективної будівлі
		Аналіз зовнішнього середовища
2.	Визначення основних засобів при проектуванні	Принципові схеми об'ємно-планувальної структури, бажані конструктивні та інженерно-технічні рішення
II Етап формування геометричної моделі об'єкту		
3.	Формування структурної моделі внутрішнього середовища об'єкту	Формування схеми об'ємно-планувальної структури
Етап управління моделлю внутрішньої структури об'єкту:		
4.	Формування геометричної моделі внутрішньої структури об'єкту і її взаємодії з зовнішнім середовищем	Створення графу об'ємно-планувальної структури об'єкту
5.	Аналіз геометричної моделі	Оцінка показників енергоефективності моделі
6.	Оптимізація геометричної моделі	Внесення змін до об'ємно-планувальних рішень
III Етап оптимізації та творчого удосконалення проекту		
7.	Створення архітектурного проекту об'єкту на основі геометричної моделі	Оптимізація геометричної моделі та проектування об'єкту відповідно з практичною, естетичною, соціокультурною та ін. функціями.



Рис.1. Етапи формування моделі енергоефективної будівлі

1. Передпроектний етап.

Передпроектний аналіз – фаза формулювання цільової установки на проектування. Методологічний аналіз – створення певного погляду на об’єкт проектування під кутом зору цілі проектування. Методологічний підхід створює принципову орієнтацію передпроектного аналізу, створює умови для формування задумки, основної концепції і цільової установки будівлі [1].

Передпроектний етап включає – збір інформації та її аналіз (вивчення теоретичної моделі проектування енергоефективного житла, аналіз зовнішнього середовища та його впливу на об’єкт) та визначення засобів, що будуть використовуватися при проектуванні (принципові схеми об’ємно-планувальної структури, бажані конструктивні та інженерно-технічні рішення).

2. Етап формування геометричної моделі внутрішньої структури об’єкту і її взаємодії з моделлю середовища.

Етап включає створення геометричної моделі об’єкту на основі структурної моделі, її аналіз та оптимізацію.

Основою геометричної моделі будуть структурні елементи об’єкту (наприклад – функціональні зони) та їх взаємозв’язки між собою, що формуються на основі взаємодії технічних показників кожного елемента один з одним, а також взаємодії елементів з зовнішнім середовищем. Зміна показників окремих елементів або зміна взаємозв’язків між ними (просторове взаєморозташування елементів відносно один одного) буде призводити до зміни загального показнику енергоефективності будівлі. Таким чином можливо буде керування показником енергоефективності об’єкту на етапі формування геометричної моделі даного об’єкту.

Задля цього ще на етапі визначення основних засобів проектування та на етапі формування структурної моделі потрібно визначитися з параметрами кожного структурного елемента, з конструктивними та інженерно-технічними рішеннями, а також з взаєморозташуванням кожного структурного елемента відносно один одного. Даний етап - циклічний процес, де чергується аналіз і синтез.

В якості інструменту аналізу взаємозв’язків структурних елементів об’єкту і їх взаємодії з зовнішнім середовищем пропонується створити геометричну модель у вигляді графа.

В результаті синтезу даних з усіх взаємозв’язків елементів об’єкту формується загальна система енергетичного балансу будівлі, що представляє собою показник енергоефективності об’єкту. Зрівнюючи цей показник з нормами енергоефективності та, у випадку невідповідності нормам, корегуючи показники окремих елементів та їх взаємозв’язки, можна корегувати ступінь енергоефективності об’єкту.

Таким чином, отримуємо систему керування енергобалансом об’єкту, що може стати основою САПР об’єктів будівництва за критерієм енергоефективності.

3. Етап оптимізації та творчого удосконалення проекту архітектурного об'єкту.

Даний етап - комплексний метод архітектурного проектування, сутність якого заключається в моделюванні, створенні проектної моделі об'єкту відповідно з практичною, естетичною та соціокультурною функціями на основі отриманої геометричної моделі.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується приділити увагу етапу створенню геометричної моделі внутрішньої структури об'єкту. Окрім того, для формування повноцінної моделі, її необхідно роздивлятися у динаміці, беручи до уваги прогнозування процесів, що будуть відбуватися у ній.

Література

1. Молчанов, В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./В.М.Молчанов.- Ростов н/Д: «Феникс», 2003.- 240с: ил.- (Серия «Учебные пособия»)
2. Афанасьева О.К. Архитектура малоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии. Дис. канд. арх. М., 2009
3. Сергейчук О.В. Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків. – Рукопис. Дис. докт. техн. наук за спец. 15.01.01 «Архітектура будівель і споруд», КНУБА, Київ, 2001 – Прикладна геометрія, інженерна графіка. - КНУБА, Київ, 2008
4. Кащенко Т.О. Підвищення енергоефективності житлових будинків на основі оптимізації їх форми. – Рукопис. Дис. канд. арх. за спец. 18.00.02 - Архітектура будівель і споруд. - КНУБА, Київ, 2001

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ

Н.М.Ручинская

В статье систематизированы этапы проектирования энергоэффективного здания, а также выделено определяющий этап моделирования, на котором можно будет проводить управление геометрической моделью внутренней структуры объекта для улучшения общего показателя энергоэффективности.

STAGES OF FORMATION OF ENERGY EFFICIENT BUILDING SYSTEM MODEL

N.Ruchynska

In the article stages the design of energy efficient buildings, also allocated determines the modeling phase in which it will be possible to carry out management of the geometric model of the internal structure of the object to improve the overall energy efficiency index.

ДВИЖЕНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛОСКОЙ СТРУИ В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ИНФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ СВЕТОПРОЗРАЧНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В данной статье рассмотрены уже существующие как теоретические так и экспериментальные исследования истечения неизотермических струй. На основании этих изысканий были представлены новые методы расчета траектории движения плоских и осесимметричных струй

Введение. Температура воздуха, поступающего в помещение может быть равна температуре окружающей среды или отличаться от нее.

Если температура воздуха, вытекающего из отверстия в неограниченное пространство, отличается от температуры в последнем, то на параметры струи и траекторию ее движения, помимо сил инерции оказывают влияние гравитационные силы. Соотношение этих сил обычно определяется величиной критерия Архимеда Ar_o в приточном отверстии [1], [2], [3].

$$Ar_o = \frac{g \cdot l_o}{V_o^2} \cdot \frac{T_o - T_{окр}}{T_{окр}}$$

где l_o – определяющий линейный размер.

Для осесимметричных отверстий принимают d_o , для прямоугольных – $d_{оз}$, для щелевых – наименьший размер b_o .

V_o – скорость в начале струи;

T_o , $T_{окр}$ – абсолютная температура воздуха в плоскости сечения отверстия и окружающей среды соответственно;

g – ускорение свободного падения;

Струи нагретого или охлажденного воздуха, температура которого отличается от температуры окружающей среды, называют неизотермическими. Когда сила Архимеда пренебрежительно мала ($|Ar_o| < 0,001$) по сравнению с силой инерции, неизотермические струи можно считать по формулам для изотермических. Для случая $|Ar_o| > 0,001$ часто встречающегося в вентиляционной практике расчет струй может быть произведен по методам предложенным в [1], [2], [3] и т.д. В основном эти расчеты касаются определения траектории оси струи и осевой скорости.

Теоретическим изучением распространения неизотермических струй занимались Г.Н. Абрамович, В.В. Батурин, М.М. Заборов, И.А. Шепелев и другие. В [1] и [2] за основу была взята работа И.А. Шепелева, увязавшего теоретические расчеты с экспериментальными данными С.Н. Сыркина и Д.Н. Ляховского. Уравнение И.А. Шепелева после согласования с опытом

получило вид [1], [2]:

$$\bar{y} = \bar{x} \cdot \operatorname{tg} \alpha + Ar_o \left(\frac{\bar{x}}{\cos \alpha} \right)^2 \cdot \left[0,51 \cdot a \cdot \left(\frac{\bar{x}}{\cos \alpha} \right) + 0,35 \right]$$

где \bar{x}, \bar{y} - относительные координаты.

$$\bar{x} = \frac{x}{D_{\text{экв}}}; \quad \bar{y} = \frac{y}{D_{\text{экв}}}$$

$$\bar{x} = \frac{x}{b_o}; \quad \bar{y} = \frac{y}{b_o} \text{ - для плоской струи}$$

При горизонтальном истечении ($\alpha=0$) уравнение траектории оси струи принимает вид:

$$\bar{y} = Ar_o \cdot \bar{x}^2 \cdot (0,51 \cdot a \cdot \bar{x} + 0,35)$$

где a – коэффициент характеризующий начальную турбулентность. Значения коэффициента "a" получены опытным путем и приведены в [1] и [2].

По данным [3] уравнение траектории оси струи при горизонтальном истечении с достаточной степенью точности имеет вид:

$$\bar{y} = B \cdot Ar_o \cdot a^{1/2} \cdot \bar{x}^{5/2}$$

где $B=0,9$ для осесимметричной струи и $B=0,41$ для плоской.

Кроме выше приведенных, известны еще несколько теоретических решений по определению параметров неизотермических струй, искривленных силами тяжести. Координаты таких осей рассчитывались по [4].

$$\bar{y} = A_1 \cdot Ar_o \cdot \sqrt{\frac{T_o}{T_{окр}}} \cdot \bar{x}^{5/2}$$

где A_1 - численный коэффициент. По данным [5] и [6] $A_1=0,132$ и $A_1=0,176$ соответственно.

Рассмотренные методы решений неизотермических струй относятся к теоретическим. Экспериментальный же материал, который позволил бы проверить и оценить эти решения, очень ограничен.

Исследования плоских струй, выпущенных горизонтально в работе [4] сравнивались с теоретическими зависимостями [5, 6]. По результатам сопоставления были сделаны выводы, что формулы В.С. Омельчука, В.Н. Посохина и В.Н. Талиева обеспечивают хорошую сходимость с опытами. Формулы же И.А. Шепелева для определения траектории струи удовлетворяют опытным данным, которые получены при очень малых значениях критерия Архимеда.

По данным М.И. Гримитлина [7] соотношение между гравитационными и инерционными силами целесообразно оценивать текущим критерием Архимеда (Ar_x).

В качестве характерных величин, входящих в текущий критерий Архимеда, приняты скорость V_x и избыточная температура Δt_x на оси

струй, а также расстояние x от выпускающего устройства до рассматриваемого поперечного сечения, т.е.:

$$Ar_x = \frac{g \cdot x \cdot \Delta t_x}{V_x^2 \cdot T_{окр}} \quad (1)$$

Грмитлин М.И. [7] определяя выражение текущего критерия Архимеда (Ar_x) применил формулы изменения скорости и избыточной температуры для слабонеизотермических струй, т.е.:

для плоских струй

$$V_x = V_o \cdot m \cdot \sqrt{\frac{b_o}{x}} \quad \Delta t_x = \Delta t_o \cdot n \cdot \sqrt{\frac{b_o}{x}}$$

и для осесимметричных струй

$$V_x = V_o \cdot m \cdot \frac{\sqrt{F_o}}{x} \quad \Delta t_x = \Delta t_o \cdot n \cdot \frac{\sqrt{F_o}}{x}$$

где F_o – площадь сечения отверстия;

m , n – коэффициенты, характеризующие темп изменения соответственно осевых скоростей и избыточных температур в струях.

Коэффициенты m , n приведены в табл. 4.1 [7], [8]. Соответственно этим источникам выражение Ar_x для плоских струй имеет вид:

$$Ar_x = \frac{n}{m^2} \cdot Ar_o \cdot \bar{x}^{3/2} \quad (2)$$

а для осесимметричных струй

$$Ar_x = \frac{n}{m^2} \cdot Ar_o \cdot \bar{x}^2 \quad (3)$$

Уравнение траектории неизотермических струй, связывающие текущие координаты (y , x) искривленной оси в [7] представлено в виде:

$$y = K Ar_x \cdot x \quad (4)$$

где K – коэффициент пропорциональности, определяемый на основе обработки экспериментальных данных ($K=0,7$ – для плоских струй, $K=0,6$ – для осесимметричных).

С учетом формул (2) и (3) уравнения траекторий принимают вид [7], [8]:

$$\bar{y} = 0,7 \cdot \frac{n}{m^2} \cdot Ar_o \cdot \bar{x}^{5/2} \text{ - для плоских струй}$$

$$\bar{y} = 0,6 \cdot \frac{n}{m^2} \cdot Ar_o \cdot \bar{x}^3 \text{ - для осесимметричных струй}$$

Целью исследований является выведения методики для определения траектории движения плоских и осесимметричных неизотермических струй для последующего их использования при расчете приточных струй других видов.

Учитывая, что формулы для скоростей и избыточных температур по данным [1, 2] выведенное для неизотермических струй с достаточной достоверностью соответствуют экспериментальным данным, мы

посчитали возможным, путем подстановки их в формулу (1) получить значения текущего критерия Архимеда, с последующей подстановкой их в формулу (4) для получения уравнения траекторий. Данные по [1, 2]:

для плоских струй

$$V_x = V_o \cdot \frac{0,848}{\sqrt{a \cdot \bar{x} + 0,205}} \quad (5); \quad V_y = 0,61 \cdot V_o \cdot Ar_o \cdot \bar{x} \quad (6); \quad \Delta t_x = \Delta t_o \cdot \frac{0,619}{\sqrt{a \cdot \bar{x} + 0,205}}$$

(7)

для осесимметричных струй

$$V_x = V_o \cdot \frac{0,48}{a \cdot \bar{x} + 0,145} \quad (8); \quad V_y = 0,73 \cdot V_o \cdot Ar_o \cdot \bar{x} \quad (9); \quad \Delta t_x = \Delta t_o \cdot \frac{0,35}{a \cdot \bar{x} + 0,145} \quad (10)$$

Для плоской струи подставляя в (1) формулы (5) и (7) получаем значение:

$$Ar_x = 0,86 Ar_o \cdot \bar{x} (a \bar{x} + 0,205)^{1/2}$$

Подставляя данное выражение в формулу (4) получаем уравнение траектории для плоской струи:

$$\bar{y} = 0,6 Ar_o \cdot \bar{x}^2 (a \bar{x} + 0,205)^{1/2}$$

Аналогично, подставляя в (1) формулы (8) и (10) получаем значение Ar_x и соответственно уравнение траектории для осесимметричной струи:

$$Ar_x = 1,52 Ar_o \cdot \bar{x} (a \bar{x} + 0,145)$$

$$\bar{y} = 0,91 Ar_o \cdot \bar{x}^2 (a \bar{x} + 0,145)$$

Кроме выше приведенного способа мы предлагаем получить уравнение оси струи используя дифференциальное уравнение траектории частиц [9]:

$$\frac{dx}{V_x} = \frac{dy}{V_y}$$

где dx , dy - проекции пути dS на оси координат;

V_x , V_y - проекции скорости на оси координат.

$$d\bar{y} = \frac{V_y}{V_x} \cdot d\bar{x} \quad (11)$$

Для плоских струй, подставляя формулы скоростей (5) и (6) в дифференциальное уравнение (11) получаем:

$$d\bar{y} = \frac{0,61 \cdot Ar_o \cdot \bar{x} \cdot (a \cdot \bar{x} + 0,205)^{1/2}}{0,848} d\bar{x}$$

Интегрирование этого выражения дает

$$\bar{y} = 0,1 \cdot \frac{Ar_o}{a^2} \cdot (6a\bar{x} - 0,82)(a\bar{x} + 0,205)^{3/2} + C$$

Постоянную интегрирования определяем из условия при $\bar{x} = 0$, $\bar{y} = 0$.

$$\text{Получаем } C = 7,6 \cdot 10^{-3} \frac{Ar_o}{a^2}$$

Тогда уравнение траектории движения для плоской струи примет

вид:

$$\bar{y} = \frac{Ar_o}{a^2} \cdot [0,1 \cdot (6a\bar{x} - 0,82)(a\bar{x} + 0,205)^{3/2} + 7,6 \cdot 10^{-3}]$$

Для осесимметричной струи, в уравнение (11) подставляем формулы скоростей (8) и (9) и получаем дифференциальное уравнение траектории частиц:

$$d\bar{y} = \frac{0,73 \cdot Ar_o \cdot \bar{x} \cdot (a\bar{x} + 0,145)}{0,48} d\bar{x}$$

После интегрирования эта зависимость примет вид:

$$\bar{y} = 1,52Ar_o \bar{x}^2 [0,33a\bar{x} + 0,07] + C$$

Постоянную интегрирования определяем из условия при $\bar{x} = 0, \bar{y} = 0$. Получаем $C=0$. Следовательно, для осесимметричной струи уравнение траектории движения:

$$\bar{y} = 1,52Ar_o \bar{x}^2 [0,33a\bar{x} + 0,07]$$

С целью сравнения уравнений траектории неизотермических струй полученных в данной работе с ранее известными, были проведены расчеты для плоской струи с учетом следующих исходных данных.

Неизотермическая струя истекает горизонтально из щели шириной $b_o=0,1$ м со скоростью в плоскости щели $V_o=4,2$ м/с температура наружного воздуха $t_{нар} = -18$ °С, температура помещения $t_{пом}=20$ °С. Результаты расчетов приведены на рис.

Анализ графика траекторий для плоской неизотермической струи показал, что кривые уравнений полученные по двум методам предлагаемых в данной работе практически совпадают и находятся внутри диапазона графиков уравнений полученных другими авторами исследовавшими данный вопрос.

Выводы. Исходя из изложенного выше, предложенные методики расчета могут быть использованы для определения траекторий струй, данные для которых не представлены в литературе.

В основе предложенных методов лежит дифференциальное уравнение движения частиц с использованием как экспериментальных так и теоретических данных. Полученные результаты в дальнейшем будет применены для исследования траектории движения струй других видов.

$$1 - \bar{y} = Ar_o \cdot \bar{x}^2 \cdot (0,51 \cdot a\bar{x} + 0,35); \quad 2 - \bar{y} = 0,41 \cdot Ar_o \cdot a^{1/2} \cdot \bar{x}^{5/2}$$

$$3 - \bar{y} = 0,132 \cdot Ar_o \cdot \sqrt{\frac{T_o}{T_{окр}}} \cdot \bar{x}^{5/2}; \quad 4 - \bar{y} = 0,176 \cdot Ar_o \cdot \sqrt{\frac{T_o}{T_{окр}}} \cdot \bar{x}^{5/2}$$

$$5 - \bar{y} = 0,7 \cdot \frac{n}{m^2} \cdot Ar_o \cdot \bar{x}^{5/2}; \quad 6 - \bar{y} = 0,6Ar_o \cdot \bar{x}^2 (a\bar{x} + 0,205)^{1/2}$$

$$7 - \bar{y} = \frac{Ar_o}{a^2} \cdot [0,1 \cdot (6a\bar{x} - 0,82)(a\bar{x} + 0,205)^{3/2} + 7,61 \cdot 10^{-3}]$$

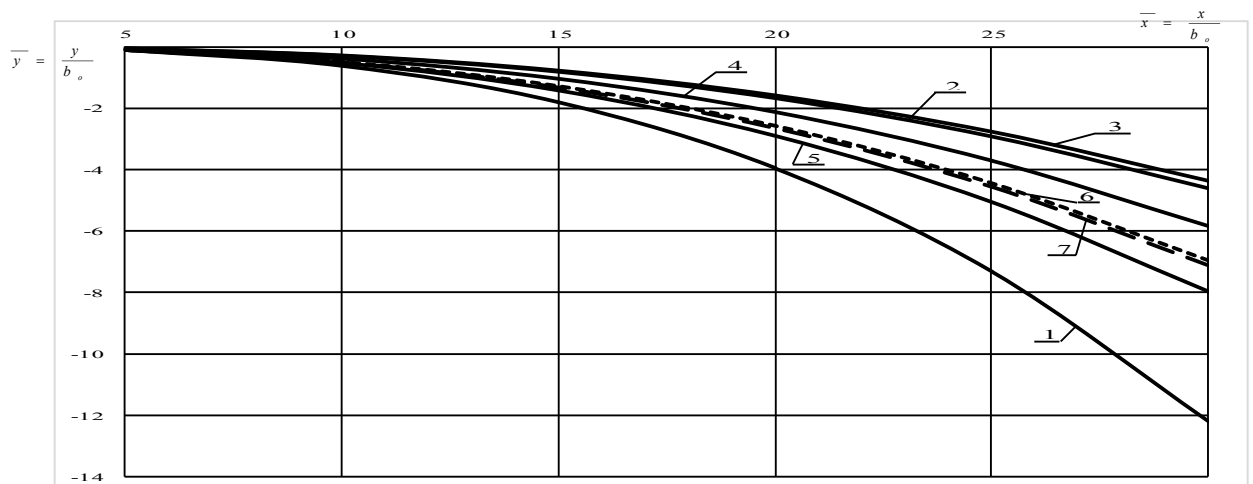


Рис. График траекторий плоских неизотермических струй

Литература

1. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция ч. II Вентиляция. М: «Высшая школа», 1984. 264 с.
2. Бутаков С.Е. Аэродинамика систем промышленной вентиляции – в кн.: Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС. М.; Профиздат, 1949. 270 с.
3. Максимов Г.А., Дерюгин В.В. Движение воздуха при работе систем вентиляции и отопления. Ленинград. Издательство литературы по строительству. 1972. 97 с.
4. Омельчук В.С., Посохин В.Н. Экспериментальное исследование неизотермических струй, истекающих горизонтально. "Водоснабжение и санитарная техника", 1970, №11.
5. Шепелев И.А. Приточные вентиляционные струи и воздушные фонтаны. Известия АСИА СССР, 1961, №4.
6. Посохин В.Н. Исследование факторов, влияющих на эффективность распределения приточного воздуха в помещениях. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., НИИ санитарной техники, 1966.
7. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. М.: Стройиздат, 1982. 164 с.
8. Ткачук А.Я., Довгалюк В.Б. Аеродинаміка вентиляції. Навчальний посібник. Київ, ІВНВКП.
9. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1979. «Укртеліотех», 2009, 374 с.

РУХ НЕІЗОТЕРМІЧНОГО ПЛОСКОГО СТРУМІНЯ У ПРИМІЩЕННІ ПРИ ІНФІЛЬТРАЦІЇ ПОВІТРЯ ЧЕРЕЗ СВІТЛОПРОЗОРИ ОГОРОДЖЕННЯ

О.О. Рябова

У даній статті розглянуті вже існуючі як теоретичні так і експериментальні дослідження закінчення неізотермічних струменів. На підставі цих досліджень були представлені нові методи розрахунку траєкторії руху плоских і осесиметричних струменів

MOTION NONISOTHERMAL JET PLANE IN THE ROOM WITH AIR INFILTRATION THROUGH TRANSLUCENT GUARD

E. Ryabova

This article describes how existing theoretical and experimental study of non-isothermal jets expiration. On the basis of these studies were presented new methods of calculating the trajectory of the plane and ax symmetric jets

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ РАМ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ С
ПОВЫШЕННОЙ ГИБКОСТЬЮ СТЕНКИ**

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Кафедра металлических и деревянных конструкций, г. Киев, Украина*

Современные рыночные экономические условия в области производства металлоконструкций в Украине, да и во всем мире, приводят к обострению конкурентной борьбы между производителями. Сложилась такая ситуация, что выиграть тендер и при этом хорошо заработать можно только с новыми легкими металлическими конструкциями. Замкнутый круг заинтересованности участников цепи «проектировщик – производитель – монтажник» в искусственном росте объемов играет с ними дурную шутку. В этом порочном круге все заинтересованы строить из слябов, вес здания получается неконкурентоспособный, и заказчик в итоге уходит «в бетон» [1]. В результате проигрывает целая отрасль, непосредственной составляющей которой являются все вышеперечисленные участники. Единственным выходом в сложившейся ситуации является изготовление эффективных легких металлоконструкций с использованием максимальной автоматизации и, как результат – скорости и качества изготовления конечного продукта. Наибольшую степень автоматизации среди разнообразия выбора сечений обеспечивают сварные двутавры. При использовании передовых технологий производства и научных разработок конструкции данного типа вполне способны конкурировать по стоимости (особенно при учете стоимости конструкций «в деле») с решетчатыми конструкциями. Использование двутавров переменного сечения с изменением высоты элементов по длине пропорционально действующим усилиям позволяет еще более полно реализовать преимущества сварных металлоконструкций.

На современном этапе наиболее передовыми среди сварных двутавров являются двутавры с гофрированной и гибкой стенкой. Использование двутавров с традиционной гибкостью стенки при преимущественном влиянии изгибающих моментов в сечении значительно повышает металлоемкость и приводит к снижению конкурентных возможностей сварного сечения.

Работе этих двух передовых типов конструкций сварного сечения посвящено достаточно большое количество исследований [2-6], что позволяет практически каждому проектировщику внедрять их в своих проектных решениях.

Дальнейшим путём совершенствования конструкций из сварных двутавров является искусственное регулирование усилий в элементах рам путём введения стальных затяжек. Однако это направление пока недостаточно исследовано и требует как глубокого теоретического анализа, так и проведения ряда натурных экспериментов, особенно при использовании преднапряжения к конструкциям с гибкой стенкой.

Рассмотрим формообразование типичных легких рамных каркасов, которые наиболее распространены в современном металлостроительстве (рис. 1).

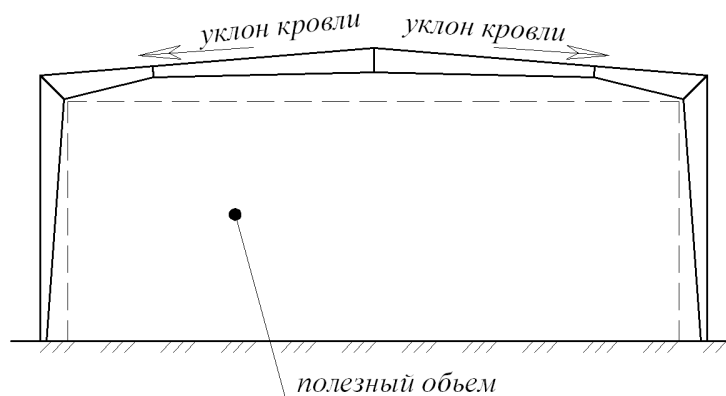


Рис. 1. Конструкция типичной современной легкой рамы

Каркас очерчивает прямоугольный функциональный внутренний объём. Уклон ригелей необходим в основном для организации водоотвода. Таким образом в каркасе под ригелем образуется «мертвая зона», которая не имеет в большинстве случаев функциональной нагрузки и служит в основном для размещения вентиляционного оборудования и элементов освещения. Вполне очевидно, что внутри этого функционального объема допустимо разместить дополнительный конструктивный элемент в виде стального стержня. Натягивая этот стержень в упорах, можно получить усилие растяжения, которое даст нам изгибающий момент в ригеле, противоположный по значению расчетному. Таким образом можно значительно снизить усилия в ригеле и уменьшить его сечение (рис.2).

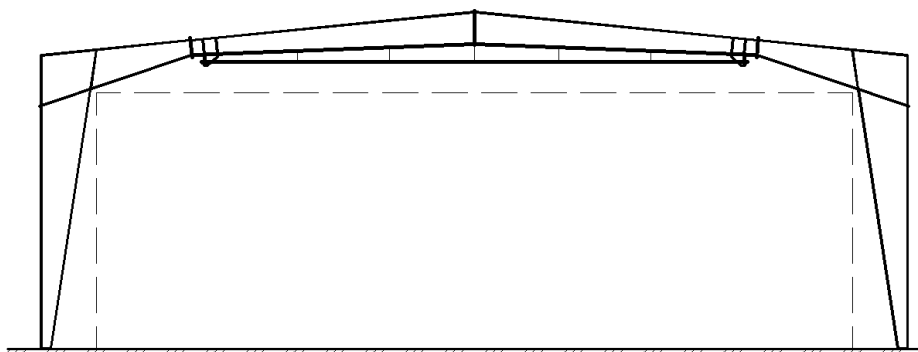


Рис. 2. Размещение в «мертвой зоне» ригеля стальной затяжки

Рассмотрим эффективность данного метода на примере рамы пролетом 60 м для условий строительства в г. Киев.

Ниже (рис. 3) приведены эпюры усилий в элементах рамы без предварительного напряжения и с введением растянутой затяжки в ригель.

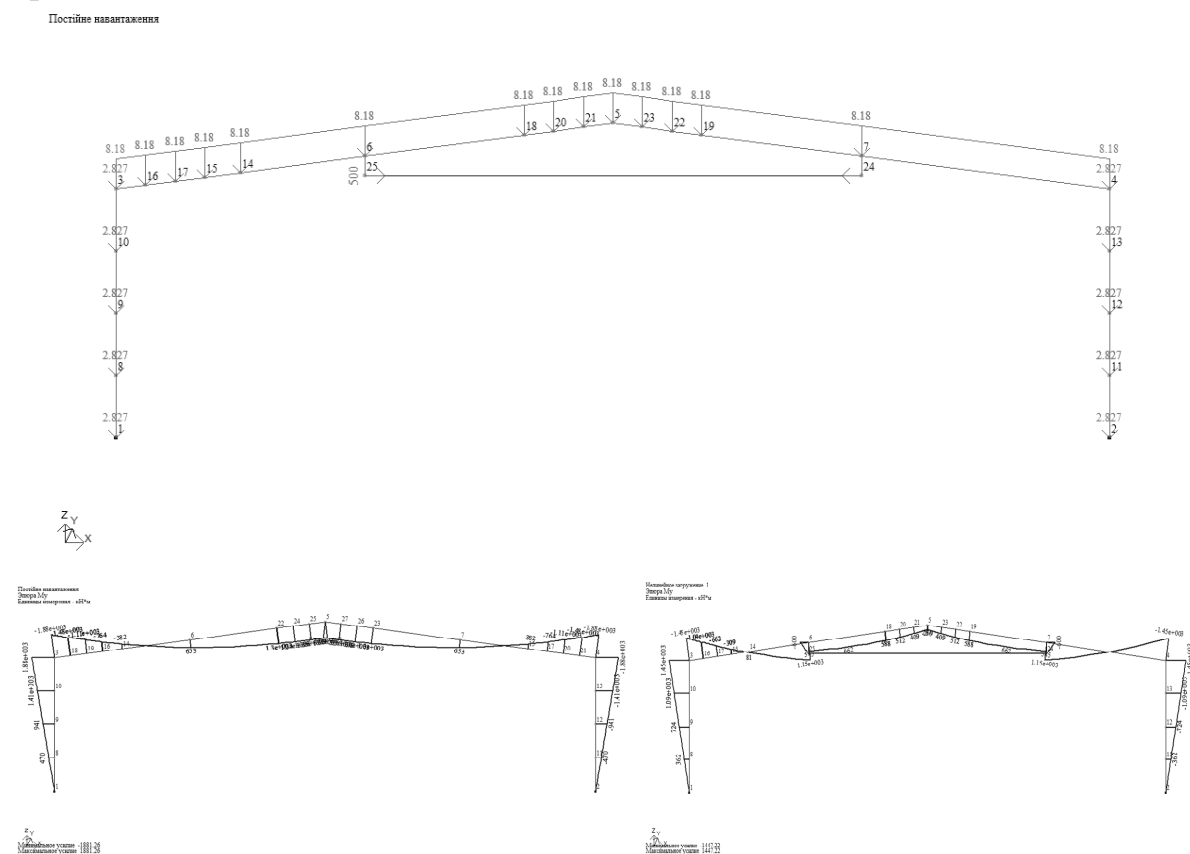


Рис. 3 Расчетная схема рамы пролетом 60м при введении затяжки в ригель и эпюры изгибающих моментов в раме без предварительного напряжения и при введении затяжки

Значение изгибающих моментов в карнизном узле рамы без предварительного напряжения от комбинации предельных расчетных значений нагрузок составляет 3757 кНм. Введение в ригель затяжки с усилием натяжения 500 кН обеспечивает уменьшение расчетного усилия в карнизном узле рамы до 2528 кНм. При условии применения относительно дешевой круглой стали 40Х, 30ХГСА такого усилия натяжения можно достичь применением сечения диаметром 30-32 мм.

Уже из статического расчета видно, что определяющее усилие в сечении уменьшается на 32 %.

Для более детального анализа напряженно-деформированного состояния рамы из двутавров переменного сечения с гибкой стенкой с преднапряженной затяжкой была разработана детальная трехмерная модель рядовой рамы в среде программного комплекса «Ли́ра» (рис. 4). Для моделирования стенки и полок использованы оболочечные конечные элементы, затяжка принята из конечного элемента 308 – геометрически нелинейный специальный двухузловой конечный элемент для моделирования предварительного напряжения.

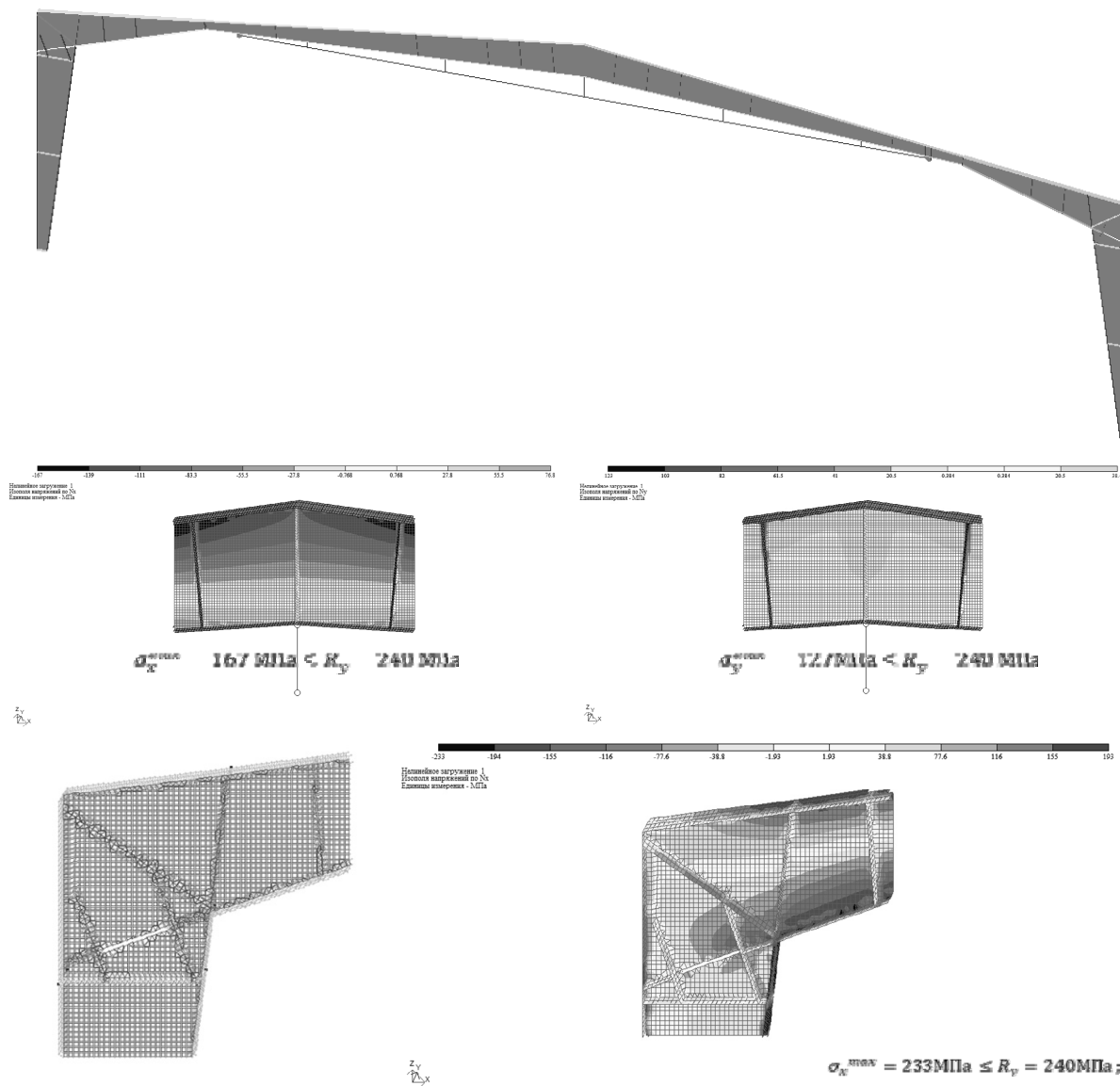


Рис. 4 Конечноэлементная модель рамы с предварительным напряжением в среде программного комплекса «Лира»

Расчет выполнен как в линейной, так и в нелинейной постановке. Выявлена довольно интересная особенность данных рам – при деформировании ригеля (конькового узла) уменьшается расстояние между центром тяжести сечения и затяжкой, поэтому для сохранения плеча усилия натяжения необходимо устанавливать между ригелем и затяжкой жесткие распорки, введение гибких элементов недопустимо.

В целом в результате проведенных расчетов подтверждена работоспособность данных рам и достаточно высокая их эффективность – введением затяжки можно достичь до 20% экономии металла на одну раму.

Выводы. Предварительное напряжение легких рам из сварных двутавров путём введения растянутых затяжек является на данном этапе одним из перспективных методов повышения эффективности и конкурентоспособности наиболее востребованного класса металлических конструкций. Этот простой технологический метод способен обеспечить до 20% экономии металла в сравнении с традиционными решениями. Однако

перед внедрением этого метода в производство необходимо провести ряд дополнительных теоретических и, что более важно, экспериментальных исследований для выявления особенностей работы предварительно напряженных рамных двутавров с гибкой стенкой под нагрузкой.

Литература

1. Атавизм "Цена за тонну" - тормоз развития рынка металлоконструкций – <http://www.zeman.kiev.ua/nov.htm>
2. Білик С. І., Склярів І. О. Рациональні рамні каркаси постійного та змінного двотаврового перерізу з підвищеною гнучкістю стінки – К. : Вид-во «Сталь», 2010. – С. 199-209.
3. Склярів І. О., Білик С.І. Експериментальні дослідження тонкостінних рамних двотаврів / І. О. Склярів ,С.І. Білик // Збірник наукових праць «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Випуск 24. – Рівне, 2012. – С. 248-254.
4. Склярів І. О. Перспективи розвитку рамних каркасів зі зварних двотаврів з гнучкою стінкою / І. О. Склярів // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа. – 2011. – №2 (2). – С. 128-133.
5. Лазнюк М. В. Балки з тонкою поперечно гофрованою стінкою при дії статичного навантаження. Автореф. дис канд. техн. наук.
6. Нилов А.А., Лазнюк М.В. Уточнение расчета тонких поперечно гофрированных стенок изгибаемых элементов двутаврового сечения с различной формой и параметрами гофров. Научный вестник строительства: Зб. науч. тр. – Харьков: ХДТУБА, 2006. - Вып. 37. – С.91-100.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ РАМ ЗМІННОГО ПЕРЕРІЗУ З ПІДВИЩЕНОЮ ГНУЧКІСТЮ СТІНКИ

І. А. Склярів

Стаття присвячена аналізу особливостей моделювання напружено-деформованого стану конструкцій рам змінного перерізу із двотаврів з підвищеною гнучкістю стінки з урахуванням попереднього напруження, отриманого шляхом введення в ригель високоміцних затяжок, у програмному комплексі «Ліра». Аналіз виконано на прикладі розрахунку і моделювання конструкції рами прольотом 60 м.

COMPUTER SIMULATION STRESS-STRAIN STATE OF PRESTRESSED FRAMES VARIABLE SECTION WITH INCREASED FLEXIBILITY WALL

I. Sklyarov

Article analyzes the features of modeling in the software package "Lira" of the stress-strain state of the frame structures of variable double-T cross section with increased wall flexibility in view of pre-stresses obtained by the input into the girder of high-strength puffs. The analysis is performed on the example of calculation and simulation of frame structure a span of 60 m.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОПИСУ РІВНОВАГИ ЕЛЕМЕНТІВ СІТЧАСТОЇ СТРУКТУРИ

Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури

В роботі розкрито основні принципи побудови рівнянь рівноваги вузлів та стрижнів багатоланкової сітчастої конструкції, що перебуває під дією зовнішніх зосереджених сил.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день питаннями розрахунку параметрів сітчастих структур активно займаються спеціалісти у багатьох галузях науки і техніки. Математичними моделями сітчастих структур описують цілий ряд багатопараметричних систем, процесів, явищ, та конструкцій, оскільки вони, у більшості випадків, дозволяють наочно та просто продемонструвати принципи та порядок взаємозв'язків між їх окремими елементами, даючи змогу проаналізувати загальну картину досліджуваного об'єкту чи процесу в цілому. Найбільш широко моделі сітчастих структур застосовуються у задачах чисельного комп'ютерного моделювання, а також при розв'язанні задач теоретичної, зокрема будівельної, механіки.

Постановка більшості з зазначених задач вимагає пошуку різноманітних параметрів в'язей сітчастих інтерпретаційних структур, при умові, що відомими є топологічні особливості моделі та крайові й початкові умови при різних параметрах стану в її вузлах. Існують й обернені задачі, що потребують відтворення параметрів стану за заданими властивостями та відомими властивостями в'язей.

Перша із зазначених задач представляє найбільший інтерес у зв'язку з її прикладним характером, а відтак потребує детального розгляду та поглибленого аналізу шляхів її вирішення. Відтак, цікавим є пошук загальних принципів опису статичного та динамічного станів сітчастих структур.

Аналіз основних досліджень. Проблема визначення параметрів в'язей сітчастих систем є у достатній мірі висвітленою в дослідженнях стрижневих та вантових будівельних конструкцій, в задачах підбору вагових коефіцієнтів в'язей нейромереж, а також пошуку оптимальних параметрів електричних гідротехнічних та вентиляційних систем [1,3,4]. Однак, за виключенням урахування топологічних ознак, усі ці задачі сильно різняться за шляхами пошуку невідомих величин, оскільки мають фундаментальні відмінності у закономірностях, що описують взаємодію між вершинами інтерпретаційних сіток. Єдиним спільним принципом в усіх підходах до вирішення перерахованих задач є прийняття умови мінімізації відхилень від допустимих величин параметрів вузлів системи (варіаційний принцип) [5]. Це дає змогу характеризувати поточні стани

системи, як аналоги станів статичної рівноваги топологічно еквівалентної стрижневої конструкції, зрівноваженої сторонніми силами, які інтерпретують вплив зовнішніх факторів.

Основна частина. Розглянемо просторову тривимірну модель деякої конструкції представлену в формі довільної сітки, що знаходиться в стані статичної рівноваги, під дією деяких зовнішніх сил. Якщо аналізувати цю конструкцію, як систему, з точки зору механіки, то запропонована сітка складатиметься з трьох основних елементів (рис. 1.а.):

- 1) опорних вузлів, які фіксуватимуть усю систему та забезпечуватимуть її зв'язок із навколишнім середовищем;
- 2) вільних або нефіксованих вузлів, що в залежності від зовнішніх сил займатимуть те чи інше положення в просторі;
- 3) в'язів, які з'єднуюватимуть опорні та проміжні вузли і, в залежності від заданих параметрів жорсткості, спричинятимуть відповідні деформації системи у цілому.

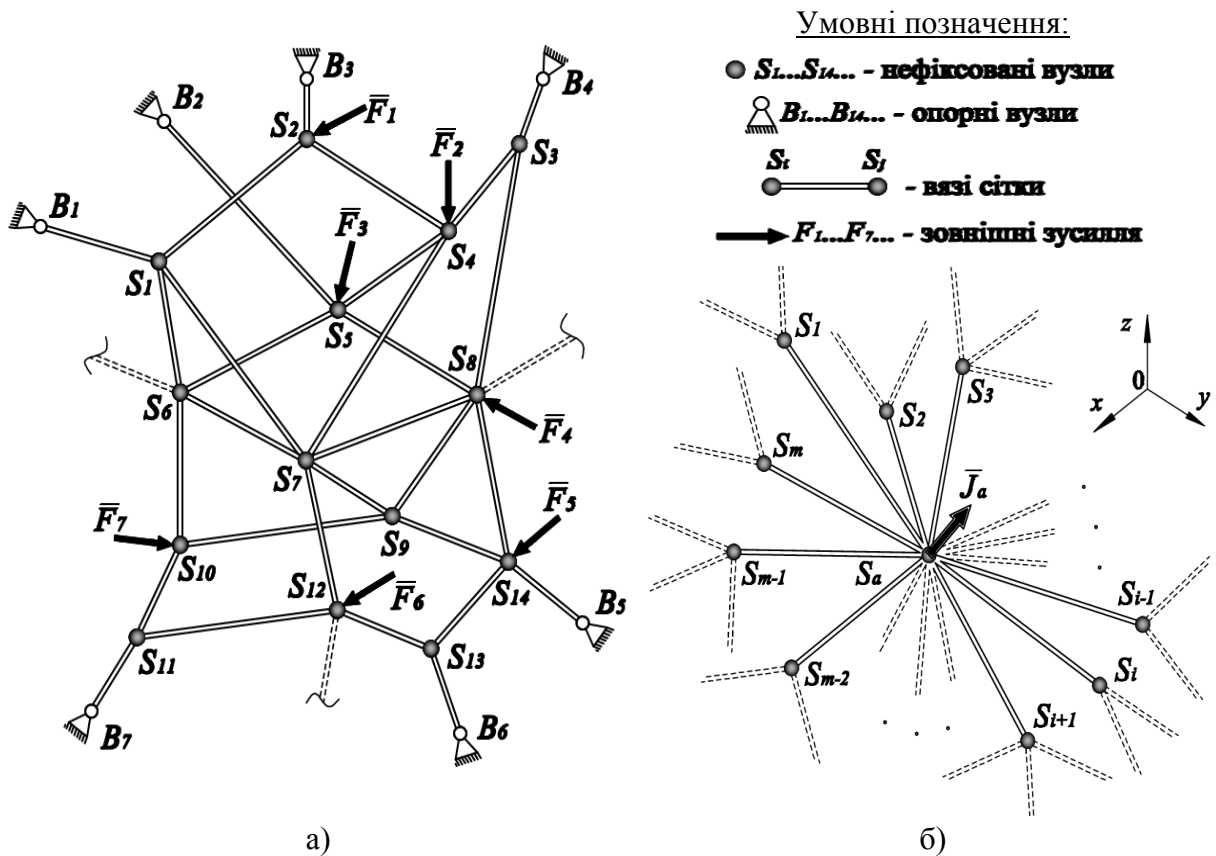


Рис. 1.: а) фрагмент довільної просторової сітки; б) довільний вузол просторової сітки

Зазначимо, що усі сторонні сили, які діятимуть на сітку, сприйматимуть лише її нефіксовані вузли – шарнірні з'єднання. Таке твердження використовуватимемо для того, щоб виключити можливість виникнення поперечних зусиль, а також згинальних та скрутних моментів у в'язях.

Якщо необхідно визначити напружено-деформований стан (НДС)

деякої сітки (або стрижневої конструкції) під дією заданого сталого навантаження, то, з математичної точки зору, така задача зводиться до розрахунку координат її вільних вузлів, а також визначення внутрішніх зусиль, які діють у в'язях. В такому випадку початковими або крайовими умовами являються координати опорних вузлів та параметри жорсткості в'язей сітки. Під параметром жорсткості розумітимемо відношення величини абсолютного зусилля, що діє у даній в'язі, до довжини цієї в'язі. Так для деякої в'язі, що сполучає нефіксовані вузли просторової сітки S_i та S_j , параметр жорсткості становитиме:

$$\aleph_{i,j} = R_{i,j} / \delta_{i,j}, \quad (1)$$

де $R_{i,j}$ і $\delta_{i,j}$ – це абсолютна величина зусилля, діючого у в'язі, та її довжина.

Для того, щоб прослідкувати математичну залежність між геометрією в'язі, її положенням у просторі та зусиллям, яке діє у ній, розглянемо деяку окрему в'язь просторової сітки між двома довільними вузлами S_i та S_j .

Якщо вважати, що абсолютна величина зусилля у в'язі $S_i S_j$ становить $R_{i,j}$, то сам вектор цього зусилля можна представити у наступній формі:

$$\bar{R}_{i,j} = R_{i,j} \cdot \cos\theta \cdot \bar{i} + R_{i,j} \cdot \cos\zeta \cdot \bar{j} + R_{i,j} \cdot \cos\xi \cdot \bar{k}. \quad (2)$$

Тут $\cos\theta$, $\cos\zeta$, та $\cos\xi$ – це косинуси кутів, що вектор $\bar{R}_{i,j}$ утворює із осями координат. Вони становлять:

$$\cos\theta = (x_j - x_i) / \delta_{i,j}, \quad (3) \quad \cos\zeta = (y_j - y_i) / \delta_{i,j}, \quad (4) \quad \cos\xi = (z_j - z_i) / \delta_{i,j}. \quad (5)$$

З урахуванням формул (3) – (5) та (1), рівність (2) можна переписати в такому вигляді:

$$\begin{aligned} \bar{R}_{i,j} &= \aleph_{i,j} \cdot (x_j - x_i) \cdot \bar{i} + \aleph_{i,j} \cdot (y_j - y_i) \cdot \bar{j} + \aleph_{i,j} \cdot (z_j - z_i) \cdot \bar{k}, \text{ або} \\ \bar{R}_{i,j} &= \aleph_{i,j} \cdot \left\{ (x_j - x_i) \cdot \bar{i} + (y_j - y_i) \cdot \bar{j} + (z_j - z_i) \cdot \bar{k} \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

Вираз (6) встановлює залежність між геометрією, параметром жорсткості та зусиллям, яке виникає у в'язі, проте, не дає жодного уявлення про стан статичної рівноваги системи (інтерпретованої сіткою) у цілому.

У відповідності із основними положеннями класичної статичної механіки зрівноважений стан довільної просторової сітки (або стрижневої конструкції) цілком описується системою рівнянь, кожне з яких відображає рівновагу окремих вузлів цієї системи. Інакше кажучи, векторна сума зусиль, які приходять до деякого окремо розглянутого вузла, має дорівнювати нулю. В цю суму мають входити сили від зовнішніх впливів та внутрішні зусилля, що виникають у в'язях, які сполучають усі суміжні із даним вузлом.

Підкреслимо, що характер роботи в'язі визначається (або задається) знаком показника жорсткості \aleph . Це впливає з форми запису виразу (6). Таким чином, якщо стержень працює на розтяг, то показник жорсткості має знак «+», якщо на стиск – «-».

Розглянемо стан статичної рівноваги деякого a -го вузла, який належить довільній тривимірній сітці і сполучається із m суміжними вузлами (рис. 1.б.). Позначатимемо усі вільні вузли літерами S із відповідними до нумерації індексами $(1, 2, \dots, i-1, i, i+1, \dots, m-1, m)$. Скориставшись описаною вище методикою вирізання вузлів, запишемо векторну суму зусиль, якими можна замінити відсічені в'язі, та прикладені ззовні навантаження на даний вузол:

$$\sum_{i=1}^m \bar{R}_{a,i} + \bar{J}_a = 0. \quad (7)$$

Тут \bar{J}_a – рівнодійна усіх сторонніх сил прикладених до даного вузла.

Спроекуємо векторні величини, що входять до рівності (7), на координатні осі. Одержимо наступну систему:

$$\sum_{i=1}^m (s_a - s_i) \cdot R_{a,i} / \delta_{i,j} + J_{s(a)} = 0, \text{ або} \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m [\aleph_{(a,i)} \cdot s_i] - s_a \cdot \sum_{i=1}^m \aleph_{(a,i)} + J_{s(a)} = 0. \quad (9)$$

Тут s – узагальнене позначення декартових координат.

Останню рівність можна наочно представити у формі обчислювального шаблона (рис. 2.а.).

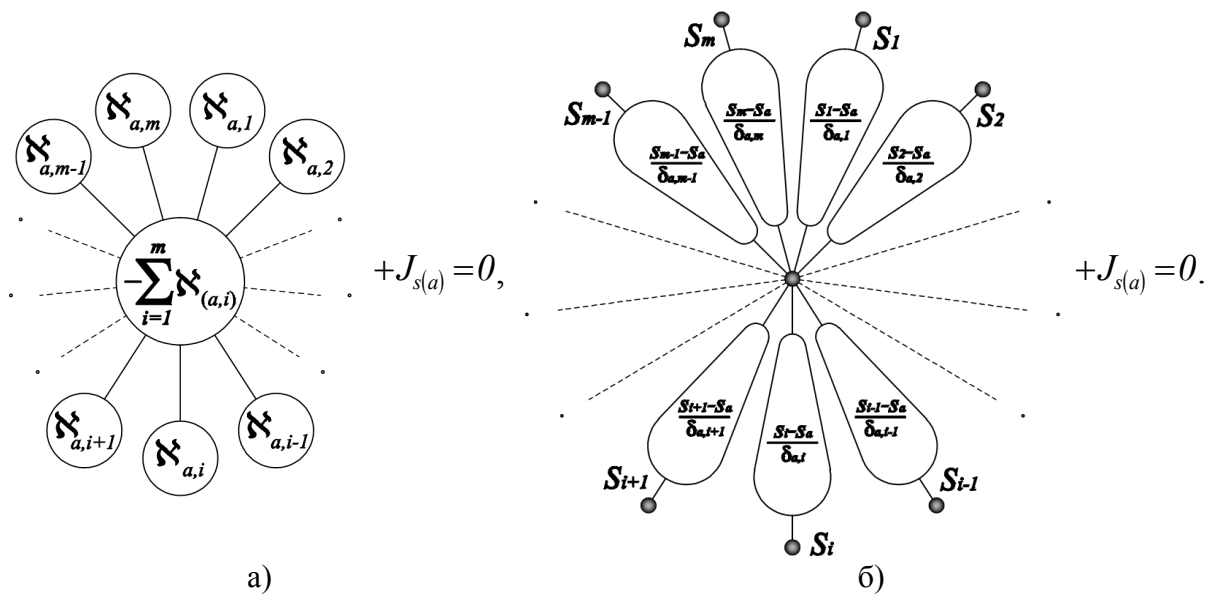


Рис. 2. Обчислювальні шаблони, що описують рівновагу довільного вузла сітки:
 а) шаблон для підстановки координат; б) шаблон для підстановки внутрішніх зусиль

Рівняння рівноваги (9) представляє собою узагальнену форму запису тотожностей статико-геометричного методу формування дискретних образів. Цей метод є одним із потужних інструментів прикладної геометрії, так як дає змогу моделювати роботу багатьох просторових об'єктів архітектури, зокрема тонкостінних, стрижневих, вантових конструкцій та різноманітних оболонок покриття, враховуючи їх фізичні властивості та

міру впливу на них [6].

Систему (8) також можна відобразити у формі шаблону (рис. 2.б.). Проте в даному випадку вершини шаблонів із зазначеними коефіцієнтами слід «накладати» не на вузли, а на в'язі із відповідними при їх кінцях індексами. Таким чином, одержимо нову форму шаблону, виконання рівності якого, забезпечується підстановкою абсолютних величин внутрішніх зусиль у відповідних стрижнях.

Очевидно, що складання системи рівнянь типу (9) для кожного незакріпленого вузла, та її розв'язання відносно координат, при умові що параметри жорсткості задані, повністю визначає форму усього образу. При цьому обернену задачу з визначення величин внутрішніх зусиль у стрижні можна вирішити, розв'язавши систему рівнянь типу (8) відносно шуканих сил, за умови, що положення усіх вузлів визначене. Однак, це можливо лише у випадку, коли кількість в'язей дорівнює кількості вільних вузлів системи. Для того, щоб вирівняти кількість рівнянь і невідомих зусиль, слід розглядати стан статичної рівноваги усієї в'язі.

Розглянемо окрему в'язь просторової стрижневої системи, що перебуває у стані статичної рівноваги під дією зовнішніх сил. Позначимо дану в'язь $S_a S_b$. Припустимо, що вузол S_a загалом сполучається m стрижнями із m суміжними вузлами (останні позначатимемо S'_i , де $i=1,2,\dots,m$). Нехай вузол S_b у сумі сполучається n стрижнями із n суміжними вузлами (вузли суміжні із S_b позначатимемо S''_j , де $j=1,2,\dots,n$). Проте, якщо виключити із числа суміжних два вузли (S_a для S_b та S_b для S_a), які є кінцями досліджуваного стрижня, то кількість «другорядних» суміжних вузлів, для S_a становитиме $m-1$, а для S_b дорівнюватиме $n-1$. Інакше кажучи будуть справедливими вирази: $S_a \equiv S''_n$ та $S_b \equiv S'_m$. Вважатимемо, що на вузли S_a та S_b даної в'язі діють рівнодійні усіх зовнішніх зусиль \bar{J}_a та \bar{J}_b відповідно (рис. 3.).

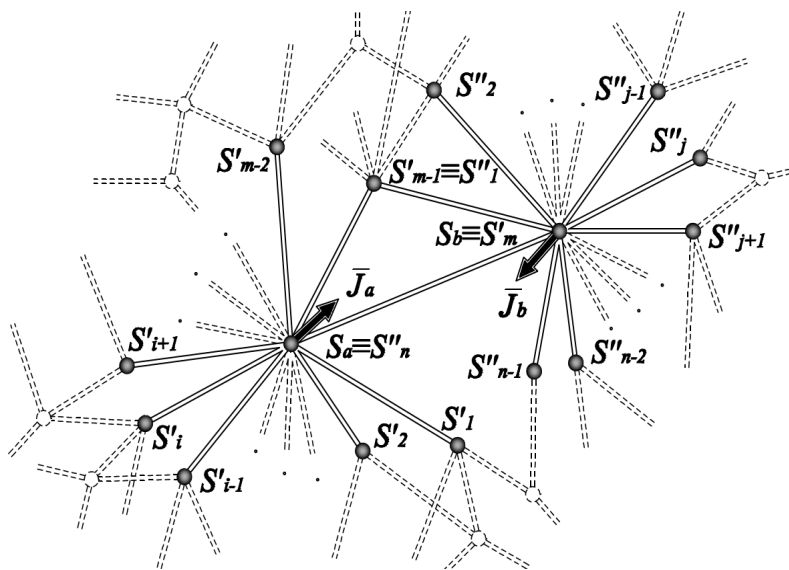


Рис. 3. Довільна в'язь просторової сітки

Примітка: не слід виключати можливість того, що вузли S_a і S_b можуть мати множину спільних суміжних вузлів не враховуючи самих себе. Більше того, можливий випадок, при якому усі суміжні вузлів точок S_a і S_b будуть спільними. Співпадати, також, можуть окремі координати суміжних вузлів. На рисунку спільними суміжними вузлами являються вузли S'_{m-1} та S''_1 .

Виріжемо досліджувану в'язь $S_a S_b$, замінивши відсічені суміжні з обома вузлами стрижні і замінивши їх на відповідні вектори внутрішніх зусиль, які виникають у цих стрижнях внаслідок впливу сторонніх (зовнішніх) сил. У відповідності до «принципу вирізання», сума векторів усіх зовнішніх сил, прикладених до вирізаної області, та внутрішніх зусиль має дорівнювати нулю:

$$\sum_{i=1}^{m-1} \bar{R}_{a,i} + \sum_{j=1}^{n-1} \bar{R}_{b,j} + \bar{J}_a + \bar{J}_b = 0. \quad (10)$$

Спроектуємо усі векторні величини, що входять до рівності (10), на координатні осі. Отримаємо наступну систему рівнянь:

$$\sum_{i=1}^{m-1} (s_a - s_i) \cdot R_{a,i} / \delta_{a,i} + \sum_{j=1}^{n-1} (s_b - s_j) \cdot R_{b,j} / \delta_{b,j} + J_{s(a)} + J_{s(b)} = 0, \text{ або} \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^{m-1} [\aleph_{(a,i)} \cdot s_i] - s_a \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \aleph_{(a,i)} + \sum_{j=1}^{n-1} [\aleph_{(b,j)} \cdot s_j] - s_b \cdot \sum_{j=1}^{n-1} \aleph_{(b,j)} + J_{s(a)} + J_{s(b)} = 0. \quad (12)$$

Обчислювальні шаблони для систем (11) та (12) показані на рисунку 4.

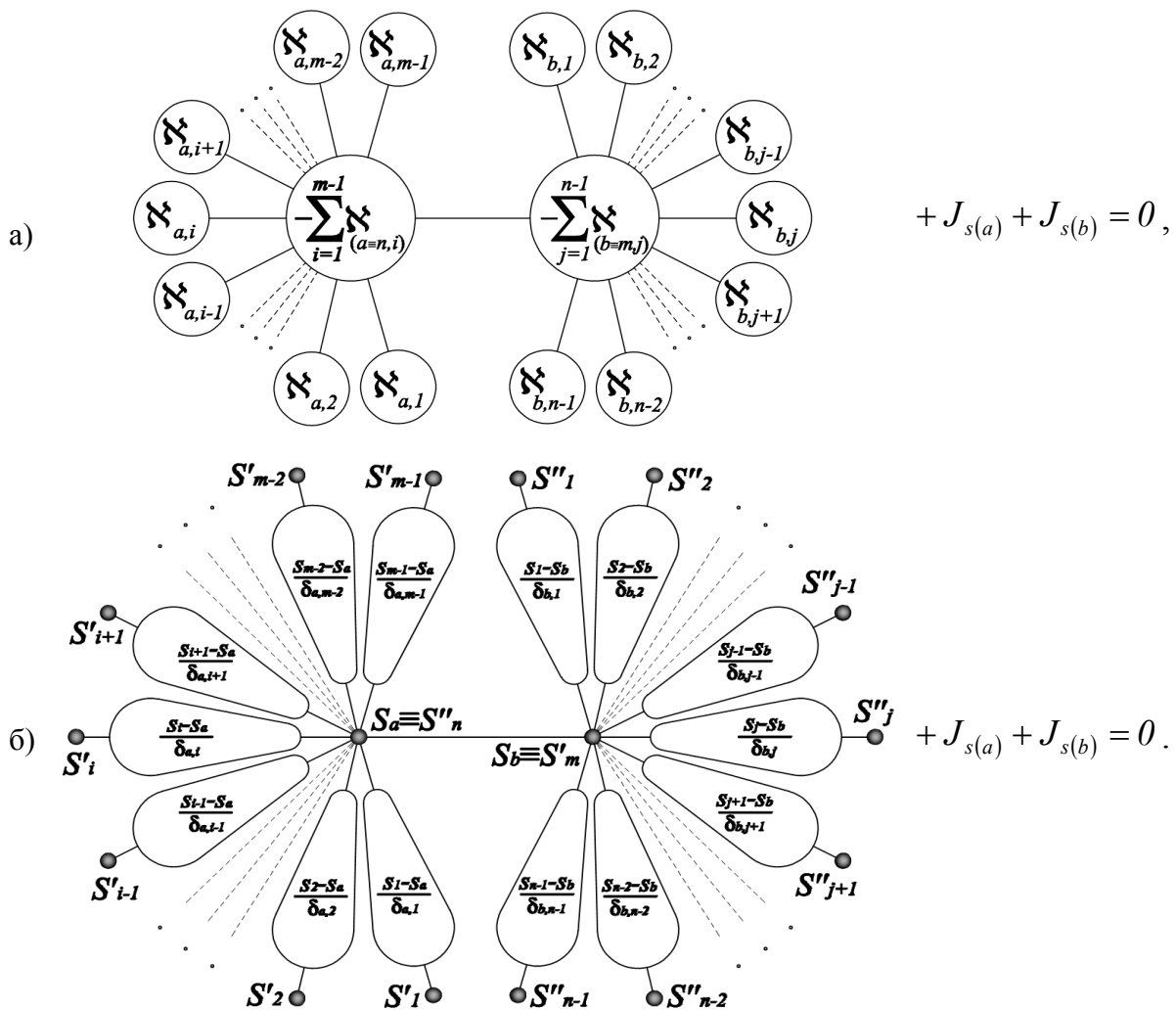


Рис. 4. Обчислювальні шаблони, що описують рівновагу в'язей сітки:
 а) шаблон для підстановки координат; б) шаблон для підстановки внутрішніх зусиль

Найбільший інтерес представляє система (11), оскільки розв'язання її рівнянь, складених для усіх в'язей сітчастої структури, дасть змогу визначити внутрішні зусилля в цих в'язях, при умові, що кількість в'язей не перевищує сумарної кількості вільних і базових вузлів. Однак, слід пам'ятати, що реакції опор у закріплених (нерухомих) вузлах мають бути заздалегідь визначеними. Причому, якщо до одного опорного вузла приєднано дві чи більше в'язей, слід визначати компоненти загальної реакції опори, віднесені до кожної з цих в'язей.

Окрім того, за наявності в системі в'язей або зовнішніх сил, паралельних координатним осям, не усі рівняння системи (11) даватимуть можливість коректно визначати величини внутрішніх сил. Для усунення даного недоліку доцільно просумувати всі три тотожності системи (11) й одержане рівняння скласти для кожної в'язі сітки. Дане рівняння матиме наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^{m-1} [(x_a - x_i) + (y_a - y_i) + (z_a - z_i)] \cdot R_{a,i} / \delta_{a,i} + \sum_{j=1}^{n-1} [(x_b - x_j) + (y_b - y_j) + (z_b - z_j)] \cdot R_{b,j} / \delta_{b,j} + \sum_{s=x,y,z} (J_{s(a)} + J_{s(b)}) = 0. \quad (13)$$

Аналогічну операцію доцільно виконувати і з рівняннями системи (12). Додавши зазначені рівності одержимо:

$$\sum_{i=1}^{m-1} [\mathfrak{N}_{(a,i)} \cdot (x_i + y_i + z_i)] - (x_a + y_a + z_a) \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \mathfrak{N}_{(a,i)} + \sum_{j=1}^{n-1} [\mathfrak{N}_{(b,j)} \cdot (x_j + y_j + z_j)] - (x_b + y_b + z_b) \cdot \sum_{j=1}^{n-1} \mathfrak{N}_{(b,j)} + \sum_{s=x,y,z} (J_{s(a)} + J_{s(b)}) = 0. \quad (14)$$

Додамо також, що недоліки систем рівнянь (13) та (14) (як і рівнянь (11) та (12)), спричинені необхідністю відповідності кількості стрижнів числу усіх вузлів (вільних і базових), пов'язані з математичною природою цих рівнянь. Справа в тому, що кожне з них може бути одержане шляхом додавання рівнянь рівноваги вузлів, сполучених відповідною в'яззю. А значить, перевищення числа рівнянь рівноваги вузлів сітки кількістю рівнянь рівноваги стрижнів, веде до того, що матриця коефіцієнтів усієї системи рівнянь (при її матричному представленні) буде виродженою [2], а сама система не вирішуватиметься.

Система рівнянь (13) у матричній формі для всіх стрижнів має наступну форму:

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{R} = \mathbf{B}, \quad (15)$$

де \mathbf{A} – матриця коефіцієнтів, \mathbf{R} – вектор стовпець невідомих внутрішніх зусиль, а \mathbf{B} – вектор стовпець компонентів зовнішніх впливів та крайових умов.

Підкреслимо, що матриця коефіцієнтів системи (15) \mathbf{A} має нульову діагональ, а це перешкоджає можливості застосування методу простих ітерацій при розв'язанні цієї системи.

Усі перераховані недоліки значно ускладнюють застосування системи рівнянь типу (13) для визначення внутрішніх зусиль у стрижнях сітки. Окрім того, окрему увагу слід звертати на необхідність визначення опорних реакцій системи, а також на принципи побудови рівнянь рівноваги в'язей, що містять опорні вузли.

Відтак, необхідно вдаватися до таких математичних операцій, які б дозволили замінювати діагональні елементи матриці коефіцієнтів на ненульові.

Необхідно підкреслити, що продемонстрований спосіб вирізання вузлів наочно показує основні принципи побудови рівнянь стану статичної рівноваги елементів сітчастої структури. Топологія й природа обчислювальних шаблонів ілюструє можливість застосування аналогічного принципу й для інших видів задач, пов'язаних із моделюванням сітчастих структур. Такий підхід можна успішно застосовувати не лише при розв'язанні задач теоретичної або будівельної механіки, а й задач підбору невідомих параметрів сітчастих конструкцій при умові, що а ні координати вузлів, а ні параметри в'язей не є відомими, зокрема при побудові дискретних образів різноманітних ізоповерхонь або поверхонь, рівняння яких задане у неявній формі. При цьому доцільно спиратися на диференціальні закономірності між фізичними та геометричними параметрами сітчастих структур, представлені в [7].

Висновки. Продемонстрований у роботі принцип вирізання в'язей сітчастої структури відображає можливість опису не лише статичної рівноваги вузлів конструкції, а й окремих її фрагментів. Даний принцип у поєднанні із загальними диференційними закономірностями між геометричними та фізичними параметрами використовуваних моделей та законами розподілу зовнішніх впливів доцільно застосовувати при вирішенні як прямих й зворотних, так і комплексних задач, пов'язаних із пошуком параметрів та оптимізацією стрижневих структур, та процесів, які можуть бути ними інтерпретовані.

Література

1. Рабинович И. М. Курс строительной механики стержневых систем. Часть 2. Статически неопределимые системы. Издание 2-е. перераб. / И. М. Рабинович. – М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954. – 548 с., ил.
2. Ланкастер П. Введение в теорию матриц / П. Ланкастер. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1973. – 280 с.
3. Haykin S. Neural Networks. A Comprehensive Foundation. Second Edition / Simon Haykin. – New Jersey: by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2006. – 1105 p.
4. Зевеке Г. В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, переработанное / Г. В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. –

М: «Энергия», 1975. – 752 с., ил.

5. *Coulomb J.-L.* CAO an electrotechnique / *Jean-Louis Coulomb, Jean-Claude Sabonnadiere.* – Praise, 1985. – 208p.

6. *Ковалёв С. Н.* Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций / *С. Н. Ковалёв* // Дис. ... доктора техн. наук. 05.01.01. – М.: МАИ, 1986. – 348 с.

7. *Скочко В. І.* Диференціальні закономірності між геометричними і фізичними параметрами сітчастих структур та полів, що їх врівноважують / *В. І. Скочко, Л. О. Скочко* // Основи і фундаменти. – К.: КНУБА, 2013. – Вип. 33. – В друці.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОПИСАНИЯ РАВНОВЕСИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТЧАТОЙ СТРУКТУРЫ

В.И. Скочко

В работе раскрыты основные принципы построения уравнений равновесия узлов и стержней многосвязной сетчатой конструкции, которая находится под действием внешних концентрированных сил.

SOME ASPECTS OF THE NETWORK STRUCTURE'S ELEMENTS BALANCE DESCRIPTION

Volodimir I. Skochko

This article describes the main principles of construction of equilibrium equations of nodes and cores multiply grid structure, which is under the influence of concentrated external forces.

ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ 2D УПАКОВКИ С ТРАССИРОВКОЙ НА ПРИМЕРЕ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ЭВАКУАЦИИ

*Национальный университет гражданской защиты Украины (г. Харьков)
Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного
НАН Украины (г. Харьков)*

Разработан подход к решению задачи 2D упаковки с трассировкой, позволяющий моделировать процесс эвакуации в пределах этажа. Приведены этапы решения данной задачи и построение оптимального плана эвакуации.

Постановка проблемы. При проектировании высотных зданий предусматриваются специальные противопожарные решения, которые должны создать необходимые условия успешной реализации процесса эвакуации. Среди этих решений важное значение имеют структура и размеры путей эвакуации. Поскольку пути эвакуации пронизывают все здание, а их площадь составляет значительную часть его общей площади, то их структура и размеры оказывают значительное влияние на экономические, эстетические и технические показатели проектных решений. В связи с этим, научно обоснованные планы эвакуации должны строиться на основе перечисленных решений, но преобладающим фактором при этом должна оставаться безопасность людей. Следует отметить, что одной из актуальных задач, способствующих решению проблемы обеспечения безопасной эвакуации из высотных зданий, является оптимизационная задача 2D упаковки и трассировки, которая позволяет моделировать процесс эвакуации в пределах этажа.

Анализ основных исследований и публикаций. Компьютерным моделям эвакуации посвящены, например, работы [1,2]. Общая модель и алгоритм оптимизации трассировки в задаче составления рациональных планов эвакуации приведены в работе [3]. В данной работе необходимо разработать подход к решению задачи 2D упаковки и трассировки с целью построения оптимальных планов эвакуации.

Основная часть. Для решения указанной задачи рассмотрим следующие этапы.

1. Распределение помещений (комнат) по этажам. Предполагается, что в доме N этажей, этаж с номером i разбит на L_i блоков B_{il} площадью S_{il} . Задано M_i комнат R_{im} с площадью P_{im} и количеством человек K_{im} в комнате. Необходимо распределить комнаты по блокам таким образом, чтобы:

– сумма площадей комнат, входящих в блок, не превышала площади блока;

– функция цели $\sum_{i=1}^N \alpha_i K'_i$ достигала минимума. Здесь $\alpha_i \leq \alpha_{i+1}$,

$i = 1, 2, \dots, N-1$ – некоторые коэффициенты (определяются из экспертных оценок) а K'_i – общее количество человек на i -м этаже.

Математическая постановка задачи может быть представлена в виде:

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i \left(\sum_{l=1}^{L_i} \sum_{m=1}^{M_i} b_{ilm} K_{im} \right) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{m=1}^{M_i} b_{ilm} P_{im} \leq S_{il}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad l = 1, 2, \dots, L_i, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^{L_i} b_{ilm} = 1, \quad m = 1, 2, \dots, M_i, \quad (3)$$

$$b_{ilm} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad l = 1, 2, \dots, L_i, \quad m = 1, 2, \dots, M_i. \quad (4)$$

Задача решается как последовательность одномерных задач о ранце. При этом в качестве ранца рассматриваются последовательно блоки B_{il} с площадью S_{il} $i = 1, 2, \dots, N$, $l = 1, 2, \dots, L_i$, в качестве упаковываемых объектов – комнаты с площадями P_{im} , $m = 1, 2, \dots, M_i$, а в качестве веса – количество человек. Каждая из задач о ранце решается методом динамического программирования. «Жадность» метода регулируется штрафами на количество помещений. При этом всегда в случае равенства весов на более ранних этапах решения выбирается вариант с меньшим количеством упакованных объектов.

2. Построение плана эвакуации на этаже. Предполагается, что на каждом этаже заданы выходы и главные коридоры, подразделяющие этаж на блоки. В качестве модели используется планарный граф, вершинам которого соответствуют выходы и пересечения коридоров, а рёбрам – коридоры. Каждому ребру сопоставлен вес – длина соответствующего коридора. Требуется составить план движения по основным коридорам, минимизирующий максимальное время эвакуации.

Задача состоит в определении правил движения для каждого перекрестка, поскольку при эвакуации не допускаются пересечения и разветвления потоков. Математически проблему выбора правил движения через перекрестки можно свести к поиску на графе всевозможных множеств деревьев, содержащих все вершины исходного графа, с корневыми вершинами, соответствующими выходам. При этом некоторые ребра исходного графа могут не принадлежать ни одному из деревьев.

Из очевидных соображений ограничимся в дальнейшем рассмотрением множеств деревьев, для которых переход любой вершины

от одного дерева к другому приводит к росту максимальной длины пути на построенных деревьях.

Пусть, к примеру, задан граф, показанный на рис. 1 а), с длиной коридоров, показанных у соответствующих ребер (следует отметить, что данный граф не является моделью прямоугольного помещения с прямыми коридорами). Для данного графа выделено восемь множеств деревьев, показанных на рис. 1 б) – и). Возле каждой вершины показана длина пути.

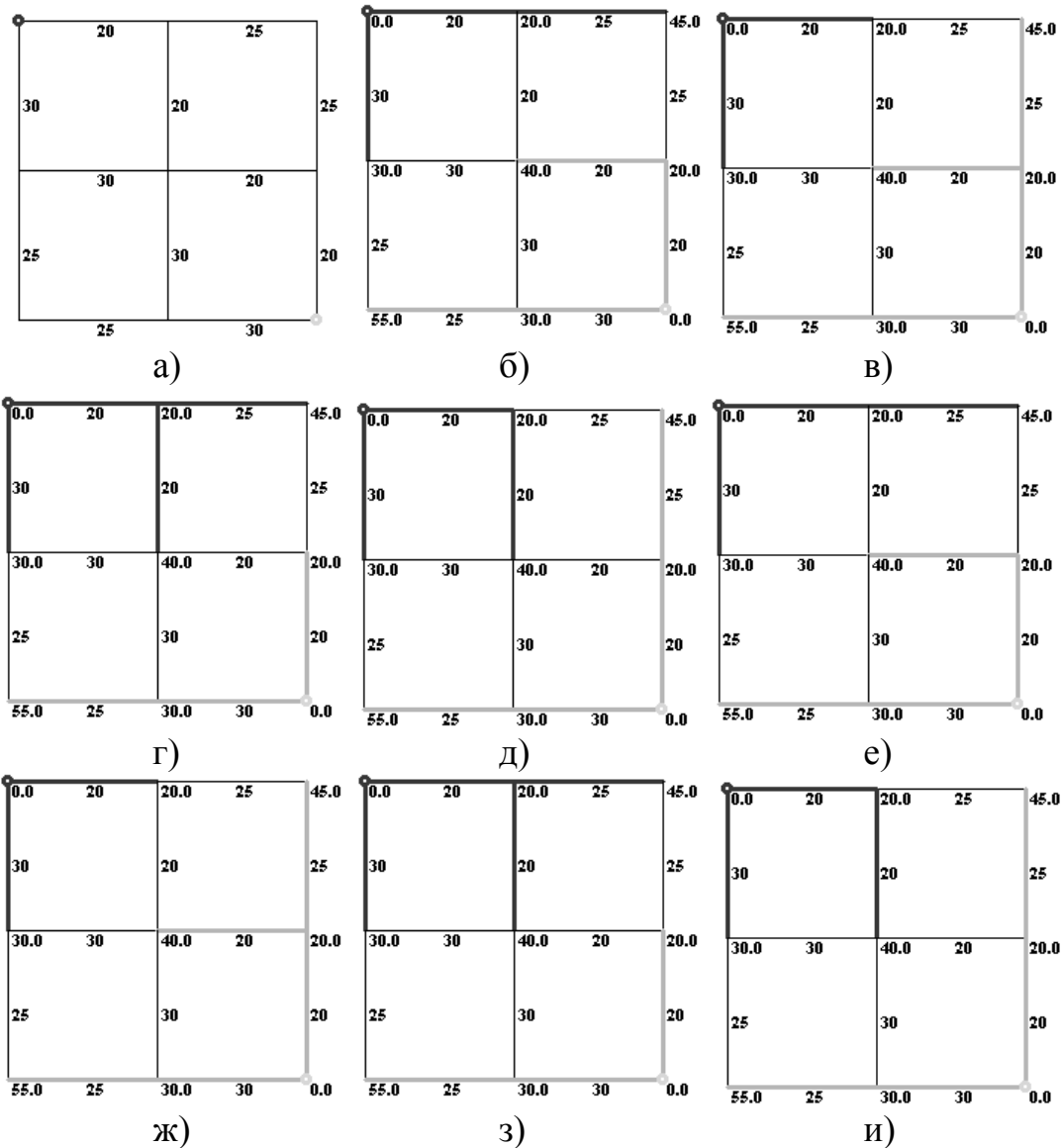


Рис. 1. Граф, соответствующий плану этажа (а) и множества деревьев, выделенных на графе (б)-(и)

После построения множеств деревьев переходим ко второму этапу – определению направления движения по ребрам, не вошедшим ни в одно из деревьев. В общем случае такое ребро разбивается на две части. Как легко убедиться, для данного примера оценки вершин для всех восьми случаев одинаковы, и оптимальный план эвакуации изображен на рис. 2.

При этом два ребра разбиты на части, одно из них «поделено» между разными деревьями, второе – между двумя узлами дерева с корневой вершиной в правом нижнем углу. Максимальная длина пути равна 50 и достигается на ребрах (40+10 и 30+20).

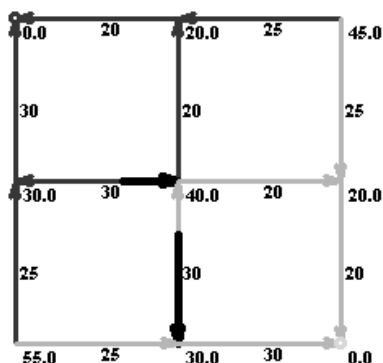


Рис. 2. Оптимальный план эвакуации

3. *Определение возможного положения дверей и вспомогательных коридоров.* Предполагается, что типы входов в основные коридоры из комнат (как двери, так и вспомогательные коридоры) заданы парой чисел (w_i, ρ_i) , $i = 1, \dots, T$, где w_i – минимально требуемая длина стены основного коридора, необходимая для размещения элемента i -го типа, а ρ_i – нормативная плотность потока, проходящего через элемент типа i в секунду (его пропускная способность). Предполагается, что у элементов с большим w_i больше не только абсолютная, но и относительная пропускная способность по сравнению с элементами, обладающими меньшей минимально требуемой длиной.

В зависимости от условий конкретной задачи предусмотрены разные режимы работы модуля – от «режима жесткой экономии» до «режима наибольшего благоприятствования». В последнем случае предполагается, что коридоры и выходы достаточно широки, чтобы обеспечить прохождение максимально возможного потока, порождаемого дверьми и вспомогательными коридорами.

Режимы экономии обеспечивают снижение потоков в коридорах за счет роста времени на эвакуацию и реализованы на основе «режима наибольшего благоприятствования» с вводом дополнительных ограничений на ширину и/или количество входов в основные коридоры. По этой причине ограничимся рассмотрением «режима наибольшего благоприятствования».

Таким образом, задача состоит в поиске для каждого блока возможных типов и положений дверей и вспомогательных коридоров, обеспечивающих максимально быструю эвакуацию при произвольном количестве находящегося в нем людей. Такая задача в свою очередь

сводится к решению ряда задач поиска для каждой из стен типов и положений входов, обеспечивающих максимально быструю эвакуацию.

Пусть длина стены коридора равна d . Задача сводится к решению задачи рюкзака для случая, когда количество предметов каждого типа не ограничено, при этом в рюкзак размера d надо упаковать предметы размеров w_i , $i=1, \dots, T$, максимизировав их суммарный вес (пропускную способность). После решения задачи элементы с большим весом (пропускной способностью) размещаются в коридорах обратно пропорционально времени эвакуации, рассчитанной на предыдущем этапе.

Следует отметить, что на данном этапе определяются возможные, а не реальные положения дверей и вспомогательных коридоров.

4. *Планировка расположения комнат.* Пусть на этаже L_i блоков B_{il} . Каждому B_{il} , в результате решения задачи (1)-(4), сопоставлены комнаты R_{im} , $m=1, 2, \dots, M_i$, с количеством человек K_{im} , а также возможные положения входов v_{il} , $l=1, 2, \dots, L_i$ с пропускной способностью ρ_{il} и расчетным временем движения до выхода t_{il} . Модель расположения комнат можно записать в виде:

$$t \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$t \geq t_{il} \cdot \operatorname{sgn}\left(\sum_{m=1}^{M_i} b_{iml}\right) + \sum_{m=1}^{M_i} \frac{b_{iml} K_{im}}{\rho_{il}}, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad l=1, 2, \dots, L_i, \quad (6)$$

$$\sum_{l=1}^{L_i} b_{iml} = 1, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad m=1, 2, \dots, M_i, \quad (7)$$

$b_{iml} \in \{0, 1\}$, где sgn – знаковая функция (время движения до входов, которым не сопоставлена ни одна комната, не учитываются).

Данную задачу можно трактовать как одномерную задачу раскрыя в специфической постановке: заданы прутки неограниченной длины v_{il} , $i=1, 2, \dots, N$, $l=1, 2, \dots, L_i$, одинаковой плотности с разной площадью сечения ρ_{il} , от которых отрезаны куски длиной t_{il} . Необходимо отрезать R_{im} , $i=1, 2, \dots, N$, $m=1, 2, \dots, M_i$, кусков массы K_{im} таким образом, чтобы получить при этом минимально возможную длину максимальной из использованных частей прутков.

Решение задачи производится при помощи метода улучшения по группам переменных (последовательно-одиночного размещения) с неполным перебором перестановок в окрестности лучшего на данный момент решения.

После нахождения решения задачи (5)-(7) может быть проведена процедура выравнивания мощности потоков. Для этого определяется вход, порождающий поток с наихудшим временем полной эвакуации t_{\max} , и производится уменьшение пропускной способности остальных входов при

условии, что время полной эвакуации после снижения пропускной способности для них не превышает t_{\max} .

Выводы. В данной работе рассмотрен подход к решению задачи 2D упаковки и трассировки на примере построения оптимального плана эвакуации. Дальнейшие исследования будут направлены на моделирование движения стационарного потока людей с целью определения максимальной ширины подъездов и максимального времени эвакуации из высотного здания.

Литература

1. Холщевников В.В. Исследование людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре / В.В. Холщевников – М.: Мин-во образования РФ, МВД РФ, МГСУ, МИПБ, 1999. – 92 с.

2. Егоров А.А. Математические модели и алгоритмы эвакуации людей в аварийных ситуациях в учебных заведениях: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Саратовский ГТУ. - Саратов, 2008. - 19 с.

3. Комяк В.М. Математическая модель и алгоритм оптимизации трассировки в задаче составления рациональных планов эвакуации / В.М. Комяк, В.К. Мунтян, А.Н. Соболев, В.В. Комяк // Труды VI Международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2013». – М.: РУДН, 2013. – С. 220-225.

ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ 2D ПАКУВАННЯ З ТРАСУВАННЯМ НА ПРИКЛАДІ ПОБУДОВИ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУ ЕВАКУАЦІЇ

О.М. Соболев, О.В. Панкратов, В.В. Комяк

Розроблено підхід до розв'язання задачі 2D пакування з трасуванням, що дозволяє моделювати процес евакуації в межах поверху. Наведено етапи розв'язання даної задачі та побудову оптимального плану евакуації.

APPROACH TO SOLUTION THE PROBLEM OF 2D PACKING WITH TRACE ON EXAMPLE CONSTRUCTION OPTIMUM PLAN OF EVACUATION

A. Sobol, A. Pankratov, V. Komyak

Approach to solution the problem of 2D packing with trace, which allow modeling process of evacuation on the floor, is given. Phases of solution the problem and construction optimum plan of evacuation are showed.

УЗАГАЛЬНЕНА ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ҐРУНТУ В ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНАХ ЗЕМЛЕОБРОБЛЮВЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Національний технічний університет України “КПІ”

**Національний університет водного господарства
 та природокористування, м. Рівне

В статті викладено теоретичні дослідження щодо узагальненого підходу до виділення груп параметрів при складанні узагальненої раціональної геометричної моделі після врахування всіх сил, які діють на частинку ґрунту при його русі по шнековій поверхні робочого органу землеоброблювальної техніки.

Постановка проблеми. Транспортування ґрунту в шнекових робочих органах представляє собою складний процес, що й обумовлює складність його геометричного та, як слідство, математичного опису. Дослідженню руху матеріальної частинки по шнековій поверхні присвячено багато наукових праць відомих вчених.

Основним недоліком існуючих фізичних моделей і відповідних геометричних та математичних описів є відсутність урахування стиснутого стану руху частинок в обмеженому просторі шнека, їхньої взаємодії й нехтування наявністю підпору з боку “вихідного” отвору шнекового робочого органу і, як наслідок, виникаючого тиску в напрямку руху матеріалу. У цьому ж зв'язку з'являється плутанина у фізичному змісті коефіцієнтів заповнення та продуктивності.

Аналіз останніх досліджень. Питаннями математичного опису роботи шнеків займалися українські та закордонні вчені: А.І.Кукібний, І.І.Мер, М.В.Мурашов, А.М.Григор'єв та ін.

В роботах відмічається, що присутня плутанина у фізичному змісті коефіцієнтів заповнення та продуктивності. Рух частинок у шнеку буде відбуватися, коли сила тертя, викликана діючою на частинку відцентровою

силою $\frac{(P_1 + G)g_a^2}{gr}$, виявиться настільки великою, що пригальмує

частинку в спільному обертанні зі шнеком, тобто змусить її прослизнути по шнеку, переборюючи силу тертя об шнек $\mu_s(G + P_1)\cos(\alpha + \gamma)$ і складову сили тяжіння та „сили положення”, спрямовані уздовж шнекової поверхні донизу. Натомість, складова сили положення враховує крутильний рух та ефект підпору. Наочніше це можна показати на розгортці шнекової

поверхні.

Основна частина. Прийmemo для спрощення подальших досліджень масу m частинки ґрунту рівній одиниці, тобто $m = G/g = 1$ і, відповідно, сила тяжіння частинки $G = g$. Тоді, якщо $(\alpha + \gamma)$ - кут підйому частинки на радіусі r точки дотику частинки із шнековою поверхнею й μ_s - коефіцієнт тертя ковзання між частинкою й шнеком, то будемо мати на шнековій поверхні, дві незалежні від величини швидкості шнека сили $(G + P_1) \sin(\alpha + \gamma)$ і $\mu_s(G + P_1)\cos(\alpha + \gamma)$ якою перша є „що змушує сили тяжіння й положення, а друга - силою тертя, утворена складовою сили тяжіння й положення. Тому, що обидві сили перешкоджають руху частинки, то вони спрямовані в одну сторону.

У загальному виді за аналогією для описаної вище фізичної моделі силової картини руху частинки ґрунту, яка спирається на шнекову поверхню і є притиснутою до стінки не розробленого ґрунту у випадку похилого розташування осі шнека рівняння руху можна записати у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} N_1 \cos\alpha - \mu_s N_1 \sin\alpha - m\alpha \left(\frac{d^2\varphi}{dt^2} \right) - (G + P_1) \cos\gamma - f_2 N_2 \sin\beta &= 0; \\ (G + P_1) \cos\gamma \sin\varepsilon + f_2 N_2 \cos\beta - \mu_s N_1 \cos\alpha - N_1 \sin\alpha - mr \left(\frac{d^2\varphi}{dt^2} \right) &= 0; \\ (G + P_1) \sin\gamma \cos\varepsilon + mr\omega_0^2 + mr \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 - N_2 - 2mr\omega_0 \frac{d\varphi}{dt} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

У випадку стійкого квазістаціонарного режиму руху транспортування $(\frac{d\varphi}{dt} = const, \frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0)$; $m = 1$; $G = mg = 1g = g$; $P_2 = \frac{P_1}{g}$, маємо:

$$\left. \begin{aligned} N_1 \cos\alpha + \mu_s N_1 \sin\alpha - f_1 N_2 \sin\beta - (g + P_2) \cos\gamma &= 0; \\ (g + P_2) \sin\gamma \sin\varepsilon + f_2 N_2 \cos\beta - \mu_s N_1 \cos\alpha - N_1 \sin\alpha &= 0; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$N_1 = \frac{(g + P_2) \sin\gamma \sin\varepsilon \sin\beta - (g + P_2) \cos\gamma \cos\beta}{\mu_s \sin(\alpha + \beta) - \cos(\alpha + \beta)}; \quad (3)$$

$$N_2 = \frac{\left[\begin{aligned} &(g + P_2) \sin\gamma \sin\varepsilon \sin\beta - \\ &-(g + P_2) \cos\gamma \cos\beta \end{aligned} \right] \cos\alpha \mu_s \sin\alpha}{f_2 \sin\beta [\mu_s \sin(\alpha + \beta) - \cos(\alpha + \beta)]} - \frac{(g + P_2) \cos\gamma}{f_2 \sin\beta}. \quad (4)$$

Використовуємо кутові параметри виду:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{v \sin \beta}{\alpha} = \frac{\omega_0 \cos \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (5)$$

Із третього рівняння системи (1), можна одержати характерну умову для руху частинки з кутовими параметрами для будь-якого шнекового робочого органа:

$$\frac{f_2 \left[\omega_0^2 r \sin^2 \alpha \cos^2 \beta + (g + P_2) \sin \gamma \cos \varepsilon \sin^2(\alpha + \beta) \right] \left[\cos \beta - \sin \beta \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \right]}{(g + P_2) \sin^2(\alpha + \beta) \left[\cos \gamma \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_2) - \sin \gamma \sin \varepsilon \right]} \quad (6)$$

У виразах (1) - (6) прийняті наступні позначення; N_1 - нормальна реакція шнекової поверхні; G - сила тяжіння частинки ґрунту; P_1 - сила положення; N_2 - нормальна реакція корпусу; β - кутовий параметр; ε - кут, що визначає положення частинки ґрунту, щодо вертикальної площини; f_2 - коефіцієнт тертя продукту об стінку не розробленого ґрунту; γ - кут нахилу, шнекового пристрою ($\gamma = 90^\circ$ і $\gamma = 0$ відповідно для горизонтального й вертикального шнекових робочих органів); φ_1 - кут тертя ґрунту по шнеку; φ_2 - кут тертя ґрунту по ґрунту; \mathcal{Q}_r - відносна швидкість частинки; \mathcal{Q}_s - переносна швидкість частинки; \mathcal{Q}_a - абсолютна швидкість частинки; ω_0 - кутова швидкість частинки ґрунту у випадку стійкого квазістаціонарного режиму руху.

Шнек, який обертається, подібний до безперервної похилої площини, по якій під дією сил поля матеріал рухається вперед до вихідного отвору. При цьому матеріал переміщується, а кожна ділянка поверхні шнека пересуває його перед собою у вигляді клина суцільної форми, який називається «тілом волочіння», геометричні параметри якого залежать від заповнення шнека, фізико-механічних властивостей матеріалу, параметрів шнека і режиму його роботи. Клин обмежений циліндричною поверхнею кожуха шнека, поверхнею шнека і вільною поверхнею матеріалу.

Існує так звана „пасивна” зона [4] поверхні шнека, за рахунок якої транспортування матеріалу вперед зменшується і відбувається обертання матеріалу навколо вала, тобто його перемішування (рис. 1).

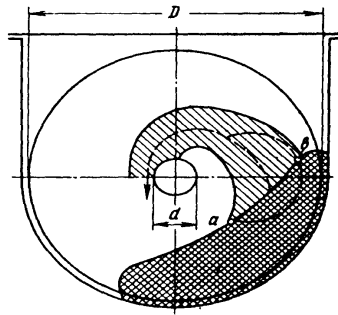


Рис.1. Схема розміщення матеріалу в пасивній поверхні шнеку

На рис.1. D – це діаметр шнека, d – діаметр вала.

При більшому куті нахилу шнека можна спостерігати, як по одній стороні шнека матеріал піднімається, рухаючись вперед, а по іншій стороні - зсовується донизу.

В результаті між точками a і b перетину границь пасивної області з вільною поверхнею „клина” матеріалу, що транспортується створюється потік. Матеріал, захоплений потоком, перекидається з об’єму переднього клина в задній, який слідує за першим. Таким чином, частина матеріалу рухається вперед, а відстає на один крок за повний оберт шнека.

За пропозицією М.В. Мурашова [4] встановлена різниця між коефіцієнтом продуктивності k та коефіцієнтом наповнення k_n .

Коефіцієнт продуктивності залежить від властивостей матеріалу, який транспортується: форми частинок середовища, коефіцієнта тертя матеріалу по поверхні шнека і кожуха, кута природного укусу і від параметрів шнека (кроку, діаметра, кута нахилу до горизонту, швидкості обертання), тобто є складною функцією кількох параметрів:
 $k = \Phi(D, S, \delta, f_1, f_2, \omega)$,

де D – діаметр шнека; S – крок шнека; δ – кут нахилу осі шнека до горизонту; f_1 – коефіцієнт тертя матеріалу по поверхні гвинта; f_2 – коефіцієнт тертя матеріалу по стінці кожуха; ω – кутова швидкість шнека.

Залежність коефіцієнта продуктивності від величини пасивної області можна описати наступним рівнянням: $k = P \left(1 - \frac{f}{F} \right)$,

де f – площа, яку займає пасивна область на поверхні одного витка шнека; F – повна робоча поверхня одного витка; P – коефіцієнт коригування.

На рис.2. показана залежність коефіцієнта продуктивності від швидкості обертання .

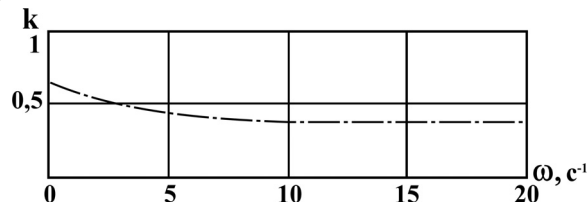


Рис. 2. Вплив швидкості обертання шнека на коефіцієнт продуктивності

Висновки. Кутова швидкість обертання мало впливає на величину пасивної зони, тобто збільшення швидкості практично не призводить до збільшення продуктивності.

Тому приходимо до висновку обмежитися найменшою з оптимальних швидкостей $\omega = \omega_0 = 2,5 \text{ с}^{-1}$.

Має значення також кут нахилу шнека до горизонту та його вплив на коефіцієнт продуктивності (рис. 3).

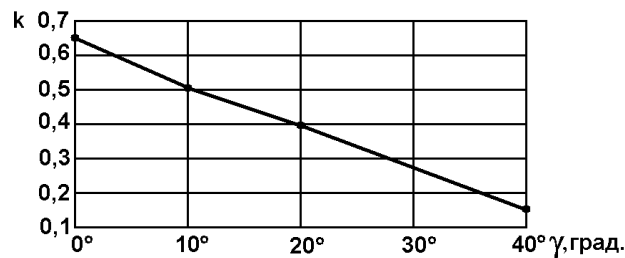


Рис. 3. Вплив кута нахилу шнека на коефіцієнт продуктивності
З рисунку видно, що при $\omega_0 = 2,5 \text{ с}^{-1}$ краще використовувати шнеки з $\gamma = 0^\circ$.

Література

1. Мелиоративные машины. [Под. ред. И.И.Мера]. – М.: Колос, 1980. - 351с.
2. *Ветров Ю.А.* Резания грунтов землеройными машинами/Ю.А.Ветров – М.: Машиностроение, 1972. – 359 с.
3. *Зеленин А.Н.* Машины для земляных работ/Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керров И.П.– М.: Машиностроение, 1975. – 424 с.
4. *Мурашов В.* О производительности транспортирующих шнеков /Мурашов В, Григорьев А. //Строительные и дорожные машины. - М.: 1970. –Вып.6.- С. 13-15.

ОБОБЩАЮЩАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ГРУНТА В ШНЕКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНАХ ЗЕМЛЕОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

Г.И. Тимкович, О.В. Маркова, Н.В. Пивень, Т.М. Надкренничная

Изложены результаты исследований обобщенного подхода к выделению групп параметров при составлении геометрической модели после учета всех сил, которые действуют на частицу грунта при его движении по шнековой поверхности рабочего органа землеобрабатывающей техники.

GENERALIZED GEOMETRIC INTERPRETATION OF THE PHYSICAL PARAMETERS OF THE MOTION OF SOIL IN THE AUGER OPERATING UNITS OF THE SOIL-PREPARATION TECHNOLOGY

G.Timkovych, O.Markova, N. Piven, T.Nadkrenychna

In the article are presented theoretical studies on the generalized approach to the selection of the groups of the parameters with the composition of the generalized [geometric] present after the calculation of all forces, which act on the particle of soil during its motion over the auger surface of the operating unit of the soil-preparation technology.

КОМПЛЕКСНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗЕЛЁНЫХ ЗОН ГОРОДА БРЯНСКА НА ПРЕДМЕТ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЗИМНИЙ, ВЕСЕННИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ

БГИТА, г.Брянск, Россия

Создание оптимальной среды в рекреационных парках, садах и скверах города является важнейшей задачей при их проектировании, строительстве и эксплуатации. Непременным показателем комфортности среды мест массового отдыха является акустический режим их территорий, отвечающий нормативным критериям. Шумовой режим парковых территорий формируется, в основном за счёт источников внутреннего и внешнего акустического дискомфорта. К последним относятся транспортные магистрали, являющиеся основными источниками шума в городской среде. Основные категории озеленения города находятся в различных планировочных вариантах соприкосновения с зонами транспортных потоков [1].

Основные исследования шумозащитных свойств зеленых насаждений изложены в работах Ф.Майстера и В.Рурберга (1956), В.А. Осина (1961), С.И. Крестьяшина (1963), Б.Г. Пруткова (1964), Е.П. Самойлюка (1967), Г.П. Берфиной (1986), В.В. Цыганкова (1997), М.М. Болховитиной (1997), А.В. Городкова (2000) и др.

Исследователи, занимавшиеся изучением шумозащитных свойств зеленых насаждений, отмечают, что основными факторами, влияющими на эффективность шумозащиты, являются густота крон древесных растений, конструкция посадки, ее дендрологический состав, ширина и высота шумозащитной зеленой преграды. Однако следует отметить, что во всех работах отсутствует единый подход к определению эффективности снижения шума зелеными насаждениями.

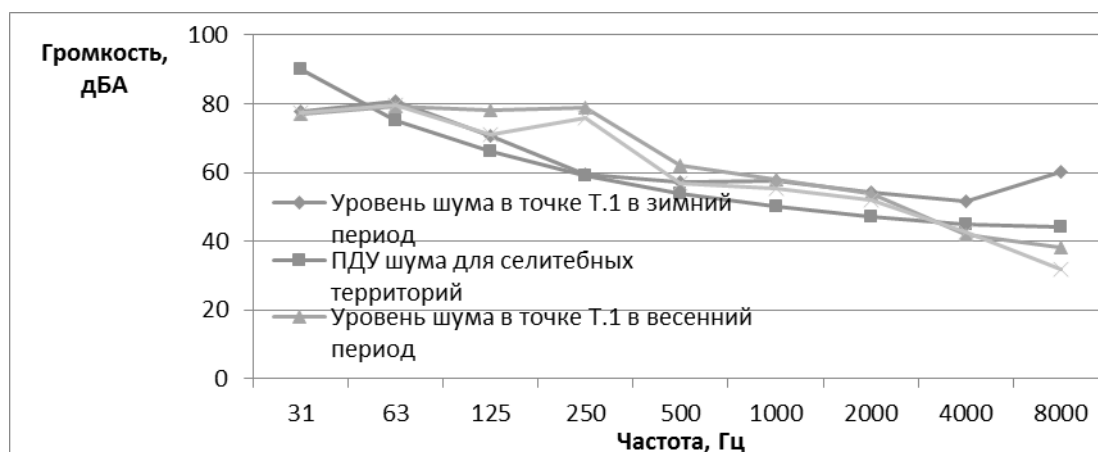
В январе – апреле 2013 года были проведены измерения уровня шума в парках и скверах г. Брянска, примыкающих к главным транспортным автомагистралям. Измерения проводились на среднегеометрических частотах октавных полос от 31 до 8000 Гц согласно ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80) в вечерний час пик с 17 до 19 часов. Точки для измерения выбирались в геометрической прогрессии по отношению к удалению от дороги на расстоянии 10, 20, 40, 80, 160 метров, поскольку гашение шума происходит именно в первых метрах возле дороги. Если объект вытянут вдоль дороги и его ширина менее 80 метров, делалось 3 и более створа. В случае двустороннего примыкания к дороге в форме перекрёстка створы проходили крест-накрест, и пересекались в точках на расстоянии 10, 20, 40, 80 и т. д. метров от края обеих автомагистралей. При этом густота точек убывала по диагонали от перекрёстка.

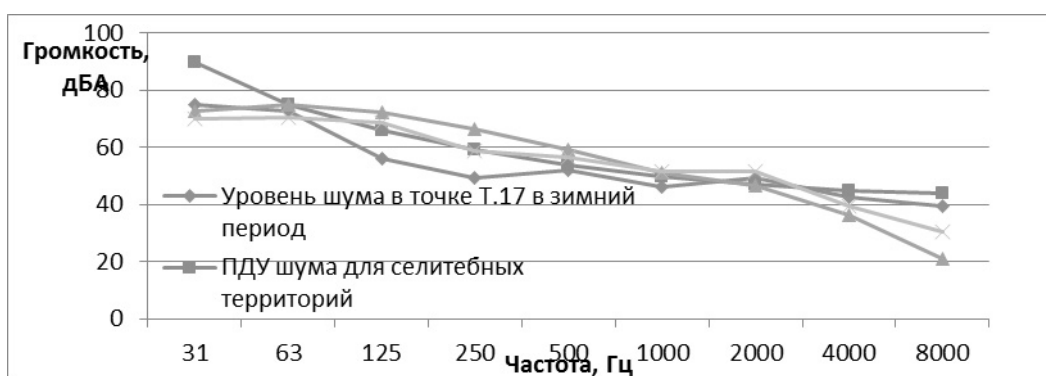
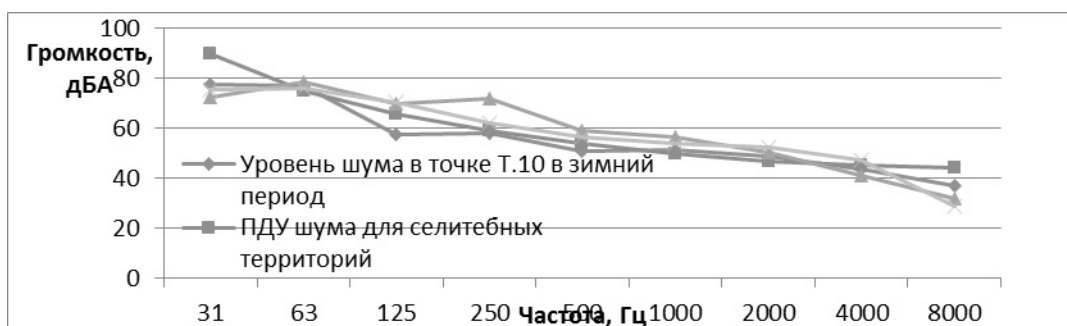
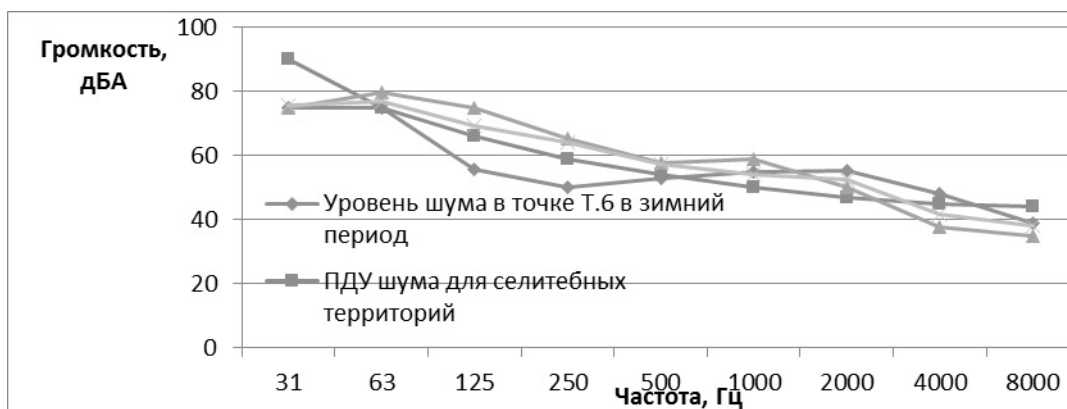
Весной и летом 2013 года измерения проводились повторно,

поскольку необходимо было выявить роль снежного покрова в поглощении уровня шума. Измерения проводились в период между сходом снежного покрова и появлением листьев на деревьях. Начиная с июня 2013 года после окончания роста листьев проводились летние измерения акустического загрязнения.



Рисунок 1. Схема сквера им. Ф.И. Тютчева, а также результаты измерения общего уровня акустического загрязнения





Рисунки 2 – 5. Результаты измерения на среднегеометрических частотах октавных полос для сквера-мемориала памяти жертв ЧАЭС

В данной статье показаны результаты измерения акустического загрязнения как на общем уровне (зимний период), так и на среднегеометрических частотах октавных полос в зимний, весенний и летний периоды на примере сквера им. Ф.И. Тютчева (схема на рис.1), а также их сравнение с предельно-допустимым уровнем (рис. 2 – 5). Сквер располагается на пересечении 2-х главных транспортных магистралей с интенсивным движением автотранспорта. Площадь сквера менее 1 га.

Измерения проводились в центральной части сквера. Точки располагались крест-накрест в местах пересечения осей в порядке удаления от дорог на расстоянии 10, 20, 40 и 80 метров. В данной статье приведены

примеры 4-х точек в порядке удаления от перекрёстка

Данные графики позволяют сделать вывод о том, что превышение предельно-допустимого уровня шума увеличилось по сравнению с зимним периодом. Если в зимний период основное превышение предельно-допустимого уровня наблюдалось на среднегеометрических частотах октавных полос от 1000 до 4000 Гц, то в весеннее время оно сместилось на более низкие частоты. Значительно вырос уровень шума на частотах от 125 до 500 Гц. Это связано предположительно со сходом снежного покрова, который оказывал шумопоглощающее воздействие. В летнее время наблюдалось уменьшение уровня шума на частотах от 125 до 500 Гц, достигающее 10 дБА на частоте 250 Гц.

Исходя из данных результатов можно сделать вывод о роли в снижении шума как зелёных насаждений, так и подстилающей поверхности, чем и является снежный покров. При этом его роль в снижении уровня шума весьма значительно, особенно в низких частотах. Однако все равно наблюдается превышение предельно-допустимого уровня по многим октавным полосам в весенний и летний период.

В ближайшее время будет прорабатываться вопрос дальнейшего снижения шума в парках и скверах г. Брянска, а также разработка дополнительных искусственных мер шумозащиты, изменения планировки парков и скверов или изменение схемы посадки зелёных насаждений.

Литература

1. Городков, А.В. Оценка акустического режима рекреационных территорий города [текст]// Вестник МАНЭБ, Т.10, №3, 2005 г., с. 99 - 104
2. Денисов, В.В. Экология города [текст]/ В.В. Денисов, А.С. Курбатова. – Ростов-на-Дону: 2008. – 831 с.: табл.
3. Новиков, В.Н. Экология. Урбанизация. Жизнь [текст]/ В.Н. Новиков. – М.; 2002.- 326 с.
4. Тетиор, А.Н. Городская экология [текст]/ А.Н. Тетиор. – М.; 2006. – 330 с.

COMPREHENSIVE SURVEY OF GREEN AREAS OF THE CITY OF BRYANSK ON THE SUBJECT OF NOISE POLLUTION IN WINTER, SPRING AND SUMMER

I. Timko

This article presents the results of a study of acoustic pollution in the city of Bryansk, which was conducted from January to August 2013 in places of mass recreation of people, namely, in parks and gardens. The studies were conducted in the winter spring and summer. As a result of the measurements was found Silencing ability of snow cover, and the role of green space in reducing the noise in the summer.

ИННОВАЦИИ В УСТРОЙСТВЕ ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
Украина, АРК*

Аннотация. В статье предложена идея применения экологичного и долговечного утеплителя для заполнения вентилируемого фасада в малоэтажном строительстве. Приведены расчеты сравнения характеристик различных утеплителей.

Постановка проблемы. Решение вопроса энергосбережения во многом определяет выход Украины из экономического кризиса. Стремясь снизить свои затраты на отопление квартир и домов, люди в первую очередь задумываются об утеплении фасадов. В настоящий момент в практике утепления фасадов существует два способа: “мокрый” и вентилируемый фасад. Если первый вариант получил более широкое распространение за счет применения недорогого утеплителя, пенопласта, и нетрудоемкого процесса, то второй способ выходит по стоимости гораздо выше, так как имеет более сложную конструкцию и дорогостоящий утеплитель, минеральную вату.

Анализ основных исследований и публикаций. За долгие годы применения пенопласта в качестве утеплителя был проведен ряд исследований [1], которые свидетельствуют о недолговечности, пожароопасности и экологической опасности данного материала. Все эти негативные факторы ставят под сомнение дальнейшее применение пенопласта. Однако это еще не означает, что минеральная вата является идеальным утеплителем. Ведь ее применение, в свою очередь, так же негативно отражается на здоровье человека. Входящие в состав минеральные компоненты - минеральные волокна, связующие их фенолформальдегидные смолы, - способны вызвать болезни дыхательных путей, глаз, кожи [2]. Следовательно, получив в настоящее время столь широкое применение пенопласт и минеральная вата проявили себя как неполноценные утеплители. Это говорит о том, что необходимо пересмотреть выбор утеплителя.

Основная часть. В настоящий момент на строительном рынке представлен большой выбор теплоизоляционных материалов, но не все из них обладают такими критериями как экологичность, пожаробезопасность и доступность в цене. Хорошо всем известный керамзит, который широко применяется при утеплении межчердачного перекрытия, проявил себя как долговечный, экологичный и пожаробезопасный материал.

Керамзит - это легкий пористый строительный материал, получаемый путем обжига легкоплавкой глины. За счет технологии

производства и натуральному составу, керамзит является экологически чистым.

По своей структуре утеплитель паропроницаем и для его эффективной работы необходимо устройство вентилируемого фасада. В конструкции вентилируемого фасада предусмотрен воздушный зазор, который позволяет восходящим потокам воздуха циркулировать между облицовочным материалом и стеной, высушивая слой утеплителя при выпадении конденсата или в случае попадания влаги на утеплитель.

В качестве облицовочных материалов возможно использование кирпича, натурального камня, деревянной фасадной доски, композитов, керамогранита, речного профиля, алюминиевых листов, асбестоцементных и фиброцементных листов.

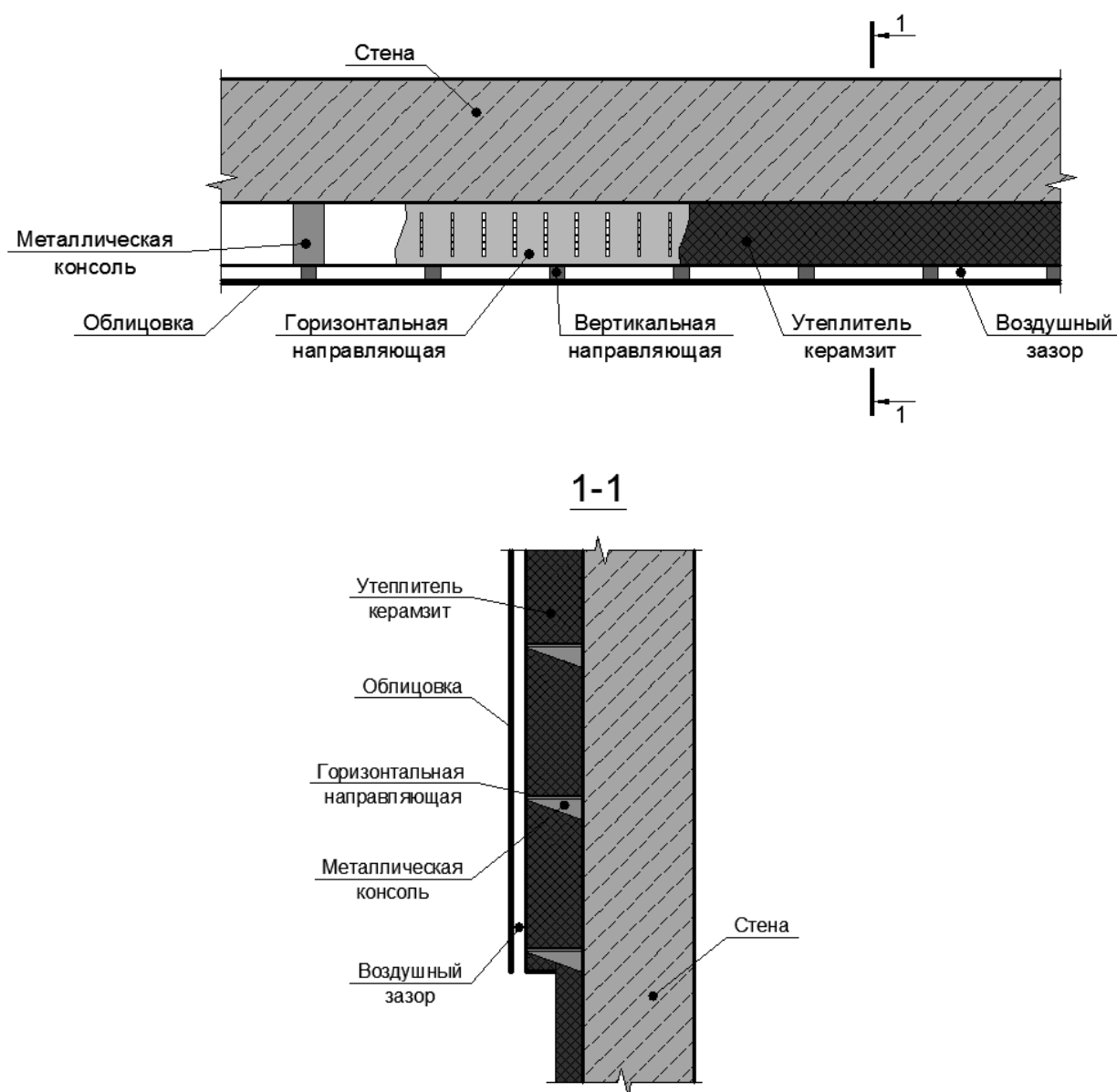


Рис. 1. Предполагаемая конструкция вентилируемого фасада с утеплителем керамзитом

Сравнивая минеральную вату, пенопласт и керамзит по теплопроводности, стоит отметить, что у керамзита коэффициент теплопроводности значительно выше. Вследствие чего, для достижения минимально допустимого значения сопротивления теплопередаче конструкции стены необходима значительная толщина керамзита, в отличие от пенопласта и минеральной ваты.

Выполним приближенный расчет толщины утеплителя для II зоны в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-31:2006 “Тепловая изоляция зданий”.

Данные для расчета.

- Температура наружного воздуха - -19°C ;
- Температура внутреннего воздуха - $+20^{\circ}\text{C}$;
- Влажность внутреннего воздуха - 55%;
- Влажностный режим помещений - нормальный;
- Условия эксплуатации ограждающих конструкций - Б.

Слои ограждающей конструкции стены:

1. Ракушняк $\rho = 1400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $t = 0,40 \text{ м}$, $\lambda_p = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$
2. Утеплитель: А. Пенопласт $\rho = 35 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\lambda_p = 0,05 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$
 Б. Минеральная вата $\rho = 50 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\lambda_p = 0,052 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$
 В. Керамзит $\rho = 200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\lambda_p = 0,12 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$

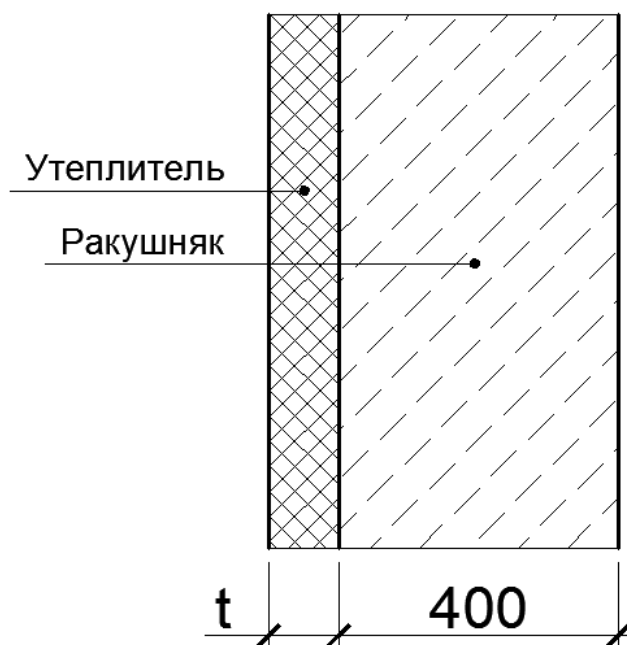


Рис. 2. Расчетная схема стены

Расчет толщины утеплителя.

Термическое сопротивление однородной ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{н}} \geq R_{qmin} = 2,8 \frac{m^2 \cdot K}{Вт},$$

где $\alpha_{в}$, $\alpha_{н}$ – коэффициенты теплопередачи внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции, $\frac{Вт}{m^2 \cdot K}$, которые принимаются в соответствии с приложением Е [4];

λ_{ip} – теплопроводность материала i -го слоя конструкции в расчетных условиях эксплуатации, $\frac{Вт}{m \cdot K}$, принимаются в соответствии с приложением Л [4];

А. Расчет толщины утеплителя пенопласта:

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,58} + \frac{t}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,8 \Rightarrow t = 10 \text{ см}$$

Б. Расчет толщины утеплителя из минеральной ваты:

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,58} + \frac{t}{0,052} + \frac{1}{23} = 2,8 \Rightarrow t = 10 \text{ см}$$

В. Расчет толщины утеплителя из керамзита:

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,58} + \frac{t}{0,12} + \frac{1}{23} = 2,8 \Rightarrow t = 24 \text{ см}$$

Как видно из расчетов, для достижения термического сопротивления ограждающих конструкций с утеплителем из пенопласта или минеральной ваты, толщину утепления из керамзита необходимо увеличивать практически в 2,5 раза.

Но не стоит забывать о преобладающих свойствах керамзита:

- высокая прочность;
- хорошая звукоизоляция и теплоизоляция;
- морозоустойчивость, влагоустойчивость и огнеупорность;
- химическая инертность и кислотоустойчивость;
- долговечность;
- натуральный, экологически чистый материал.

Выводы. На данный момент керамзит получил широкое применение при утеплении горизонтальных плоскостей здания и не является распространенным утеплителем при утеплении стен здания. В отличие от пенопласта и минеральной ваты, керамзит экологически чистый, природный материал, что в свою очередь не ставит под сомнение его воздействие на здоровье человека. За счет природного сырья, глины, керамзит регулирует температурно-влажностной режим, что также благоприятно для микроклимата помещений. Учитывая все положительные свойства керамзита, необходимо более детально

рассмотреть конструкцию вентилируемого фасада, где в качестве утеплителя - керамзит.

Литература.

1. Баталин Б.С., Евсеев Л.Д. Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения /Строительные материалы.- 2009, №10.- С. 55-58.
2. cyclowiki.org
3. ru.wikipedia.org
4. Конструкции зданий и сооружений. Тепловая изоляция зданий: ДБН В.2.6-31:2006. -К.: Минстрой Украины, 2006. - 64 с. - (Государственные строительные нормы Украины).
5. Строительная климатология: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 -К.: Минрегионстрой Украины, 2011. - 123 с. - (Государственные строительные нормы Украины).

ІННОВАЦІЇ В ПРИСТРОЇ ВЕНТИЛЬОВАНОГО ФАСАДУ

Чебишев М.В.

Анотація. У статті запропонована ідея застосування екологічного та тривкого утеплювача для заповнення вентильованого фасаду в малоповерховому будівництві. Наведено розрахунки порівняння характеристик різноманітних утеплювачів.

INNOVATION IN THE DEVICE OF VENTILATED FACADES

Chebyshev M.V.

Abstract. The paper proposes the idea of using environment-oriented and durable insulation to fill the ventilated facade in low-height construction. There are comparison calculations of the characteristics of different insulations given.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ ГРУНТА ПО ШЕРОХОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛОПАТКИ РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Национальный университет гражданской защиты Украины*

Построена математическая модель движения частицы грунта по шероховатой поверхности пространственной лопатки роторного грунтометателя. Используются уравнения динамики относительного движения в форме уравнений Лагранжа первого рода. Поверхность лопатки формируется из брахистохрон, найденных для поля центробежных сил инерции, с использованием двумерной кубической сплайн-интерполяции.

Постановка проблемы. Работы, направленные на модернизацию технологии грунтометания при ликвидации низовых пожаров в условиях отсутствия воды чрезвычайно важны. Существующие конструкции грунтометательных механизмов недостаточно совершенны [1 - 4]. Рядом достоинств обладают роторные грунтометатели [2 - 6], которые грунт в зону возгорания выбрасывают с помощью лопаток, расположенных на вращающемся роторе. От формы лопаток существенно зависят технологические характеристики устройств. Рациональный их выбор в значительной степени зависит от достоверности моделей, которые используются для исследования движения частицы грунта по шероховатой поверхности пространственной лопатки. Указанные задачи моделирования имеют актуальный характер.

Анализ основных исследований и публикаций. В работе [7] создана модель для изучения движения частицы грунта по прямолинейной лопатке, необходимая для выбора рациональных параметров грунтометателя с такими лопатками. Моделированию движения частиц грунта по криволинейным (оптимальным) лопаткам, днище которых выполнено по форме брахистохроны, полученной для поля центробежных сил инерции [8], посвящены статьи [9, 10] Перспективным представляется использование в грунтометателях пространственных лопаток [11]. Исследования по моделированию движения частиц грунта по ним в настоящее время отсутствуют.

Постановка задачи. Для пространственной лопатки грунтометательного механизма, поверхность которой формируется с помощью брахистохроны для центробежной силы инерции поступательным перемещением ее плоскости, либо поступательным перемещением с соответствующим поворотом, построить математическую модель движения частицы грунта, учитывающую наличие сил трения.

Основная часть. На рис. 1 показана схема грунтометателя: 1 – ступица; 2 – кольцо; 3 – спица; 4 – криволинейная лопатка. Предполагается, что метатель вращается с угловой скоростью ω против хода часовых стрелок. Радиусы R_1 и R_2 представляют собой радиусы окружностей, проходящих через заднюю и переднюю кромки лопатки.

Описание поверхности пространственных лопаток. В работе [11] предложены методы построения пространственных лопаток, поверхности которых таковы, что траектории движения частиц по ним близки к брахистохронам для поля центробежных сил инерции, т.е. близки к оптимальным. Типичная форма такой лопатки представлена на рис. 2. Жирной кривой на внутренней поверхности лопатки показана “базовая” брахистохрона, поступательным перемещением плоскости которой, либо поступательным перемещением с поворотом на соответствующий угол (на рис. 3 – угол ϑ) в ее плоскости и формируется поверхность. Основания брахистохрон располагаются при этом на подходящей дуге (на рис. 2 – дуга полуокружности). Заметим, что поступательное перемещение базовой кривой с соответствующим поворотом позволяет сохранить у этой кривой свойства брахистохроны [11].

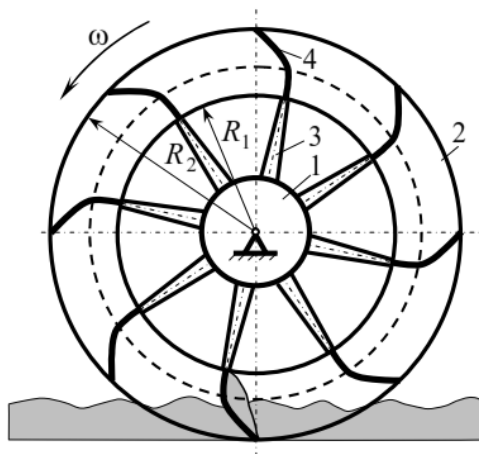


Рис. 1. Схема грунтометательного механизма

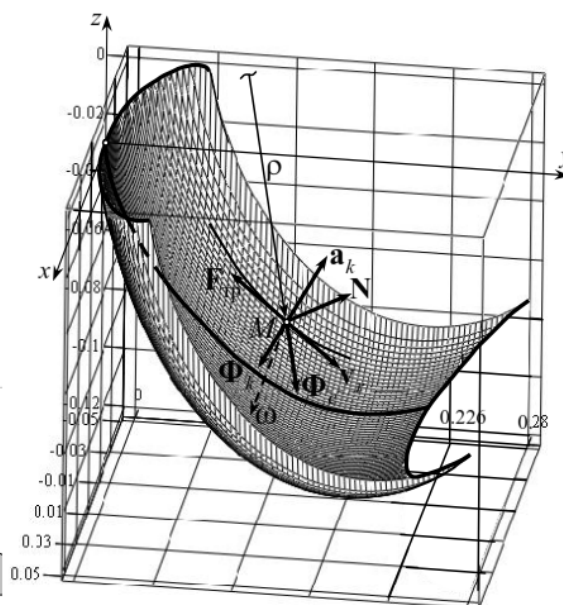


Рис. 2. Пространственная лопатка, сформированная из брахистохрон

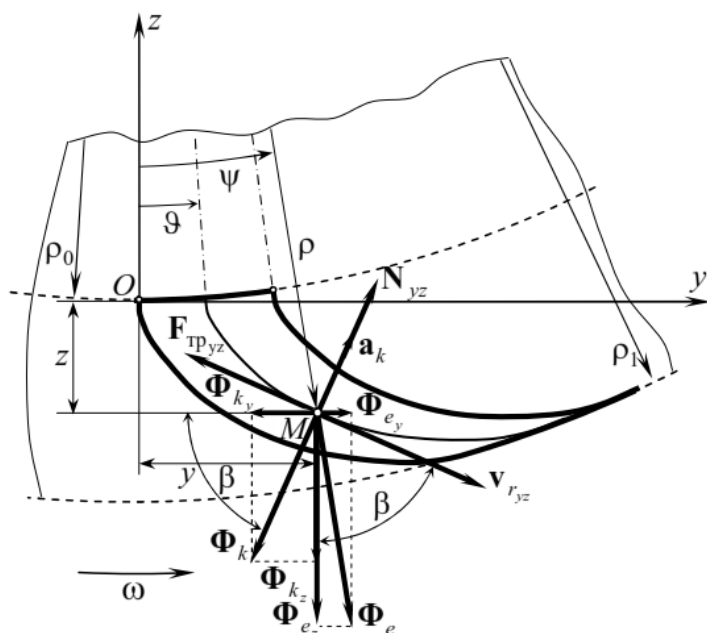
Анализ движения частиц грунта удобно осуществлять в декартовой системе координат. На рис. 2, 3 начало правой системы координат (точка O) помещено в начальную точку “базовой” брахистохроны; ось z имеет направление полярного радиуса, т.е. направлена к оси ротора; ось y – к периферии ротора; ось x параллельна оси ротора (на рис. 3 не показана; предполагается, что она направлена на читателя). Выбор ее обусловлен тем, что одной из важнейших характерных особенностей оптимальной кривой является то, что полярный радиус, проходящий через ее начальную точку, представляет собой касательную к кривой в этой точке. Физически это означает, что на начальном этапе движения сила (центробежная сила инерции) близка к направлению движения, т.е. обеспечивает максимальное ускорение, что не возможно при использовании прямолинейной лопатки (случай, когда прямолинейная лопатка расположена вдоль радиуса, не удовлетворителен с технологической точки зрения).

Поверхности лопаток

$$z = p(x, y) \quad (1)$$

в статье [11] строились с использованием средств двумерной кубической сплайн-интерполяции MathCAD. Важным обстоятельством с точки зрения дальнейших исследований движения частиц грунта по лопатке является то, что полученные таким способом функции $z = p(x, y)$ в среде MathCAD можно аналитически дифференцировать, как и традиционные функции.

Силы, действующие на частицы грунта. На указанных рисунках частица грунта M изображена в произвольном текущем положении с координатами (x, y, z) . Будем полагать, что в плоскости, проходящей через точку M и параллельной плоскости Oyz , положение ее определяется полярными координатами (ρ, ψ) (начало соответствующей системы координат находится на оси ротора [11]).



В изложенной ниже теории радиусам R_1 и R_2 соответствуют полярные радиусы ρ_0 и ρ_1 .

Специфика задачи состоит в том, что движение точки (частицы грунта) целесообразно изучать в подвижной (вращающейся) системе координат, что возможно с использованием уравнений динамики

Рис. 3. Схема для записи уравнений движения частицы грунта по лопатке

относительного движения.

На рис. 2 приняты следующие обозначения: \mathbf{v}_r – относительная скорость; $\mathbf{a}_k = 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}_r$ – кориолисово ускорение; Φ_e – переносная (центробежная) сила инерции; Φ_k – кориолисова сила инерции; \mathbf{N} – нормальная реакция лопатки; $\mathbf{F}_{\text{тр}}$ – сила трения скольжения (направлена против относительной скорости); $\boldsymbol{\omega}$ – вектор угловой скорости ротора грунтометателя.

Выражения для модуля силы Φ_e и ее проекции на направление полярного радиуса совпадают

$$\Phi_e = \Phi_{e\rho} = ma_\omega = m\omega^2\rho, \quad (2)$$

где m – масса частицы грунта; $a_\omega = \omega^2\rho$ – осестремительное (нормальное) ускорение.

Для кориолисовой силы инерции имеет место формула

$$\Phi_k = -ma_k, \quad (3)$$

а для ее модуля с учетом выражения для кориолисова ускорения выражение

$$\Phi_k = 2m\omega v_{r_{yz}}, \quad (4)$$

где $v_{r_{yz}}$ – модуль проекции относительной скорости на плоскость Oyz .

Из определений переносной и кориолисовой сил инерции следует, что они лежат в одной плоскости, параллельной Oyz .

По закону Кулона для сухого трения сила трения пропорциональна нормальной реакции:

$$\mathbf{F}_{\text{тр}} = -Nf \frac{\mathbf{v}_r}{v_r}, \quad (5)$$

где f – коэффициентом трения скольжения; N – модуль нормальной реакции; v_r – модуль относительной скорости точки.

Влияние сил тяжести на движение точки для рассматриваемых параметров устройств и угловых скоростей незначительно, поэтому здесь они не учитываются. Принципиальные осложнения для их учета отсутствуют.

Для удобства записи дифференциальных уравнений на рис. 3 введен ряд важных дополнительных обозначений (фактически на этом рисунке показана профильная проекция лопатки – проекция на плоскость Oyz):

$\mathbf{v}_{r_{yz}}$, \mathbf{N}_{yz} , $\mathbf{F}_{\text{тр}_{yz}}$ – соответственно проекции относительной скорости, нормальной реакции и силы трения на плоскость Oyz ; Φ_{e_y} , Φ_{e_z} , Φ_{k_y} , Φ_{k_z} – составляющие переносной и кориолисовой сил инерции по осям y и z ; β – угол между $\mathbf{v}_{r_{yz}}$ и направлением параллельным оси z .

Полярный радиус текущего положения точки M (см. рис. 3)

$$\rho = \sqrt{(\rho_0 + z)^2 + y^2}, \quad (6)$$

модуль переносной силы инерции

$$\Phi_e = m\omega^2\rho = m\omega^2\sqrt{(\rho_0 + z)^2 + y^2}. \quad (7)$$

Для полярного угла текущего положения точки M справедлива формула

$$\sin \psi = \frac{y}{\rho} = \frac{y}{\sqrt{(\rho_0 + z)^2 + y^2}}, \quad (8)$$

следовательно,

$$\psi = \arcsin \frac{y}{\sqrt{(\rho_0 + z)^2 + y^2}}. \quad (9)$$

Тогда проекции переносной силы инерции на координатные оси:

$$\Phi_{e_x} = 0, \quad \Phi_{e_y} = \Phi_e \sin \psi, \quad \Phi_{e_z} = -\Phi_e \cos \psi. \quad (10)$$

Запишем теперь выражения для проекций кориолисовой силы инерции на координатные оси. Воспользуемся очевидными формулами для скорости точки и ее проекции на плоскость Oyz через проекции на координатные оси:

$$\mathbf{v}_r = v_{r_x}\mathbf{i} + v_{r_y}\mathbf{j} + v_{r_z}\mathbf{k} = \dot{x}\mathbf{i} + \dot{y}\mathbf{j} + \dot{z}\mathbf{k}, \quad \mathbf{v}_{r_{yz}} = v_{r_y}\mathbf{j} + v_{r_z}\mathbf{k} = \dot{y}\mathbf{j} + \dot{z}\mathbf{k},$$

где \mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} – орты указанной выше системы координат.

Тогда для угла β (см. рис. 3) имеет место формула

$$\sin \beta = \frac{v_{r_y}}{v_{r_{yz}}} = \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}}, \quad (11)$$

т.е.

$$\beta = \arcsin \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}}. \quad (12)$$

Для проекций кориолисовой силы инерции имеем:

$$\Phi_{k_x} = 0, \quad \Phi_{k_y} = -\Phi_k \cos \beta, \quad \Phi_{k_z} = -\Phi_k \sin \beta, \quad (13)$$

причем с учетом формулы (4) и принятых обозначений

$$\Phi_k = 2m\omega v_{r_{yz}} = 2m\omega \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}. \quad (14)$$

Вывод уравнений движения частицы грунта. Для получения дифференциальных уравнений движения основное векторное уравнение динамики относительного движения запишем в виде

$$m \frac{d\mathbf{v}_r}{dt} = \mathbf{\Phi} + \mathbf{N} - Nf \frac{\mathbf{v}_r}{v_r}, \quad (15)$$

где $\mathbf{\Phi} = \mathbf{\Phi}_e + \mathbf{\Phi}_k$ – результирующая сила инерции.

Для ее проекций на координатные оси с учетом формул (10), (13) имеем

$$\left. \begin{aligned} \Phi_x &= \Phi_{e_x} + \Phi_{k_x} = 0, \\ \Phi_y &= \Phi_{e_y} + \Phi_{k_y} = \Phi_e \sin \psi - \Phi_k \cos \beta, \\ \Phi_z &= \Phi_{e_z} + \Phi_{k_z} = -\Phi_e \cos \psi - \Phi_k \sin \beta. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Запишем уравнение поверхности (1) иначе

$$q(x, y, z) = z - p(x, y) = 0. \quad (17)$$

Тогда нормальную реакцию \mathbf{N} можно представить в виде

$$\mathbf{N} = N\mathbf{n} = \lambda \text{grad} q, \quad (18)$$

где \mathbf{n} – единичный вектор внешней нормали к поверхности (17) (он направлен в ту область пространства, где $q > 0$); λ – скалярная функция, зависящая от координат точки, проекции ее скорости, причем

$$\lambda = \frac{N}{|\text{grad}q|} = \frac{N}{\sqrt{\left(\frac{\partial q}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial z}\right)^2}} = \frac{N}{\sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial p}{\partial y}\right)^2 + 1}}, \quad (19)$$

а $\text{grad}q$ представляет собой вектор, заданный в декартовой системе координат своими проекциями следующим образом:

$$\text{grad}q = \frac{\partial q}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial q}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial q}{\partial z} \mathbf{k} = -\frac{\partial p}{\partial x} \mathbf{i} - \frac{\partial p}{\partial y} \mathbf{j} + 1 \cdot \mathbf{k}.$$

Разложим левую и правую части выражения (18) по ортам декартовой системы координат

$$\mathbf{N} = N_x \mathbf{i} + N_y \mathbf{j} + N_z \mathbf{k} = \lambda \left(\frac{\partial q}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial q}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial q}{\partial z} \mathbf{k} \right) = \lambda \left(-\frac{\partial p}{\partial x} \mathbf{i} - \frac{\partial p}{\partial y} \mathbf{j} + 1 \cdot \mathbf{k} \right),$$

откуда

$$N_x = \lambda \frac{\partial q}{\partial x} = -\lambda \frac{\partial p}{\partial x}, \quad N_y = \lambda \frac{\partial q}{\partial y} = -\lambda \frac{\partial p}{\partial y}, \quad N_z = \lambda \frac{\partial q}{\partial z} = \lambda. \quad (20)$$

Проецируя (15) на оси декартовой системы координат, получим с учетом выражений (19), (20) систему скалярных уравнений (**уравнения Лагранжа первого рода**)

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= \Phi_x + \lambda \left(\frac{\partial q}{\partial x} - f |\text{grad}q| \frac{\dot{x}}{v_r} \right) = \Phi_x - \lambda \left(\frac{\partial p}{\partial x} + f |\text{grad}q| \frac{\dot{x}}{v_r} \right), \\ m\ddot{y} &= \Phi_y + \lambda \left(\frac{\partial q}{\partial y} - f |\text{grad}q| \frac{\dot{y}}{v_r} \right) = \Phi_y - \lambda \left(\frac{\partial p}{\partial y} + f |\text{grad}q| \frac{\dot{y}}{v_r} \right), \\ m\ddot{z} &= \Phi_z + \lambda \left(\frac{\partial q}{\partial z} - f |\text{grad}q| \frac{\dot{z}}{v_r} \right) = \Phi_z + \lambda \left(1 - f |\text{grad}q| \frac{\dot{z}}{v_r} \right), \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

где $\ddot{x} = \frac{dv_{r_x}}{dt}$, $\ddot{y} = \frac{dv_{r_y}}{dt}$, $\ddot{z} = \frac{dv_{r_z}}{dt}$ – проекции относительного ускорения на координатные оси.

Уравнения (21) существенно упрощаются в случае идеальных связей, для которых касательная составляющая силы реакции (сила трения) равна нулю: уравнения не будут содержать последних членов.

Присоединяя к (21) уравнение поверхности (уравнение связи) (17), получаем систему четырех уравнений с четырьмя неизвестными:

x , y , z и скалярной функцией λ (*множитель Лагранжа*).

Для решения системы уравнений (17) и (21) необходимо исключить множитель Лагранжа. С этой целью продифференцируем дважды по времени левую часть уравнения (17). Имеем

$$\frac{\partial q}{\partial x} \ddot{x} + \frac{\partial q}{\partial y} \ddot{y} + \frac{\partial q}{\partial z} \ddot{z} + \tilde{q}(x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}) = 0, \quad (22)$$

где через $\tilde{q}(x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z})$ обозначены те члены, которые не зависят от \ddot{x} , \ddot{y} , \ddot{z} .

Для рассматриваемого случая выражение (22) с учетом формулы (17) приобретает вид

$$-\frac{\partial p}{\partial x} \ddot{x} - \frac{\partial p}{\partial y} \ddot{y} + \ddot{z} + \tilde{p}(x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}) = 0, \quad (23)$$

где

$$\tilde{p}(x, y, z, \dot{x}, \dot{y}, \dot{z}) = -\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} \dot{x}^2 - 2\frac{\partial^2 p}{\partial x \partial y} \dot{x} \dot{y} - \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} \dot{y}^2. \quad (24)$$

Из уравнений (21) и (23) исключаем \ddot{x} , \ddot{y} , \ddot{z} . В результате получаем уравнение с неизвестной функцией Лагранжа λ . Решая это уравнение, находим

$$\lambda = \frac{\Phi_x \frac{\partial p}{\partial x} + \Phi_y \frac{\partial p}{\partial y} - \Phi_z + m\tilde{p}}{\frac{\partial p}{\partial x} \left(\frac{\partial p}{\partial x} + f|\text{grad}q| \frac{\dot{x}}{v_r} \right) + \frac{\partial p}{\partial y} \left(\frac{\partial p}{\partial y} + f|\text{grad}q| \frac{\dot{y}}{v_r} \right) + \left(1 - f|\text{grad}q| \frac{\dot{z}}{v_r} \right)}. \quad (25)$$

Подставляя в уравнения (21) выражение (25), приходим к системе дифференциальных уравнений относительно неизвестных x , y , z . Лишь после того, как из уравнений (17) и (21) найдены величины x , y , z и λ , по формулам (20) можно определить проекции N_x , N_y , N_z , а затем и модуль реакции

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2 + N_z^2} = |\lambda| \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial p}{\partial y} \right)^2 + 1}. \quad (26)$$

В случае гладкой поверхности выражение (25) для λ будет значительно более компактным.

Выводы. Построена математическая модель движения частицы грунта по шероховатой поверхности пространственной лопатки роторного

грунтометателя. Используются уравнения динамики относительного движения в форме уравнений Лагранжа первого рода. Поверхность лопатки формируется из брахистохрон, найденных для поля центробежных сил инерции, с использованием двумерной кубической сплайн-интерполяции.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение кинематических характеристик движения частиц грунта по шероховатым поверхностям пространственных лопаток различной формы.

Литература

1. Найдыш В.М. Обоснование параметров и разработка машины для насыпки противозрозионных валов на склонах / В.М. Найдыш, Е.Н. Нагорный, Н.С. Левчук, А.И. Караев // Механизация и электрификация сельхоз производства.– 1989.– № 4.– С. 7-12.

2. Семків О.М. Розрахунок робочого органа ланцюгового ґрунтометального механізму / О.М. Семків, В.М. Шатохін // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. Випуск 87.– К.: КНУБА.– 2011.– С. 303-312.

3. Шатохин В.М. Об оптимальной форме лопатки роторного ґрунтометателя / В.М. Шатохин, О.М. Семкив, А.Н. Попова // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений.– 2013.– № 2.– С. 49-55.

4. Шатохин В.М. Сравнение прямолинейной и криволинейной (оптимальной) лопаток роторного ґрунтометателя / В.М. Шатохин, О.М. Семкив, А.Н. Попова // Науково технічний збірник “Енергоефективність в будівництві та архітектурі”.–К.: КНУБА.– 2013.– Вип. 4.– С. 301-309.

5. Шатохін В.М. Про оптимальну форму лопатки роторного металника ґрунту / В.М. Шатохін, О.М. Семків, А.М. Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.– Мелітополь: ТДАТУ, 2012.– Вип. 4.–Т. 55.– С. 260-269.

6. Шатохін В.М. Розроблення методів побудови лопаток оптимальної форми роторного ґрунтометального механізму / В.М. Шатохін, О.М. Семків, Н.В. Шатохіна // Одинадцятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Тези доповідей.– Львів: КІНПАТРИ ЛТД.– 2013.– С. 96.

7. Попова А.М. Дослідження руху частки ґрунту по лопатці: результати комп’ютерних експериментів / А.М. Попова, В.М. Шатохін // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.– Мелітополь: ТДАТУ.– 2012.– Вип. 4.– Т. 54.– С. 135-144.

8. Шатохин В.М. Оптимальные траектории движения точки, перемещающейся под действием центробежной силы инерции /

В.М. Шатохин, Н.В. Шатохина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.– Харьков, 2012.– Вып. 4/7 (58).– С. 9-14.

9. Семків О.М. Опис руху частки ґрунту по лопатці із профілем брахістохрони у полі відцентрових сил інерції / О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова // Геометричне та комп'ютерне моделювання: Збірник наукових праць.– Харків: ХДУХТ.– 2012.– Вип. 30.– С. 190-200.

10. Семків О.М. Исследование движения частицы грунта по лопатке с профилем оптимальной формы в поле центробежных сил инерции / О.М. Семків, В.М. Шатохин, А.Н. Попова // Міжвідомчий науково технічний збірник “Технічна естетика і дизайн”.– К.: КНУБА.– 2012.– Вип. 11.– С. 165-174.

11. Шатохин В.М. Построение пространственных лопаток ґрунтометателя с помощью брахистохрон для поля центробежных сил инерции / В.М. Шатохин, О.М. Семків, А.Н. Попова // (статья в этом сборнике).

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ЧАСТКИ ҐРУНТУ ПО ШОРСТКІЙ ПОВЕРХНІ ПРОСТОРОВОЇ ЛОПАТКИ РОТОРНОГО ҐРУНТОМЕТАЛЬНИКА

В.М. Шатохін, Н.В. Шатохіна, А.М. Попова

Побудовано математичну модель руху частки ґрунту по шорсткій поверхні просторової лопатки роторного ґрунтометальника. Використано рівняння динаміки відносного руху у формі рівнянь Лагранжу першого роду. Поверхня лопатки формується з брахістохрон, знайдених для поля відцентрових сил інерції, з використанням двовимірної кубічної сплайн-інтерполяції.

MODELING OF SOIL PARTICLE MOVEMENT ALONG THE ROUGH SURFACE OF THREE-DIMENSIONAL ROTOR GROUND- THROWER'S BLADE

V. Shatokhin, N. Shatokhina, A. Popova

Mathematical model of soil particle movement along the rough surface of three-dimensional rotor ground-thrower's blade is built. Dynamic equations of relative movement in Lagrangian form of the first kind are used. Surface of the blade is formed by brachistochrones, that were found for the field of centrifugal inertia forces with usage of two-dimensional cubic spline interpolation.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ В ОБЛАСТИ КРЕПЛЕНИЯ

*Казанский государственный архитектурно-строительный
университет*

С целью уточнения решений рассматривается расчет балки, традиционно рассчитываемой по одномерной схеме, трехмерными элементами. Отмечается, что уточнение схемы расчета позволяет получать более реальные расчетные данные и тем самым позволяет создавать более прочные и надежные конструкции.

Конструкции и сооружения предназначены для выполнения определенных функций в течение заданного срока. К сожалению, конструкции, созданные человеком, в отличие от естественных конструкций, далеки от совершенства и они нередко разрушаются до установленного срока эксплуатации [1].

Для обеспечения нормальной работы конструкций необходимо совершенствовать каждый этап его создания: создание материала, технологии, проекта и т.д. При этом особое внимание надо уделять совершенствованию методов расчета, в частности, уточнять схемы расчета: переходить от одномерных расчетных схем к двумерным схемам; от двумерных расчетных схем к трехмерным схемам. При этом в узлах сопряжения, в областях закрепления возникает сложное напряженно-деформированное состояние (НДС). Уточнения НДС в таких областях за счет введения трехмерных схем расчета позволяют более грамотно оценить несущую способность конструкции.

Для иллюстрации рассмотрим расчет обычной балки с учетом закрепления узлов. Обычно, вводя те или иные гипотезы, расчет балки сводят к расчету одномерной задачи. Хотя известно, что любой объект, окружающий нас, представляет собой трехмерный объект. Для прикидочных расчетов, такой подход можно и нужно использовать. Однако для ответственных объектов необходимо стремиться к более точным расчетным схемам. Для этой цели разработан вариант метода конечных элементов МКЭ-3 [2]. Разрешающие соотношения получаются из уравнения Лагранжа:

$$\delta \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 W \sqrt{g} dt^1 dt^2 dt^3 = \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 \rho f^i \delta u_i \sqrt{g} dt^1 dt^2 dt^3 + \iint_S p^i \delta u_i dS,$$

где W – удельная потенциальная энергия деформации трехмерного тела; f^i , p^i – контравариантные компоненты вектора массовых и поверхностных сил; ρ – массовая плотность; g – определитель метрического тензора; S – поверхность граней тела. Из вариационного уравнения Лагранжа после ряда преобразований получается система $24N$

алгебраических уравнений вида: $[A] \{U\} = \{R\}$. Здесь $[A]$ – симметричная матрица жесткости системы ленточной структуры, $\{U\}$ – вектор неизвестных, $\{R\}$ – вектор нагрузки, N – суммарное число узлов в рассматриваемом трехмерном объекте.

На базе сплайнового варианта метода конечных элементов [2-3] проведен анализ напряженно - деформированного состояния защемленной на одном конце балки.

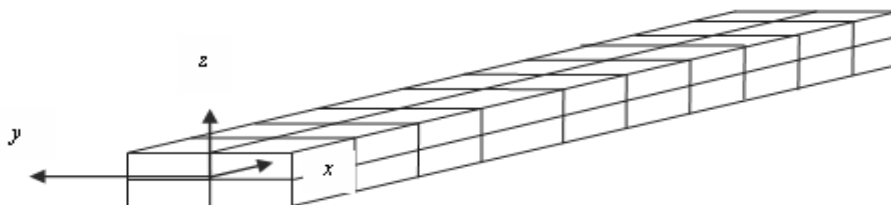


Рис. 1

Рассмотрена балка, защемленная на торце $x=20$ см, со следующими параметрами: длина $l=20$ см, ширина $b=20$ мм, толщина $t=10$ мм, модуль упругости $E=100000$ МПа, $\nu=0,3$. На другом торце балки приложена сила $P=10000$ Н, равномерно распределенная по торцу. Схема разбиения балки на конечные элементы представлена на рис.1.

На рис.2-3 представлены распределения нормальных напряжений σ_x и интенсивность напряжений σ_{int} соответственно в сечении $x=19$ см. Согласно сопромату, следовало бы ожидать равномерное распределение напряжений σ_x . Однако расчет балки трехмерными элементами дает совершенно другую картину. Силы сосредотачиваются в угловых точках сечения балки.

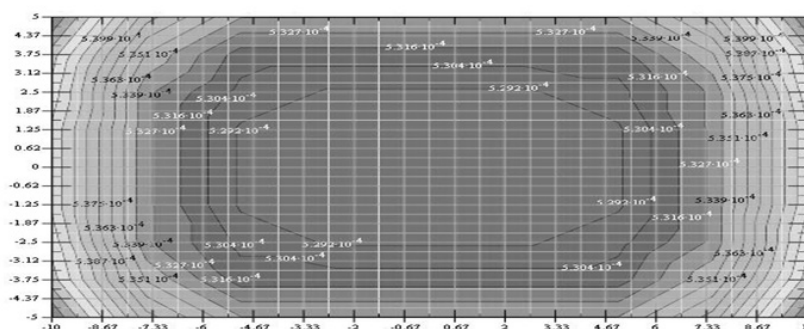


Рис. 2 Распределения нормальных напряжений σ_x

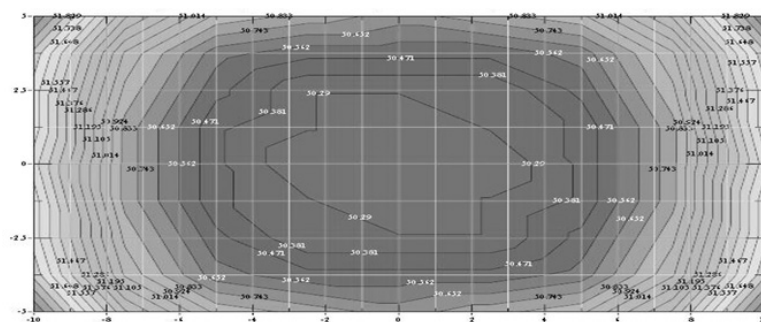


Рис. 3. Распределение интенсивности напряжений σ_{int}

Наблюдается также интересная картина распределения касательных напряжений σ_{yz} в этом сечении (рис.4).

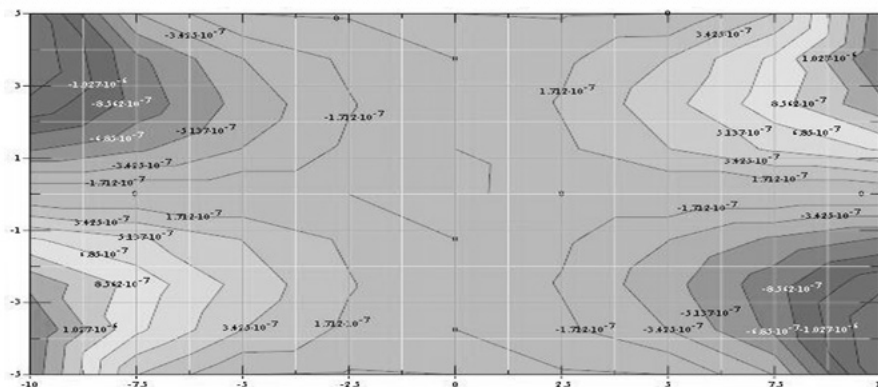


Рис. 4. Распределения касательных напряжений σ_{yz}

Балка (рис.1) была рассчитана также на изгиб. Суммарная поперечная сила на торце ($x=0$) равнялась 2кН. На рис.5 представлено распределение перемещений $v(x,y)$ в плоскости $z=-2.5$ см.

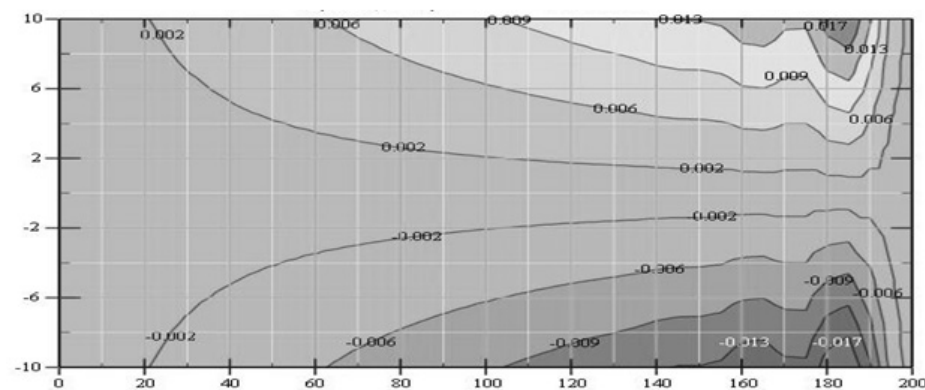


Рис. 5 Распределения перемещения $v(x,y)$

Как видно из рис.5 вблизи защемления наблюдается существенное изменение характера деформирования, вследствие жесткого закрепления торца балки.

На рис.6 представлена картина распределения σ_{22} в сечении $x=19$ см.

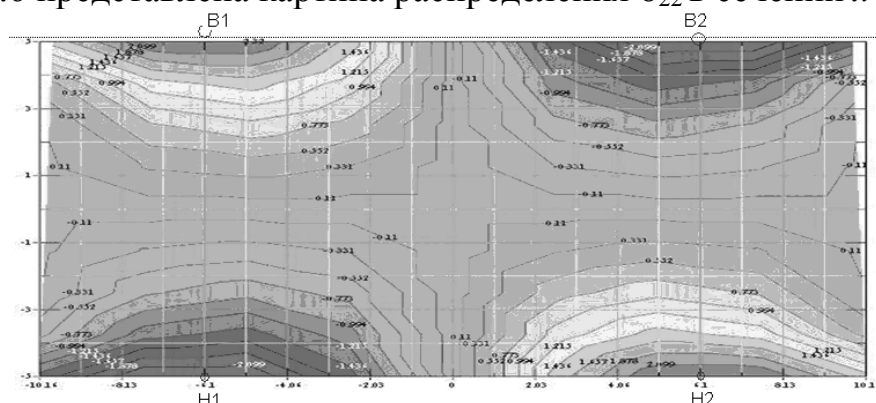


Рис. 6. Распределения напряжений σ_{22}

Из рис.6 видно сужение поверхности $z=+5$ мм и расширение поверхности $z=-5$ мм. Максимальные напряжения σ_{11} наблюдаются на поверхностях $z=\pm 5$ мм. Максимальные напряжения σ_{22} наблюдаются в точках B_1, B_2, H_1, H_2 .

Заключение. Уточнение схемы расчета – переход от одномерной расчетной схемы к трехмерной схеме – позволяет получать более реальные расчетные данные с учетом узлов закрепления, и тем самым позволяет создавать более прочные и надежные конструкции.

Литература

1. Якупов Н.М. Механика: проблема - идея - практика. Казань: Казан. гос. ун-т, 2010. 161 с.

2. Якупов Н.М., Киямов Х.Г., Якупов С.Н., Киямов И.Х. Моделирование элементов конструкций сложной геометрии трехмерными конечными элементами // Механика композиционных материалов и конструкций, 2011. Т.17. №1. С.145-154.

3. Якупов Н.М., Киямов Х.Г., Султанов Л.У. К исследованию напряженно - деформированного состояния сферических оболочек с дефектами // Труды VI международной конференции «Инженерные системы - 2013». РУДН, М., 2013. С.39-44.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ В ОБЛАСТІ КРІПЛЕННЯ

Н.М. Якупов, Х.Г. Киямов, Ф.Г. Ахмадиев

З метою уточнення рішень розглядається розрахунок балки, що традиційно розраховується за одновимірною схемою, тривимірними елементами. Відзначається, що уточнення схеми розрахунку дозволяє отримувати реальніші розрахункові дані і тим самим дозволяє створювати міцніші і надійніші конструкції.

STRESS-STRAIN STATE OF DESIGN ELEMENTS OF FIXING

N. Yakupov, H. Kiyamov, F. Akhmadiev

In order to clarify the calculation of the beam approaches are traditionally calculated by a one-dimensional scheme, three-dimensional elements. It is noted that the specification of the computation scheme allows to obtain more realistic estimates, and thus allows for more robust and reliable design.

Ильичев В.А., Колчунов В.И., Скобелева Е.А.	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ПОСЕЛЕНИЯ "ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ" И "СВЯЗЬ С ПРИРОДОЙ"	
Сергейчук О.В., Фаренюк Г.Г.	12
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕНЕНИЯ № 1 ДБН В.2.6-31:2006 «ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ЗДАНИЙ»	
Віліаєв М., Носєєв Р., Нохвай В., Гунко Е.	18
AIR POLLUTION MODELLING IN THE CASE OF ACCIDENTS WITH TOXIC CHEMICAL SUBSTANCES	
Бумага А.І.	24
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЬОГТЕБЕТОНУ	
Буравченко В.С.	29
КОНСТРУКТИВНІ І БУДІВЕЛЬНІ СИСТЕМИ В ПРОЕКТАХ КОНКУРСУ «SOLAR DECATHLON КНУБА 2013»	
Ванін В.В., Грязнова Г.П.	33
ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЕКТОРІЇ РУХУ РОЗКЛАДАЛЬНИКА СТРІЧКИ В ПРОЦЕСІ НАВИВКИ ВИРОБІВ З КОМПОЗИТІВ	
Витвицкая Е.В.	37
ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ АРХИТЕКТОРОВ В ВУЗЕ	
Воронцов О.В.	43
ДИСКРЕТНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА ОДНОВИМІРНИМИ ЧИСЛОВИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ ІЗ НЕРІВНОМІРНИМ КРОКОМ	
Гетун Г.В., Кошева В.О.	50
ОСОБЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ЩОДО НАЙКРАЩОГО РОЗТАШУВАННЯ ЕНЕРГОАКТИВНИХ СПОРУД	
Диб М.З.	56
УЧЁТ ДЕМОГРАФИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОДНОКВАРТИРНОГО И БЛОКИРОВАННОГО ЖИЛЬЯ В УКРАИНЕ	
Дригваль Н.А., Корженко С.В., Васильев О.Б.	61
СУЧАСНА ТОМОГРАФІЯ ТА ЇЇ МОЖЛИВОСТІ СТОСОВНО ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ВОГНЕГАСНОГО ПОРОШКУ	
Зайцев О.Н., Богатикова Н.П., Донченко С.Б.	68
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЖИГАНИЯ ГАЗА ОТ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	
Зайцев О.Н., Лукьянченко Д.М., Перминов И.А, Петрекевич Л.А.	73
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННО-	

КАЧЕСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ	
Кащенко Т. О., Шило Н. М.	80
ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ЗА КОНКУРСНОЮ ПРОГРАМОЮ «SOLAR DECATHLON KNUCA»	
Клевец К.Н.	88
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ ЧЕРЕЗ ОКНА ЮЖНОГО ФАСАДА НА СОЗДАНИЕ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ПОМЕЩЕНИИ	
Кобелева С.А.	93
ЗНАЧЕНИЕ И ОЦЕНКА «ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА» В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ	
Крисько О.А.	98
СПОСІБ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ РЕЗЕРВУАРУ БУДЬ-ЯКОГО ОБ'ЄМУ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ З УРАХУВАННЯМ НЕДОСКОНАЛОСТЕЙ	
Марков В.А.	103
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА МЫСЕ ТАГАНРОГ (VII в. до н.э – XIV в.)	
Михеева Ю.Л.	109
ПРИЧИНЫ ПОВЫШЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ СТЕН	
Науменко Ю.В.	112
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЗЕРНИСТОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ КАМЕРИ МАШИНИ БАРАБАННОГО ТИПУ НА ПОЧАТКУ ДЕФОРМУВАННЯ	
Петелин Э.А.	118
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРУШАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД	
Пилипенко О.В., Бакаева Н.В.	122
ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА НА ПРИНЦИПАХ БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ	
Підгорний О.Л., Найдиш А.В., Конопацький Є.В., Верещага В.М., Балюба І.Г.	129
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ МЕТОДУ ДВОХ ЗОБРАЖЕНЬ ПІДГОРНОГО ЗАСОБАМИ ТОЧКОВОГО ЧИСЛЕННЯ БАЛЮБИ-НАЙДИША	
Погорелый Д.Ф., Малинский С.М., Чернявский А.Ю., Бойко В.А.	137
ДЕМПФИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ	

Попова О.О.	142
ВИЯВЛЕННЯ ПРИНЦИПІВ ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ	
Радєв С.Ю.	147
ПОБУДОВА ПРИРОДНИЧО-ЙМОВІРНІСНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ УХИЛУ ГРУНТУ	
Романенко А.А., Левкина Г.В.	153
АНАЛИЗ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ	
Ручинська Н.М.	156
ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМНОЇ МОДЕЛІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЛІ	
Рябова Е.А.	160
ДВИЖЕНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛОСКОЙ СТРУИ В ПОМЕЩЕНИИ ПРИ ИНФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ СВЕТОПРОЗРАЧНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ	
Склярів І.А.	167
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ РАМ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ГИБКОСТЬЮ СТЕНКИ	
Скочко В. І.	172
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОПИСУ РІВНОВАГИ ЕЛЕМЕНТІВ СІТЧАСТОЇ СТРУКТУРИ	
Соболь А.Н., Панкратов А.В., Комяк В.В.	181
ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ 2D УПАКОВКИ С ТРАССИРОВКОЙ НА ПРИМЕРЕ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ЭВАКУАЦИИ	
Тимкович Г.І., Маркова О.В., Півень Н.В. , Надкернична Т.М.	187
УЗАГАЛЬНЕНА ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ГРУНТУ В ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНАХ ЗЕМЛЕОБРОБЛЮВЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	
Тимко І.А.	192
КОМПЛЕКСНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗЕЛЁНЫХ ЗОН ГОРОДА БРЯНСКА НА ПРЕДМЕТ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЗИМНИЙ, ВЕСЕННИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ	
Чебышев М.В.	196
ИННОВАЦИИ В УСТРОЙСТВЕ ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА	
Шатохин В.М., Шатохина Н.В., Попова А.Н.	201
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ ГРУНТА ПО ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛОПАТКИ РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ	

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
(Спецвыпуск)

Выпуск 4:

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 34.9: . Наклад 300 пр. Зам. № 336.

Віддруковано з оригінал-макету у друкарні ФОП Бражнікової Н.А.
97513, смт Гвардійське, вул. Н-Садова, 22.
тел. (0652) 70-63-31, 050-648-89-34.
E-mail: braznikov@mail.ru