

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
(Спецвыпуск)

Выпуск 41

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
(Спецвипуск)

Выпуск 41

Зареєстрован 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»
2012

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), 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 № 1 від 31.08.2012 р.

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

©Национальная академия
природоохранного
та курортного будівництва,
2012

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, Закусилов Н.А., канд. екон. наук, Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (ответственный секретарь), Линченко 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, Николенко И.В., докт. техн. наук, Панюков Э.Ф., докт. техн. наук (главный редактор), Саломатин В.Н., докт. геол.-мин. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мин. наук, Сафонов А.А., докт. арх., Субботкин Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мин. наук, Федоркин С.И., докт. техн. наук, Ячменева В.М., докт. екон. наук

Утвержден к печати согласно протокола заседания ученого совета НАПКС № 1 от 31.08.2012 г.

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

© Национальная академия
природоохранного
и курортного строительства,
2012

- **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ**
- **НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ПРИРОДООХРАННОГО И КУРОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**
- **УКРАИНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО ПРИКЛАДНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

ДОКЛАДЫ ДЕВЯТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
КРЫМСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

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



24.09– 28.09 2012 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)

УДК 514.18:628.921/922(083.75)

Подгорный А.Л., д.т.н.,
Сергейчук О.В., д.т.н.,
Диб М.З., Шитюк В.П.¹⁾
Пугачев Е.В., д.т.н.²⁾
Егорченков В.А., к.т.н.³⁾

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕНЕНИЯ № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

¹⁾ *Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Украина*

²⁾ *Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Украина*

³⁾ *Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Украина*

Постановка проблемы. Определение оптимальной площади, формы и размещения светопроёмов, является очень важным вопросом при проектировании энергоэффективных зданий, поскольку они являются наиболее уязвимыми элементами теплоизоляционной оболочки. С точки зрения тепло- и звукоизоляции желательно иметь окна и фонари минимальной площади. Но с точки зрения экономии электрической энергии на искусственное освещение помещений желательны светопроёмы большой площади. Согласование этих противоречивых требований должны осуществлять нормы по освещению помещений. В Украине – это ДБН В.2.5-28-2006 [1]. Однако практика их применения показала, что они имеют ряд существенных недостатков, которые перешли из норм СССР [2] и действующих в некоторых странах СНГ межгосударственных строительных норм по естественному освещению [3]. В 2008 г. было принято Изменение № 1 этих норм [4], которое касалось лишь уточнения нормативных показателей освещённости основных помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий. Это изменение не исправило ситуацию, а, наоборот, только усугубило её, так как принятые завышенные значения нормативных коэффициентов естественного освещения (КЕО) для ряда помещений не могли быть на практике достигнуты.

В связи с указанными обстоятельствами, в Минрегионе Украины было принято решение о разработке Изменения № 2 ДБН В.2.5-28 [5], которое вступило в действие с 1 сентября 2012 г. При работе над изменением возникла необходимость совершенствования геометрических основ расчёта и нормирования КЕО

Анализ основных исследований. В специальной литературе достаточно широко обсуждаются проблемы, связанные с проектированием, расчётом и нормированием естественного освещения. Обстоятельный

анализ развития архитектурной светологии в Украине и формулировка основных направлений последующих исследований в этой области сделаны в [6]. Этому вопросу посвящены также и другие работы, среди которых отметим [7-9]. Авторы этих работ едины в том, что нормы нуждаются в изменениях. Это касается как нормирования естественного освещения, так и методов его расчёта.

Постановка задачи. Обоснование необходимости и основные направления изменений ДБН В.2.5-28 были сформулированы в [10]. Однако при работе над окончательной редакцией Изменений № 2 эти направления были существенно уточнены и переработаны. Целью статьи является анализ геометрических задач, возникших в процессе работы.

Основная часть. Как известно, при нормировании КЕО влияние яркости неба, которая зависит от географической широты и ориентации окна, учитывается коэффициентом светового климата m_N [1]:

$$e_N = e_n \cdot m_N, \quad (1)$$

где e_N – нормативное значение КЕО для рассматриваемого помещения при расчётных условиях, %; e_n – нормативные значения КЕО для рассматриваемого типа помещения при стандартных условиях, %;

Этот коэффициент меньше для Одесской обл. и Крыма и больше для всей остальной территории Украины (влияние широты); меньше для южного окна и больше для северного (влияние ориентации). Влияние же разной яркости неба по вертикали учитывается в дальнейших расчётах коэффициентом q . Поэтому, для светопроема, ориентированного на зенит, m_N нужно принимать как значение среднего m_N для вертикальных плоскостей (так это и было сделано в [2]). В [1] значения m_N для зенитных фонарей приняты неправильно – они очень занижены, что приводит сейчас к переоценке их световой активности и, как следствие, необоснованному уменьшению площади зенитных фонарей в проектах (более чем на 10%).

Кроме того, учитывая что в идеале должно выполняться условие

$$e_p = e_N, \quad (2)$$

где e_p – расчётное значение КЕО от запроектированной системы светопроёмов, %, проектировщики автоматически принимают яркость неба для окна в качестве расчётной яркости для всех объектов, которые видны через это окно из помещения. Но, ведь, здание, которое затеняет окно, имеет другую, часто противоположную ориентацию и для него нужно брать другое значение m_N .

Поэтому было решено перенести учёт влияния географической широты и ориентации из нормирования КЕО в его расчёт, сделав замену

$$m = \frac{1}{m_N} \quad (3)$$

и принимая соответствующие значения m отдельно для окна и фасада противоположного здания. Это упрощает и делает более логичным нормирование – есть табличные значения e_n , которые зависят от характера зрительной работы в помещениях (физиологические требования) и должны

быть обеспечены в любых климатических условиях. А задача проектировщика – запроектировать так помещение, что бы эти условия выполнялись в конкретном светоклиматическом районе и при конкретной ориентации светопроёмов.

В этом случае формулы для расчета КЕО принимают вид

а) при боковом освещении:

$$e_p^b = \left(\sum_{i=1}^I \varepsilon_{нб_i} q_i m + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{зд_j} R_j m_j \right) r_1 \frac{\tau_0}{K_3}; \quad (4)$$

б) при верхнем освещении:

$$\begin{cases} e_p^b = [\varepsilon_b + \varepsilon_{cp} (r_2 K_\phi - 1)] \frac{\tau_0}{K_3}; \\ \varepsilon_b = \sum_i^I \varepsilon_{нб_i} q_i m + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{зд_j} R_j m_j; \\ \varepsilon_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_{bi}}{N}; \end{cases} \quad (5)$$

где $\varepsilon_{нб_i}, \varepsilon_{зд_j}$ – геометрические КЕО в расчетной точке, учитывающие соответственно прямой свет от i -го участка неба и свет, отраженный от j -го фасада противостоящих зданий; q_i – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость i -го участка облачного неба; R_j – коэффициент, учитывающий относительную яркость j -го фасада противостоящих зданий; m, m_j – коэффициенты светового климата соответственно расчетного светопроёма и j -го фасада противостоящих зданий; I, J – соответственно количество отдельных расчетных участков неба и фасадов противостоящих зданий, наблюдаемых через светопроём из расчетной точки; r_1, r_2 – коэффициенты, учитывающие повышение КЕО за счет света, отраженного от внутренних поверхностей помещения; τ_0 – общий коэффициент светопропускания светопроёма; K_3 – коэффициент запаса; K_ϕ – коэффициент, учитывающий тип фонаря; N – количество расчётных точек по характерному разрезу помещения.

В отличие от методики [1], формула (5) позволяет учитывать затенение окружающими зданиями при светопроёмах верхнего света.

Одним из наиболее существенных недостатков [1] являлось необоснованное разделение территории Украины только на 2 светоклиматических района: один район включал Одесскую область и Крым, другой – всю остальную территорию Украины. Предложенное нами ранее светоклиматическое районирование территории Украины [11] было проведено на основе, имеющихся на то время климатических данных. С введением в действие [12] это районирование необходимо было уточнить.

В основу районирования было положено допущение о световом эквиваленте между значениями энергетической и световой освещенности, что практически всегда делается при светоклиматическом районировании в виду отсутствия измерений освещенности на метеорологических станциях и пунктах. Это позволило воспользоваться данными табл. 8 [12], в которой приводятся значения энергетической освещенности вертикальных и горизонтальной плоскостей при реальных условиях облачности в областных центрах Украины.

Светоклиматические районы определялись в зависимости от значений суммарной освещенности горизонтальной плоскости. Это позволило учесть влияние географической широты и облачности. Приняв значение коэффициента светового климата в Симферополе и Одессе $m_N = 1$, были получены значения m_N в других городах по формуле

$$m_{N_i} = \frac{E_O}{E_i}, \quad (6)$$

где E_O – суммарная энергетическая освещенность горизонтальной плоскости в Симферополе и Одессе ($E_O = 4472 \text{ МДж/м}^2$); E_i – суммарная энергетическая освещенность горизонтальной плоскости в i -м городе.

Интерполяцией построена над территорией Украины поверхность значений m_N и получены границы четырех светоклиматических районов (рис. 1). Границы районов проходят по изолиниям $m = 1.08, 1.16, 1.24$ (Эти значения делят на равные части отрезок между максимальным и минимальным m_N). Для удобства проектантов и контролирующих органов, в окончательном варианте, границы светоклиматических районов совмещены с административными границами областей Украины. При этом принято, что область относится к тому району, в котором находится большая ее площадь (рис. 2).

При определении влияния ориентации светопроёмов использовались уже значения энергетической освещенности вертикальных плоскостей только рассеянным светом, так как при расчете КЕО не учитывается прямой солнечный свет.

По требованию гигиенистов, было принято в качестве исходного значение коэффициента светового климата для окна южной ориентации в IV районе $m_{N_{\text{юг, IV}}} = 0,75$. Значения $m_{N_{\text{юг, } i}}$ для окон в вертикальных стенах южной ориентации в других районах получены по формуле

$$m_{N_{\text{юг, } i}} = m_{N_{\text{юг, IV}}} \cdot \frac{m_i}{m_{\text{IV}}}, \quad (7)$$

где i – номер района;

При этом значения $m_{N_{j,i}}$ для светопроёмов в разных районах получены по формуле

$$m_{N_{j,i}} = m_{N_{\text{юг},i}} \cdot \frac{E_{\text{юг},i}}{E_{j,i}}, \quad (8)$$

где j – ориентация окна.

E – суммарная энергетическая освещенность соответствующей плоскости

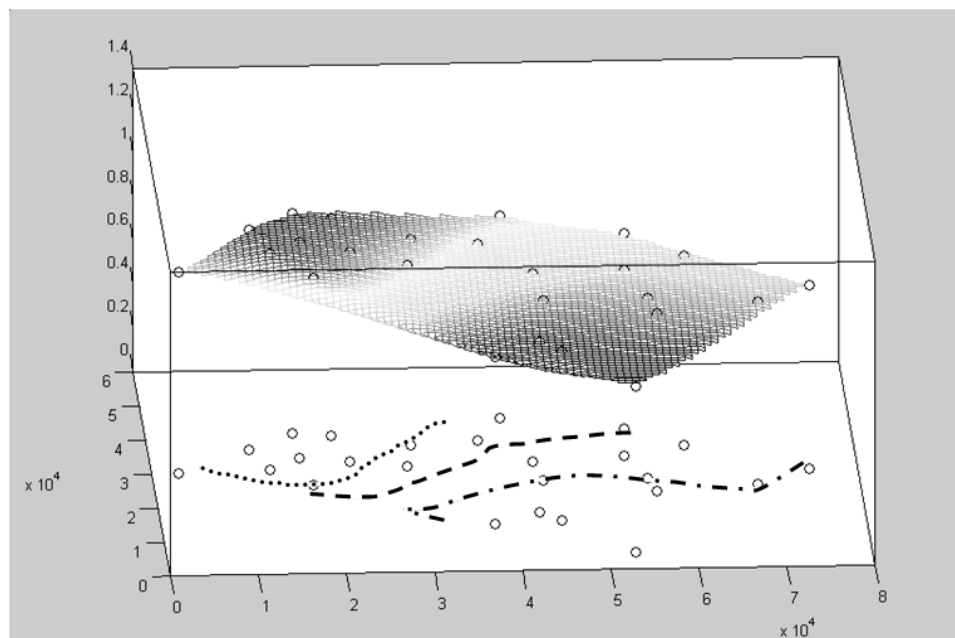


Рис. 1 . Поверхность m_N

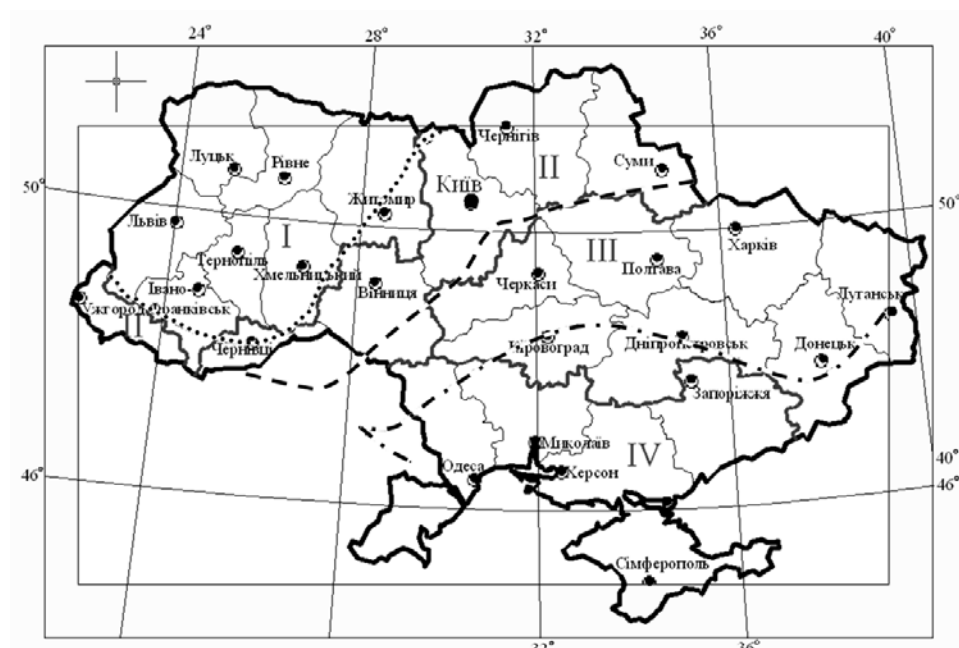


Рис. 2. Совмещение границ районов из рис. 1 с картой Украины

$$m_{N_I} = 1.29, m_{N_{II}} = 1.20, m_{N_{III}} = 1.11, m_{N_{IV}} = 1.02$$

Для зенитных фонарей значение $m_{N_{3,i}}$ являются средними значениями $m_{N_{j,i}}$ в соответствующих районах.

Значение коэффициента светового климата m при переносе его из нормирования в расчет получено по формуле (3) и представлено в табл. 1.

Табл. 1. Значение m

Світло-кліматичний район (рис. 2)	Значення коефіцієнту світлового клімату m для світлопрорізів								
	вертикальних								орієнтованих на зеніт
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
I	0,95	0,98	1,02	1,04	1,05	1,04	1,02	0,98	1,01
II	1,00	1,04	1,09	1,11	1,12	1,12	1,10	1,04	1,08
III	1,06	1,11	1,18	1,22	1,24	1,22	1,19	1,12	1,16
IV	1,15	1,21	1,29	1,32	1,33	1,32	1,30	1,22	1,27

Ещё одним существенным недостатком нормативной методики расчёта КЕО был некорректный учёт относительной яркости противоположного здания, дающий приемлемое решение только для противоположного здания расположенного параллельно фасаду рассчитываемого здания.

В основу разработанной в Изменении № 2 методики расчёта относительной яркости противоположного здания был положен метод, предложенный в [13] и адаптированный для использования привычного для проектантов инструментария. Считается, что противоположное здание освещается только светом неба (без учёта света, отраженного от земной поверхности и фасадов соседних зданий). Тогда, в случае, когда есть только 2 здания – в котором рассчитывается освещенность и противоположное, значение относительной освещенности E_{ϕ} участка фасада противоположного здания, видимого из расчётной точки (РТ) будет

$$E_{\phi} = \frac{9}{7} \left(\frac{\pi}{6} + \frac{4}{9} \right) - \frac{\varepsilon_{\text{пр}}}{100} q_1 \pi, \quad (9)$$

где $\varepsilon_{\text{пр}}$ – геометрический КЕО центра тяжести участка фасада противостоящего здания, наблюдаемого из РТ через светопроём, от части неба, затеняемой зданием, в котором рассчитывается освещенность; q – относительная яркость части неба, от которой рассчитывается $\varepsilon_{\text{пр}}$;

Согласно закону Ламберта, яркость участка противоположного здания равна

$$R = \frac{E_{\phi} \rho_{\phi}}{\pi}, \tag{10}$$

где ρ_{ϕ} – средневзвешенный коэффициент светотражения участка фасада противостоящего здания, видимого из расчетной точки.

После подстановки (9) в (10) и упрощения формула (10) принимает вид

$$R = (0,396 - 0,01 \epsilon_{\text{пр}} q) \rho_{\phi}. \tag{11}$$

Геометрический КЕО $\epsilon_{\text{пр}}$ может быть определен по формуле

$$\epsilon_{\text{пр}} = 0,01 n_1'' n_2'' \tag{12}$$

при помощи графиков Ланццока, как показано на рис. 3

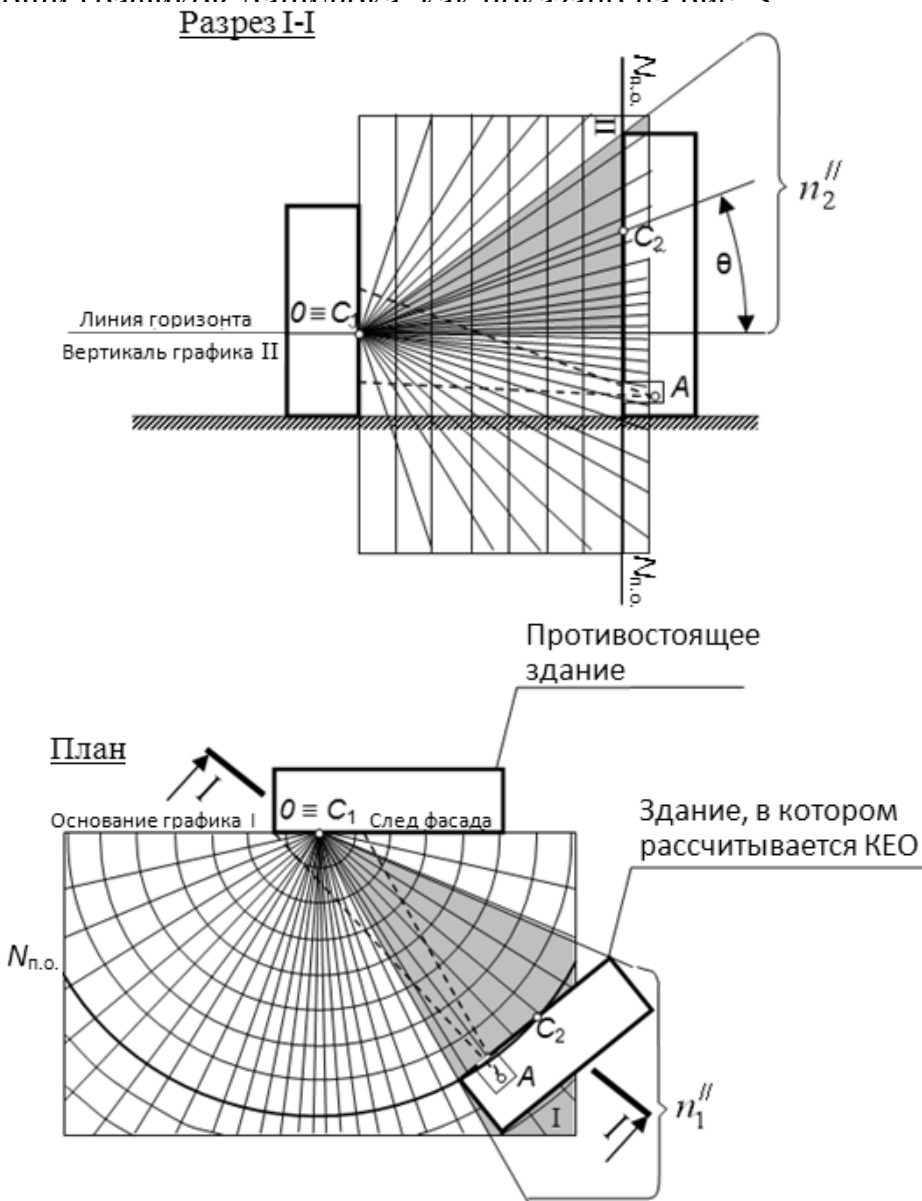


Рис. 3. Определение количества лучей n_1'' и n_2'' для расчёта относительной яркости противостоящего здания

Для случая, когда фасад противостоящего дома затеняется не только зданием, в котором рассчитывается освещенность, но и другими домами, коэффициент R следует определять по формуле

$$R = \left(0,396 - 0,01 \sum_{k=1}^K \varepsilon_{\text{пр } k} q_k \right) \rho_{\text{ф}}, \quad (13)$$

где K – количество зданий, затеняющих фасад противостоящего здания.

Кроме рассмотренных вопросов, Изменения № 2 содержат другие важные положения, среди которых отметим следующие:

- уточнено нормирование КЕО в помещениях, имеющих несколько светопроёмов разной ориентации;
- уточнено нормирование КПО при наклонных светопроёмах;
- усовершенствован расчёт коэффициента светопропускания светопроёмов;
- увязаны вопросы нормирования и расчета естественного освещения с инсоляцией и солнцезащитой помещений;
- узаконены возможности применения для естественного освещения специальных отражающих систем и полых световодов.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Введение в действие Изменения № 2 ДБН В.2.5-28-2006, частично исправляет принятую методику нормирования и расчета естественного освещения, но не кардинально решает проблему оптимального проектирования светопроёмов для освещения помещений в энергоэффективных зданиях.

Наиболее универсальным критерием оценки естественного и совмещенного освещения является комплекс количественных и качественных характеристик, которые включают сферическую освещенность, световой вектор и контрастность освещения [6,7]. Изменение критериев нормирования естественного освещения нуждается в определении их необходимых значений и полной замены нормативной методики расчета. Это требует дальнейших исследований, в том числе и геометрического плана.

Литература:

1. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. [Чинні з 2006-10-01] / Держбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 76 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Естественное и искусственное освещение : СНиП II-4-79. [Утверждены постановлением Госстроя СССР от 27 июня 1979 г. № 100] / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1980. – 48 с. – (Строительные нормы и правила СССР).
3. Естественное и искусственное освещение : МСН 2.04-05-95. [Приняты МНТКС 19 апреля 1995 г.] / Минстрой России. — М. : МНТКС, 1995. – 98 с. – (Межгосударственные строительные нормы).
4. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. Зміна № 1 [Чинні з 2008-10-01] / Мінрегіонбуд України. — К. : Укрархбудінформ,

2008. – 12 с. – (Державні будівельні норми України).

5. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. Зміна № 2 [Чинні з 2012-09-01] / Мінрегіон України. – К. : Укрархбудінформ, 2012. – 32 с. – (Державні будівельні норми України).

6. Пугачов Є. В. Розвиток архітектурної світлології в Україні / Є. В. Пугачов // Вісник Нац. ун-ту водн. госп. – Рівне : НУВГ, 2007. – Вип. 4(40). – С. 319–325.

7. Єгорченков В.О. Нормування освітлення у виробничих спорудах / В. О. Єгорченков. // Будівництво України. – 1993. – № 1 – С. 40–41.

8. Сергейчук О. В. Деякі геометричні питання розрахунку природного освітлення приміщень за нормативною методикою / О. В. Сергейчук // Вісник національного університету “Львівська політехніка” – Львів : Львівська політехніка, 2004. – № 505. – с. 453–456.

9. Бахарев Д. В. О результатах теоретического анализа эмпирической методики расчета естественного освещения методами компьютерного моделирования / Д. В. Бахарев, И. А. Зимнович, М. А. Зимнович // Прикл. геометрія та інж. графіка : міжвід. наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2009. – Вип. 82. – С. 268–273.

10. Сергейчук О. В. Геометричні питання удосконалення нормативної методики розрахунку природного освітлення приміщень / О. В. Сергейчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом “інженерна механіка”) – вип. № 22. Сучасні проблеми геом. моделювання. – Частина 1. – Луцьк: ЛДТУ – 2008. – С. 308–313.

11. Єгорченков В. О. Світловий клімат України / В. О. Єгорченков. // Будівництво України. – 2005. – № 2 – С. 21–23.

12. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 [Чинний з 2011-11-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 112 с. – (Державний стандарт України).

13. Пугачов Є. В. Метод наближеного розрахунку світла, відбитого фасадом в приміщення / Є. В. Пугачов // Прикл. геометрія та інж. графіка : міжвід. наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2009. – Вип.82. – с. 42–46.

ГЕОМЕТРИЧНІ ОСНОВИ ЗМІНИ № 2 ДБН В.2.5-28-2006 «ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»

Анотація. Обґрунтовуються та аналізуються запропоновані зміни українських будівельних норм з природного освітлення з точки зору використання методів прикладної геометрії.

GEOMETRIC BASICS OF CHANGES № 2 IN THE DBN V.2.5-28-2006 "NATURAL AND ARTIFICIAL LIGHTING"

Abstract. This article justified and analyzed the proposed changes in the Ukrainian building regulations for natural light from the position of the use methods applied geometry.

УДК 721.01

Дворецкий А.Т., д.т.н., профессор
Дворецкий Д.А., инженер

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ ОРАНЖЕРЕИ В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
Украина*

Аннотация. В статье предложен способ количественной оценки на стадии проектирования доли солнечной энергии оранжерею в тепловом балансе энергоэффективного малоэтажного здания. В расчётах используются данные солнечной радиации за каждый месяц отопительного периода в Южных областях Украины.

Постановка проблемы. За последние 20 лет широкое распространение получили «солнечные дома», хозяйства от коттеджа до поместья, большая часть энергетических потребностей которых обеспечиваются солнечной энергией.

Самую большую надежду ученые возлагают на солнечный свет. По мнению лауреата Нобелевской премии Жореса Алферова, являющегося ярким сторонником его использования в качестве альтернативного источника энергии, за солнечной энергетикой — будущее человечества.

Анализ публикаций. Для того, чтобы оценить насколько удачно архитектору удалось решить задачи по проектированию энергоэффективного здания необходимо иметь объективную количественную характеристику достигнутого результата [1].

Пассивный дом, энергоэффективный дом или экодом (нем. Passivhaus, англ. passive house) потребляет в среднем около 10 % от удельной энергии на единицу объёма, потребляемой большинством современных зданий. В большинстве цивилизованных стран существуют собственные требования к стандарту пассивного дома.

В Европе существует следующая классификация зданий в зависимости от их уровня энергопотребления (рис. 1).

“Дом нулевой энергии” (здание, архитектурно имеющее тот же стандарт, что и пассивный дом, но инженерно оснащенное таким образом, чтобы потреблять исключительно только ту энергию, которую само и вырабатывает) — 0 кВт·ч/м²год.

Дом плюс энергии” (здание, которое с помощью установленного на нем инженерного оборудования: солнечных батарей, коллекторов, тепловых насосов, рекуператоров, грунтовых теплообменников и т.п. вырабатывало бы больше энергии, чем само потребляло).

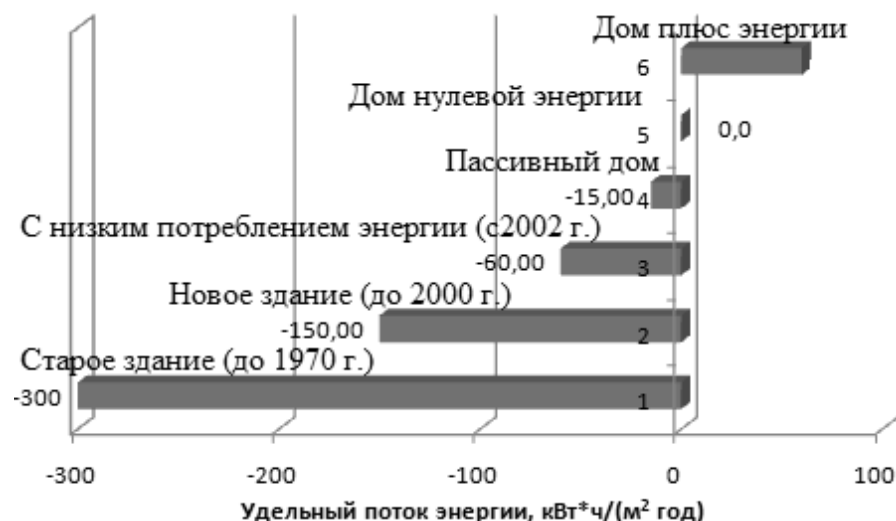


Рис. 1. Классификация зданий в зависимости от уровня энергопотребления (ЕС)

“

Солнечное тепло может поступать в здание через:

- пристроенную к южному фасаду здания солнечную теплицу (оранжерея, зимний сад);
- южную остекленную теплоаккумулирующую стену Тромба (или другие устройства);
- окна южной ориентации.
- активные солнечные системы

Целью данной статьи является определение доли тепловой солнечной энергии в тепловом балансе малоэтажного здания в южных областях Украины.

Основная часть. Рассмотрим подробнее оценку повышения энергоэффективности здания за счёт пристроенных к южному фасаду здания оранжерей (помещений для нагрева воздуха).

В расчётах поступления солнечного тепла в здание используются данные солнечной радиации для выбранного района застройки. В строительных нормах «Строительная климатология» [3] приведены данные солнечной радиации для ясного неба (рис. 2) для Симферополя.

Судя по графику солнечной радиации для ясного неба в Крыму (рис. 2) для южного вертикального фасада, в летние месяцы количество солнечной радиации меньше чем в весенние и осенние месяцы. Этот факт необходимо учитывать при проектировании энергоэффективных зданий.

Трёхмерная модель наглядно демонстрирует, что наибольшее количество солнечной радиации поступает на вертикальную плоскость юго-восточной, южной и юго-западной ориентаций в сентябре, октябре и ноябре.

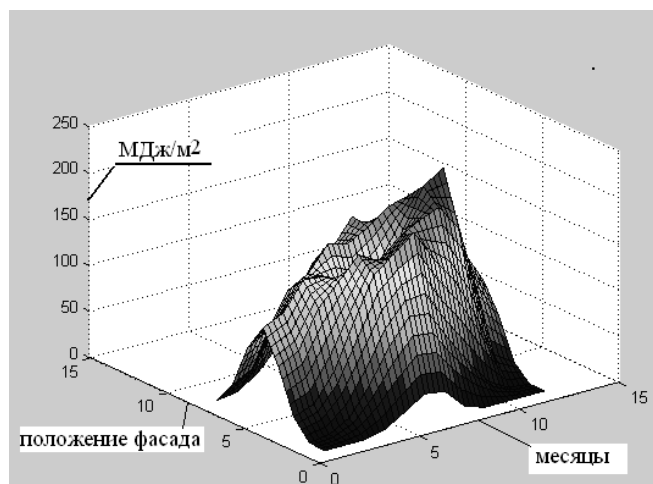


Рис. 2. Интенсивность солнечной радиации в Симферополе



Рис. 3. Оранжерея

Эти данные необходимо учитывать при расчёте теплового баланса ежемесячно, что позволит определять долю энергии в этом балансе, генерируемой отопительными приборами. В свою очередь, эти результаты могут быть учтены при повышении энергоэффективности жилого здания за счёт соответствующего архитектурно-планировочного решения и подбора активных и пассивных солнечных коллекторов на стадии проектирования здания[4].

В пассивных солнечных системах прямого обогрева улавливается солнечное излучение, поступающее внутрь здания через светопрозрачные ограждающие конструкции с южной стороны (рис. 3). Помещения для воздушного нагрева могут быть в виде оранжерей, атриумов, остеклённых террас, парников.

В настоящей работе предлагается расчёт теплопоступлений через светопрозрачные ограждающие конструкции производить ежемесячно для отопительного периода.

С учетом теплопередачи общее количество солнечной энергии, пропущенной через светопрозрачную конструкцию за день, определяется по формуле

$$I_{\text{ост}} = I_s \pm E_{\text{пот}}$$

$E_{\text{пот}} = K(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) F$ - потери тепловой энергии через светопрозрачные конструкции.

Так, например, для января $E_{\text{пот}} = K(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) = 1,7(22 - (-18)) = 68 \text{ Вт/м}^2$ – потери энергии в холодную пятидневку для Симферополя.

Где, K - коэффициент теплопередачи через светопрозрачные конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$;

$t_{\text{в}}$ - температура внутреннего воздуха;

$t_{\text{н}}$ - температура наружного воздуха выбирается из таблицы 2 как

среднемесячная температура [3];

F - площадь солнцезащитного остекления южной стены, м².

Поступление тепловой солнечной энергии определяется по формуле:

$$I_s = I \times F \times \zeta \times \varepsilon,$$

где I – энергетическая освещённость вертикальной плоскости для января месяца, которая выбирается по таблице 10 [3] и пересчитывается с учётом облачности (Таблица 26) [3]. Для остальных месяцев данные взяты из работы проф. Сергейчука О.В. [5];

F – площадь светопроёма, ориентированного на соответствующие стороны горизонта;

ζ - коэффициент, учитывающий затенение светопроёма, который принимается по табл. Н.1 (2);

ε - коэффициент относительного проникновения солнечной радиации для светопрозрачных конструкций, который принимается по паспортным данным или по табл. Н.1(2).

Для семи месяцев посчитаны значения удельной остаточной тепловой энергии в оранжерее (таблица 1). Наглядно эти значения изображены на гистограмме (рис. 4).

Таблица 1. Значения удельной остаточной тепловой энергии в оранжерее.

	Σ за 6 часов. Вт/м ²	Солнечная радиация Вт/м ² с учётом облачности в час в течение 6 часов	ζ x ε 0,43	Сред- неме- сячн. t ⁰	E _{пол.} Вт/м ²	I _{ост} Вт/м ² в час в течение суток
Октябрь	3210	3210 * 0,73 / 6 = 390	168	11	18,7	149 / 4 = 37
Ноябрь	3345	3345 * 0,52 / 6 = 290	125	6,1	27,2	98 / 4 = 26
Декабрь	2880	2880 * 0,43 / 6 = 206	89	2,1	34	55 / 4 = 14
Январь	3086	3086 * 0,47 / 6 = 242	104	-0,3	37,4	67 / 4 = 17
Февраль	3270	3270 * 0,53 / 6 = 289	124	-0,4	37,4	87 / 4 = 22
Март	3042	3042 * 0,61 / 6 = 309	133	3,7	30,6	102 / 4 = 26
Апрель	2342	2342 * 0,72 / 6 = 281	121	10	20	101 / 4 = 25

Одноэтажный дом с цокольным этажом, открытой террасой, оранжереей (помещение для нагрева воздуха) и отапливаемой площадью 290 м² в декабре месяце имеет теплопотери 3,5 кВт. В расчёты заложены значения минимально допустимых сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций здания (Таблица 1) [4].

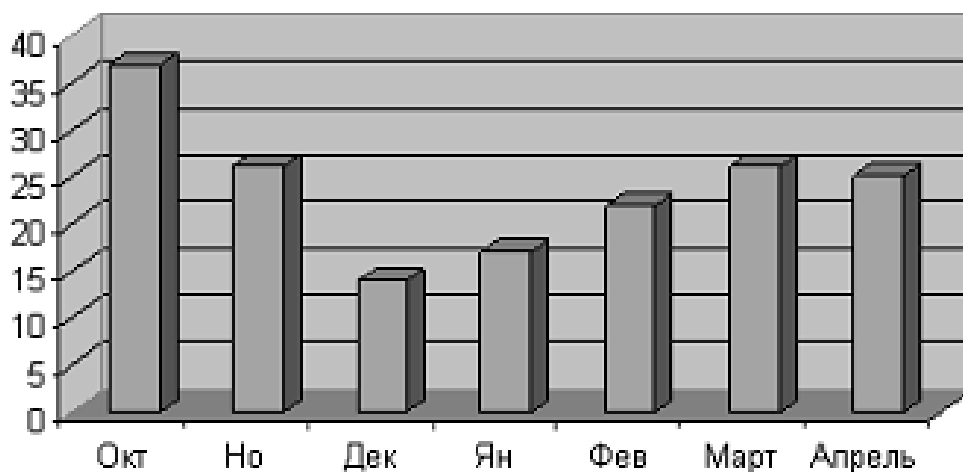


Рис.4. Гистограмма остаточных удельных тепlopоступления в оранжерее Вт/м²

Тепловая солнечная энергия, поступающая в оранжерею в декабре месяце - $Q_{ор} = I_{ост} * F = 14 \text{ Вт/м}^2 * 28 \text{ м}^2 = 0,4 \text{ Квт.}$

$I_{ост}$ -интенсивность остаточной солнечной радиации Вт/м² берётся из таблицы 1. F – площадь светопрозрачного ограждения оранжереи. Для выбранного примера $F = 14\text{м} * 2\text{м} = 28 \text{ м}^2$.

Таблица 2. Доля тепlopоступлений в оранжерее в тепловом балансе здания

Месяцы	Потери Квт. Без буф. Помещ.	С потерями на вентиляцию 30%	Тепlopоступления. Оранжерея	Доля в тепловом балансе, %
Октябрь	1,4	1,8	1,0	55
Ноябрь	2,1	2,7	0,7	26
Декабрь	2,7	3,5	0,4	11
Январь	3	3,9	0,5	13
Февраль	3	3,9	0,6	15
Март	2,4	3,1	0,7	23
Апрель	1,5	2	0,7	35

Тестирование оранжереи (рис. 4) и «солнечного дома» в Симферопольском районе начато в 2011 году. В этом доме, потребление органического топлива сокращено на 40% за счёт «солнечной» архитектуры и устройств солнечного нагрева теплоносителей.

Выводы. Предложенный способ количественной оценки теплотерь и тепlopоступлений в оранжереи позволяет на стадии проектирования оценить долю солнечной энергии оранжереи в тепловом балансе здания.

За счёт использования солнечной энергии в холодное время года можно существенно повысить энергоэффективность жилого здания и существенно уменьшить сжигание органического топлива. В предложенном способе расчёты ведутся по данным среднемесячных температур и солнечной радиации.

Литература

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности. - М.:АВОК - ПРЕСС, 2002г
2. ДБН В.2.6. - 31:2006. Тепловая изоляция зданий. Государственные строительные нормы Украины. Конструкции зданий и сооружений. Киев 2006.
3. ДСТУ – Н Б В.1.1 – 27:2011. Строительная климатология. Киев 2011.
4. Дворецкий А.Т. Энергоэффективный коттедж с максимальным использованием солнечной энергии/ Дворецкий А.Т.,
5. Максименко А.Е., Денисова Т.В.// Материалы международного симпозиума «Устойчивая архитектура», Москва, ноябрь 2011. С. 142.
6. Сергейчук О.В. Геометрична комп'ютерна модель "Atmospheric Radiation" для енергоефективного будівництва. Енергосбереження в будівництві та архітектурі. -Київ:-2011 -вип. 1.- С 22-28.

СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ОРАНЖЕРЕЇ У ТЕПЛОВОМУ БАЛАНСІ МАЛОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ Дворецкий О.Т., Дворецкий Д.О.

Анотація. У статті запропонований спосіб кількісної оцінки на стадії проектування частки сонячної енергії оранжереї в тепловому балансі енергоефективної малоповерхової будівлі. У розрахунках використовуються дані сонячної радіації за кожен місяць опалювального періоду в Південних областях України.

SOLAR ENERGY OF HOTHOUSE IN HEATING BALANCE OF SMALL FLOOR BUILDING Dvoretsky A, Dvoretsky D.

Abstract. The method of quantitative estimation of sun energy part of the passive collector in thermal balance of energy affective small floor building on the design stage is offered in the article. Information of sun radiation for each month of heating period in the Southern regions of Ukraine is used in calculations.

УДК 514.18

Авдоньев Е.Я. к.т.н., профессор

ГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ – СРЕДСТВО ОБЩЕНИЯ

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства,
Украина, АРК*

Аннотация. Предлагается более полное и обязательное обучение графическому моделированию на всех уровнях и этапах обучения не только будущих архитекторов и инженеров, но и всех других учащихся, как самому наглядному, разнообразному, понятному и естественному средству общения людей.

Ключевые слова – модель, графическая модель, чертёж, изображение, компьютерная графика, техническое творчество.

Постановка проблемы. В трудное, но очень интересное время мы живём: появляются и выявляются всё новые и новые факты и факторы нашей жизни, как на земле, так во всех её окрестностях. Мы пытаемся познать все эти системы (рис.1). Природа является необходимой средой существования общества. Она даёт материалы, энергию, естественные пути сообщения, пищу, воду, воздух и другое необходимое для жизнедеятельности людей [1].

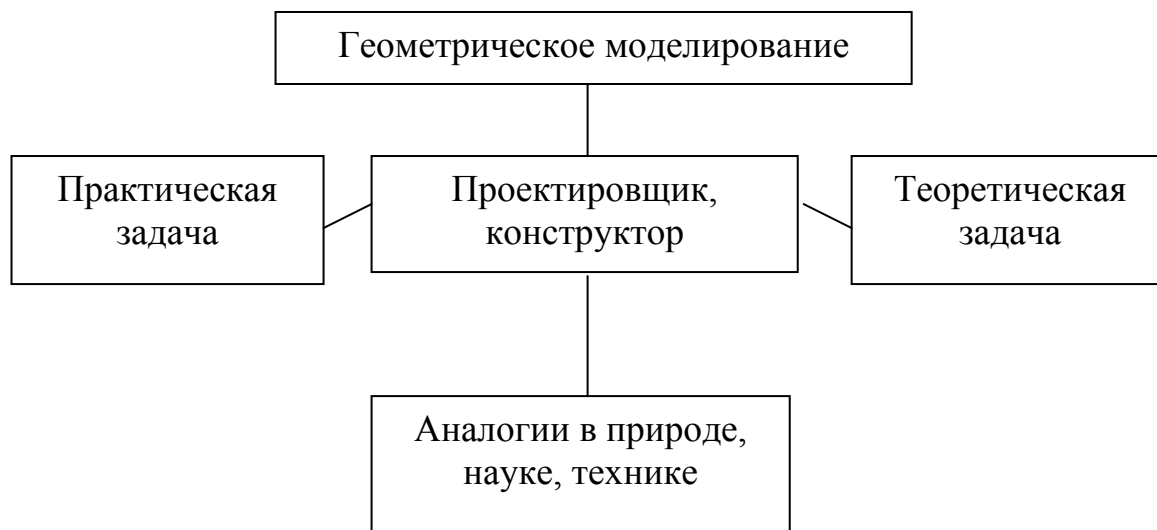


Рис. 1

Анализ последних исследований. Наша инженерная и научная деятельность так же одна из подсистем общественной жизни на Земле – материального производства (рис.2)



Рис. 2

Главная задача науки – познавать законы природы и предвидеть их последствия от возможных нарушений. Их вокруг нас достаточно, созидать лучше разумно, без отрицательных последствий во всех сферах нашей жизни [1].

Все объекты вокруг нас принято делить на две категории: естественные, то есть природные и искусственные, то есть созданные людьми как результат преобразований естественных. Созданию последних всегда предшествует проектирование и конструирование. Это сложный творческий мыслительно-действенный процесс, завершающийся исполнением проекта создания объекта (рис.3)

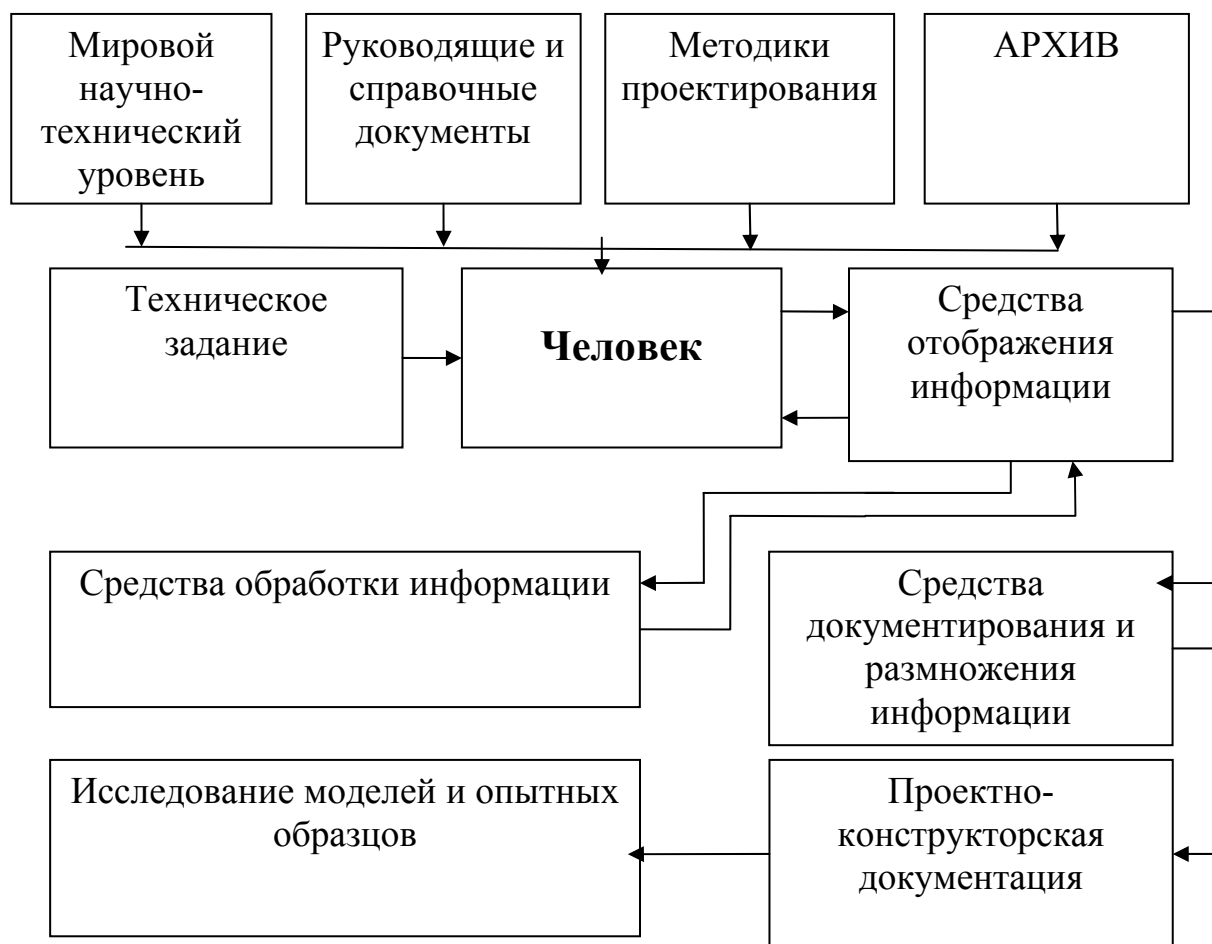


Рис. 3

Основная часть. Конечная часть действий инженера-конструктора – создание объекта: здания, сооружения, узла, детали, механизма, машины. Оно сопровождается решением ряда задач: обеспечение прочности и износостойчивости объекта, технологичности, наименьшей массы и др. Решение этих задач во многом зависит от придания объекту рациональных геометрических форм (рис.4). Основой всей системы создания объекта служат чертежи – графические модели [2-4].

Начало чертежу так же дала природа: свет и тень от человека – рисунок; облака – рисунок; камни и скалы – рисунок... Нам осталось его повторять, развивать, применять как средство общения между собой. Пошли планы на земле, пергаменте, дереве, холсте, бумаге и т.д. Показывали форму, конструкцию, размеры объектов. Чертёж – это графическая модель понимания и научного представления объекта. Он несёт в себе информацию о пространственной структуре создаваемого объекта как системы, о его реальной форме, позиционных и метрических свойствах. Процесс получения графических моделей есть процесс отображения пространства на плоскость. Такие модели должны быть наглядны, однозначны, рациональны, просты и точны. Для изображения объектов на плоскости используют: перспективу; рисунок; аксонометрию; технический рисунок; прямоугольные проекции.



Рис. 4

Основу всех графических моделей составляют геометрические фигуры. Какую бы сложную форму и конструкцию не имел объект, конструктор выполняет её как систему простейших геометрических фигур или их частей. Форма существенно влияет на технологический процесс изготовления объекта. Основные типы изображений на чертежах, как проектно-конструкторских документах: виды, разрезы, сечения, размеры, обозначения, надписи. Особую сложность исполнения и чтения вызывают последние – искусственные способы выявления внутреннего устройства объектов. Они подчёркивают творчество в процессе конструирования. Особенно это заметно при чтении чертежей изготовителем. Он выполняет процесс созидания в обратном порядке полностью учитывая реальные условия изготовления.

Как было сказано выше, меняются возможности и условия и процесса получения изображений: традиционное ручное заменяется машинным в разных режимах - оперативным или пакетным. Меняются и методы использования графических моделей и их возможностей.

Начало, базу обучению работать с формой и конструкцией может дать только сочетание «ручных» изображений, их моделей склеенных из развёрток, с их показом на экране компьютера. Только компьютерная графика или только линейка и циркуль не допустимы нигде. Критерием служит паспорт специальности, задачи, методы и методики обучения, выполнения работ.

Выводы: Разумное сочетание машинного и «ручного» со здоровым интересом к формообразованию даёт хорошие результаты не только в

обучении, но и при выполнении реальных графических моделей и их использовании.

В детском саду – рисуем, в школе – рисуем, технически – рисуем, строим прямоугольные проекции геометрических фигур и деталей. Тогда в высшую школу, особенно техническую, поступают абитуриенты, подготовленные к занятиям творчеством (рис. 4)

Литература.

1. Арцишевский и др. Человек и общество. Учебник. – К.: В.Т.Ф. «Перун», 2008. – 432с.
2. Плоский В.О. Методологическая парадигма прикладной геометрии и содержание паспорта специальности 05.01.01 // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К., 2007. – Вып. 78. – С. 23-27.
3. Авдоньев Е.Я. Геометрии, сколько их? // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К., 2007. – Вып. 78. – С. 79-83.
4. Сб. Прикладная геометрия и инженерная графика. – К., 2000-2011г.г.

Анотація. Пропонується більш повне і обов'язкове навчання графічного моделювання на всіх рівнях і етапах навчання не тільки майбутніх архітекторів та інженерів, але і всіх інших учнів, як самому наочному, різноманітному, зрозумілому та природному засобу спілкування людей.

GRAPHICAL MODELS ARE THE MEANS OF COMMUNICATION

E. Avdonev

The National Academy of Nature Protection and Resort Construction,
Ukraine, Crimea

Abstract. A more comprehensive and mandatory training of graphical modeling at all levels and stages of learning, not only of future architects and engineers, but also for all other students as the most vivid, varied, clear and natural means of communication between people. A judicious combination of machine and «manual» with a healthy interest in shaping good results not only in training, but when the actual graphical models and their use are considered

УДК 624.005.584 (427.75)

Ажермачёв С.Г., к.т.н., доцент

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА СООРУЖЕНИЙ В КРЫМУ

*Национальная академия природоохранного и курортного
строительства, Украина*

Аннотация. Рассматривается организация и проведение мониторинга сооружений с учетом региональных условий. Показаны некоторые факторы, влияющие на надежность конструкций сооружений для условий Крымского региона, влияние ответственности сооружения на индекс надежности.

Ключевые слова: сооружение, запас прочности конструкций, надежность, безопасность, анализ наблюдений.

Введение. С развитием науки, методов расчета и вычислительной техники запасы прочности сооружений, конструкций, элементов и соединений резко снизились. Зачастую они оказываются всего лишь несколько больше единицы. Современные строители давно отошли от тех канонов, которые закладывались при строительстве уникальных сооружений, которые были построены несколько тысяч лет тому назад и просуществуют еще долго (если не будет каких-то катастроф).

Однако современное общество, имея достаточно высокий научный потенциал, не может пойти на такие затраты и сооружения строят на 50 – 150 лет, а для некоторых объектов определяют срок 20 – 50 лет (например, морские платформы для добычи углеводородов на шельфе морей), назначая соответствующие запасы прочности. Но и в этот период эксплуатации, могут возникнуть ситуации, которые вызовут нарушение технологического процесса или приведут к аварийным ситуациям. Поэтому для сооружений, и в первую очередь, для уникальных, должен выполняться постоянный мониторинг их состояния, который бы давал возможность оценить действительное состояние несущих конструкций и их несущую способность, выработать меры, обеспечивающие их безаварийность и требуемую надежность [1].

Анализ основных исследований и публикаций. Надежность и безопасность объекта оценивается по результатам мониторинга и степени соответствия расчета конструкций в соответствии с нормами на проектирование, согласно которых значение действительной несущей способности конструкций должна быть выше или, в крайнем случае, должна быть равна возможному нагрузочному эффекту, являющемуся следствием внешних воздействий с учетом действительного состояния конструкций: деформаций, перемещений, осадок, коррозии элементов,

состояния соединений и т. п. [2]. При этом под надежностью понимается свойство сооружения выполнять требуемые функции.

Под безопасностью понимается свойство сооружения при нормальной эксплуатации и возможных аварийных ситуациях ограничивать допустимый уровень риска возможности наступления опасных социальных, экономических и экологических последствий.

Уровень надежности сооружения в первую очередь зависит от качества проекта, выбора конструктивной схемы, ее элементов и соединений, учета фактических возможных нагрузжений и их сочетаний, правильного выбора материалов, производства и качества строительно-монтажных работ и т.п. Поэтому отказы конструкций при эксплуатации сооружений чаще всего связаны с такими неблагоприятными факторами и их сочетаниями, как нарушение норм и правил технической эксплуатации, выполнения строительно-монтажных работ с отступлениями от проекта, ошибки в проектных технологических решениях, превышение принятых нагрузок и воздействий над расчетными значениями, недостаточная несущая способность конструкции и отдельных элементов в результате коррозионных разрушений или появления дефектов (например трещин, погнутостей и т.п.), потеря устойчивости конструкций и элементов и т.п.

Цель и задачи исследования — обеспечение надежности и безопасности сооружений.

Вышеуказанные факторы могут быть по-разному оценены для различных объектов, но к надежности уникальных сооружений предъявляются повышенные требования в связи с их социальной значимостью, а также сложностью и многоэлементностью конструкций. К таким сооружениям в первую очередь следует отнести морские сооружения для добычи углеводородов на континентальном шельфе Черного и Азовского морей, емкости для хранения нефтепродуктов, большепролетные сооружения (судостроительные цеха, кинотеатры, вокзалы и т.п.), канатные дороги, сооружения энергетики, высотные здания (особенно в зонах высокой сейсмической активности), специальные сооружения, например, ресторан гостиницы «Ялта», покрытие которого представляет двухслойную мембранную оболочку с толщиной металлического листа 2мм. Этот объект был возведен в 1976 году. При частичном осмотре конструкций в мае 1998 г. было установлено, что тонкостенная мембрана над главным залом начинает разрушаться от коррозии, наблюдаются коррозионные разрушения отдельных мест опор мембранного покрытия, при этом необходимо иметь в виду, что район гостиничного комплекса находится в зоне высокой сейсмической активности (8 баллов и более по шкале Рихтера).

Подобное можно сказать и о других сооружениях и памятниках культуры, расположенных на южном берегу Крыма.

К этой же категории сооружений следует отнести и мост через Керченский пролив, который намечается к строительству.

Методика исследований. Крымский регион отличается разнообразием гидрогеологических и сейсмических факторов. Крым относится к территории, где могут проявляться землетрясения силой до 8-9 баллов по шкале Рихтера, в этом регионе наблюдаются штормовые ветры и ветровые волны высотой 12м и более, ледовые воздействия на морские сооружения (Азовское море, а иногда наблюдается и в Черном море), оползни грунта на сухопутной части и морском дне, карстовые явления, большое содержание сероводорода в водах Черного моря, многометровые илы на дне Азовского и Черного морей, морская атмосфера, которая способствует коррозионным разрушениям конструкций сооружений и т.д.

Большинство уникальных сооружений индивидуальны. В процессе проектирования и их возведения часто возникают проблемы, решить которые в рамках действующих нормативных документов невозможно, не исключены ошибки и недочеты. Все это говорит о том, что за этими сооружениями необходимо проводить мониторинг несущих конструкций и делать постоянно оценку их действительного состояния и эксплуатационной надежности.

Для проведения мониторинга предварительно составляется программа, которая должна включать:

- 1) выбор объектов контроля (какие конструкции, их число, места опасных сечений, места установки приборов для измерения интересующих факторов);
- 2) определение необходимых приборов и их возможности. Это могут быть серийные приборы или они должны быть доработаны, или вообще созданы для данного объекта. Их места установки и способы получения информации от приборов;
- 3) способы обработки полученной информации от приборов;
- 4) сравнение расчетных данных по проектной документации и данных, полученных с помощью приборов, визуальных обследований и т.д.;
- 5) разработку рекомендаций по дальнейшей эксплуатации сооружения.

Идеально, если регистрирующие приборы или хотя бы их часть, можно было установить при строительстве сооружения (чтобы иметь нулевой отсчет). Это желательно, однако не всегда возможно.

Результаты и анализ исследований. Для постоянного слежения за состоянием конструкций, а также для накопления полученной информации, ее обработки и использования в дальнейшем необходимо оформить банк данных. Лучше, если информация подается в автоматическом режиме, в противном случае в информационный банк могут не попасть пиковые данные, которые наблюдаются в экстремальных условиях.

После сравнения напряженно-деформированного состояния конструкции (элемента, соединения, и т.п.) с учетом их действительного состояния с результатами расчета при разработке проекта могут возникнуть следующие ситуации:

1) данные напряженно-деформированного состояния конструкции (элементов), полученные в результате замеров, значительно ниже расчетных;

2) данные напряженно-деформированного состояния конструкции (элементов), полученные в результате замеров, достигают расчетного уровня;

3) данные напряженно-деформированного состояния конструкции (элементов), превышают расчетные.

Если при первой и второй ситуациях, в общем, сооружение может и дальше эксплуатироваться нормально (иногда может потребоваться лишь локальное решение какого-либо вопроса), то в третьей ситуации необходимо срочно решать, как отразится пиковый уровень напряжений на несущую способность элемента, конструкции и всего сооружения и после анализа принимать соответствующее решение, вплоть до прекращения его эксплуатации.

Для получения показателей надежности необходимо использовать методы теории вероятностей [3,4,5]. В качестве случайных величин следует принимать внешние воздействия и механические характеристики материалов. В качестве статистических случайных величин принимать среднее значение и коэффициент вариации. Требуемые статистические характеристики нагрузок и несущей способности конструктивных элементов можно получить при мониторинге и обследовании конструкций сооружения, включая материалы предыдущих обследований и ремонтов.

При оценке уровня надежности конструкций сооружения необходимо рассматривать влияние каждого вида отказов, соответствующего рассматриваемой расчетной ситуации. В выражение для определения индекса надежности при отсутствии корреляционной связи между нагрузкой и несущей способностью конструкции входят дисперсии нагрузки прочности.

Чем выше ответственность сооружения, тем больше должно быть значение индекса надежности.

Приняв индекс надежности по вероятным таблицам, можно определять вероятность отказа конструкции или элемента.

Выводы

1. В крымском регионе на сооружения могут оказывать влияние многофакторные нагрузки и их сочетания.

2. Для повышения эксплуатационной надежности сооружения необходимо постоянно вести мониторинг состояния его конструкций.

3. Для определения напряженно-деформированного состояния конструкций необходимо иметь информацию о состоянии конструкций и действительных нагрузочных воздействиях.

4. Применение вероятностных методов расчета позволит получить информацию о возможных отказах.

Литература

1. Сироцкий А.Н. Мониторинг зданий и сооружений. – М. 2003. - 234с.
2. Ажермачев Г.А. Прогнозирование неразрушения конструкций. / Металеві конструкції: сьогодення та перспективи розвитку. Київ. 2008. – с. 70-75.
3. Аугустин Г., Баратта А., Кашната Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании. / Перевод с английского Ю.Д. Сухова. – М. Стройиздат. 1988.-584с.
4. Екимов В.В. Вероятностные методы в строительной механике корабля. Л. Судостроение. 1966.-328с.
5. Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий. – Полтава: ООО «АСМИ», 2009. – 452 с.

Анотація. Розглядається організація та проведення моніторингу споруд з урахуванням регіональних умов. Показані деякі фактори, що впливають на надійність конструкцій споруд для умов Кримського регіону, вплив відповідальності споруди на індекс надійності.

Ключові слова: споруда, запас міцності конструкцій, надійність, безпека, аналіз спостережень.

Abstract. Organization and leadthrough of monitoring of buildings is examined taking into account regional terms. Some factors, influencing on reliability of constructions of buildings for the terms of the Crimean region, influence of responsibility of building on the index of reliability, are rotined.

Keywords: Building, margin of safety of constructions, reliability, safety, analysis of supervisions.

Бакаева Н. В., к.т.н., доцент
Шишкина И. В., к.т.н., ст. преподаватель

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВКЛАДА СОСТАВЛЯЮЩИХ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕАЛИЗАЦИЮ ФУНКЦИЙ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОГО ГОРОДА И ЕЕ ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», Россия

Аннотация.

Разработана методика и составлен алгоритм оценки вклада составляющих автотранспортной инфраструктуры городского хозяйства в реализацию функций биосферосовместимого города. Произведена градация уровней коэффициентов реализуемости и доступности функций города. Выполнен укрупненный расчет и определен вклад составляющих автотранспортной инфраструктуры в реализацию функций биосферосовместимого города на основе мнения экспертов.

В последние десятилетия проблема повышения экологической безопасности промышленного, гражданского, городского и транспортного строительства становится все злободневнее и выходит за рамки принятия конкретных инженерно-технических мероприятий и программ. Одним из наиболее значимых направлений решения данной проблемы является снижение загрязнения окружающей природной среды отходами, образующимися от подвижных и стационарных источников объектов транспортного назначения как составной части городского хозяйства.

Одним из комплексных подходов к обеспечению экологической безопасности городского хозяйства и его автотранспортной инфраструктуры является парадигма биосферной совместимости, предложенная Российской академией архитектуры и строительных наук [1,2] и предусматривающая необходимость установления баланса между элементами техносферы и потенциалом биосферы, результатом которого для некоторой территории будет сохранение и восстановление биосферы, а вместе с ней и развитие человека как составной ее части.

Применительно к оценке состояния автотранспортной инфраструктуры (АТС) одной из ключевых задач является разработка методики построения и расчета обобщенных критериев, отражающих такой баланс в границах определенной городской территории. Эта задача может быть решена построением интегральных показателей:

- показателя реализации функций биосферосовместимого города с учетом вклада АТС ξ^{ATC} (по аналогии с показателем реализации функций города ξ [3] при замене слагаемых, характеризующих параметры реализуемости и доступности функций города по отношению к одному жителю на соответствующие значения в пересчете на одного потребителя услуг АТС);

- показателя биосферной совместимости в отношении территорий объектов АТС η^{ATC} (по аналогии с показателем биосферной совместимости территории η [3] при замене слагаемых, характеризующих значения элементов инфраструктуры объектов АТС и биосферы).

Принимаем гипотезу, что все функции биосферосовместимого города по своей значимости равнозначны [2,3]. На этом основании для расчета показателя их реализации с учетом вклада АТС предлагается формула:

$$\xi^{ATC} = \sum_{n=1}^n \xi_{\Phi_n}^{ATC} = n \cdot \xi_{\Phi_n}^{ATC}, \quad (1)$$

где $\xi_{\Phi_n}^{ATC}$ – Φ_n -я функция города с учетом вклада АТС; n – количество функций города, принятых при оценке.

Показатель реализации конкретной Φ_n -й функции города с учетом составляющих АТС $\xi_{\Phi_n}^{ATC}$ можно определить по формуле:

$$\xi_{\Phi_n}^{ATC} = \sum_{i=1}^{i=i} c_{in} \alpha_{in} \beta_{in} / \sum_{i=1}^{i=i} c_{in}^* \alpha_{in}^* \beta_{in}^*, \quad (2)$$

где C_{in} – относительное значение i -й составляющей в Φ_n -й функции города из расчета на одного потребителя услуг АТС; α_{in} – коэффициент доступности i -й составляющей; β_{in} – коэффициент реализуемости i -й составляющей; C_{in}^* – минимально необходимое с точки зрения развития человека в биосферосовместимом городе относительное значение параметра; α_{in}^* – нормируемое (максимально возможное или рациональное) значение коэффициента доступности; β_{in}^* – нормативное (установленное нормами, гарантируемое законодательством и администрацией поселения, продиктованное рыночными отношениями, рациональное или оптимальное расчетное) значение параметра реализуемости β_{in} .

Учитывая, что в действующих нормах территориального планирования не все показатели, входящие в формулу (2), нормируются, то для возможности численной реализации полагаем, что все i -е составляющие каждой Φ_n -й функции биосферосовместимого города также

равнозначны и равны значению, определяющему развитие человеческого потенциала: $c_{in}^* = c_{in} = 1/i_n$.

В результате формула (2) примет вид:

$$\xi_{\Phi_n}^{ATC} = \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in} \beta_{in} / \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in}^* \beta_{in}^*, \quad (3)$$

а показатель реализации функций биосферосовместимого города с учетом вклада АТС ξ^{ATC} можно определить исходя из выражения:

$$\xi^{ATC} = \sum_{n=1}^{n=n} \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in} \beta_{in} / \sum_{n=1}^{n=n} \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in}^* \beta_{in}^*. \quad (4)$$

Несложно видеть, что значения показателей ξ^{ATC} , $\xi_{\Phi_n}^{ATC}$ находятся в интервале: $0 \leq \xi^{ATC} \leq 1$; $0 \leq \xi_{\Phi_n}^{ATC} \leq 1/n$. При этом максимально возможные значения параметров α_{in} , α_{in}^* , β_{in} , β_{in}^* составят:

$$\xi_{\Phi_n, \max}^{ATC} = \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in}^{\max} \beta_{in}^{\max} / \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in}^{*, \max} \beta_{in}^{*, \max} = 1/n. \quad (5)$$

Параметры α_{in} , β_{in} отражают текущие, реальные показатели, а α_{in}^* , β_{in}^* – нормативные, т.е. минимально необходимые с точки зрения развития человека или рациональные, максимально возможные значения которых равны 1. Это допущение справедливо, т.к. при введении в расчет $\alpha_{in}^* < 1$, $\beta_{in}^* < 1$ будет наблюдаться эффект необоснованного повышения параметра $\xi_{\Phi_n}^{ATC}$.

Таким образом:

$$\sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in}^{\max} \beta_{in}^{\max} / i_n = 1/n \text{ или } \alpha_{in}^{\max} \beta_{in}^{\max} = 1/n. \quad (6)$$

В рамках принятой гипотезы о равнозначности функций для численного анализа полагаем: $\alpha_{in}^{\max} = \beta_{in}^{\max}$. Тогда получим, что $\alpha_{in}^{\max} = \beta_{in}^{\max} = 1/\sqrt{n}$. В свою очередь, нормативному уровню ($\alpha_{in}^* = 1$, $\beta_{in}^* = 1$) соответствуют значения $\alpha_{in} = 1/\sqrt{n}$, $\beta_{in} = 1/\sqrt{n}$.

Исходя из этой же предпосылки, выполним градацию уровней оцениваемых коэффициентов: реализуемости β_{in} – по наличию (в принципе) и качественности реализации и α_{in} – по территориальной, временной и персональной доступности.

В таблицах 1 – 4 представлена примерная градация уровней оцениваемых параметров.

Таблица 1 - Реализуемость β_{in} безотносительно к качеству

Реализуемость β_{in} безотносительно к качеству					β_{in}^1
полное отсутствие	обеспеченность до 25%	обеспеченность до 50%	обеспеченность до 75%	наличие 100%	
0	$0,25/\sqrt{n}$	$0,50/\sqrt{n}$	$0,75/\sqrt{n}$	$1/\sqrt{n}$	

Таблица 2 - Реализуемость с оценкой характеристик $\beta_{in} = \beta_{in}^1 + \beta_{in}^2$

Реализуемость с оценкой характеристик $\beta_{in} = \beta_{in}^1 + \beta_{in}^2$					β_{in}^1
полное отсутствие	обеспеченность до 25%	обеспеченность до 50%	обеспеченность до 75%	наличие 100%	
0	$0,175/\sqrt{n}$	$0,35/\sqrt{n}$	$0,525/\sqrt{n}$	$0,70/\sqrt{n}$	
низкое качество	удовлетворительное качество		хорошее качество		β_{in}^2
0	$0,1/\sqrt{n}$		$0,2/\sqrt{n}$		
				$0,3/\sqrt{n}$	

Таблица 3 - Доступность с полной оценкой характеристик $\alpha_{in} = \alpha_{in}^1 + \alpha_{in}^2 + \alpha_{in}^3$

Территориальная доступность				
территориально доступ невозможен	территориально доступ возможен, но запрещен	территориально доступ ограничен	территориально доступ неограничен	α_{in}^1
0	$0,1/\sqrt{n}$	$0,2/\sqrt{n}$	$0,4/\sqrt{n}$	
Временная доступность				
по времени доступ ограничен постоянно	по времени доступ ограничен		по времени доступ неограничен	α_{in}^2
0	$0 \div 0,2/\sqrt{n}$		$0,3/\sqrt{n}$	
Персональная доступность				
доступ невозможен для всех участников транспортного процесса	доступ ограничен, возможен не для всех заинтересованных участников транспортного процесса	доступ ограничен, возможен для всех заинтересованных участников транспортного процесса	доступ возможен для всех участников транспортного процесса	α_{in}^3
0	$0,1/\sqrt{n}$	$0,2/\sqrt{n}$	$0,3/\sqrt{n}$	

Таблица 4 - Доступность α_{in} при оценке по упрощенной схеме

Доступность α_{in} при оценке по упрощенной схеме			α_{in}^1
доступ невозможен	доступность ограничена	доступ обеспечен в полном объеме	
0	$0,1/\sqrt{n} \div 0,9/\sqrt{n}$	$1/\sqrt{n}$	

С учетом того, что функций биосферосовместимого города всего семь, т.е. $\Phi_n=7$, вклад составляющих АТС в их реализацию составит - $0 \leq \xi_{\Phi_n}^{TATC} \leq 1/7$, и на основании (6) - $\alpha_{in}^{\max} = 1/\sqrt{7} = 0,378$; $\beta_{in}^{\max} = 1/\sqrt{7} = 0,378$.

В соответствии с предложенной методикой был рассчитан показатель реализации Φ_n -й функции города от автотранспортной инфраструктуры и ее составляющих.

Коэффициент реализации определялся по формуле:

$$\beta_{in} = \left(\sum_{m=1}^M (\beta_{in}^n + \beta_{in}^k) \right) / m, \quad (7)$$

где i – порядковый номер составляющей (для нашего примера $i=2$);

n - порядковый номер функции ($n=1$);

m – количество параметров (в зависимости от значимости);

β_{in}^n – реализация по наличию;

β_{in}^k – реализация по качеству.

Другой комплексный параметр - коэффициент территориальной, временной и персональной доступности жителям города функций биосферосовместимого города определяли по формуле:

$$\alpha_{in} = \alpha_{in}^{тер} + \alpha_{in}^{вр} + \alpha_{in}^{пер}. \quad (8)$$

Значения критериев оценки вычисляются на основании вышеприведенного алгоритма. Полученные расчетные значения коэффициентов территориальной, временной и персональной доступности, отражающих доступность автовладельцам объектов автотранспортной инфраструктуры [4], представлены в таблице 6.

Таблица 6 – К оценке параметра доступности

Ограничение по территориальной доступности $\alpha_{2,1}^{тер}$	территориальн о доступ невозможен- 0	территориальн о доступ возможен, но запрещен- 0,377	территориальн о доступ ограничен- 0,075	территориальн о доступ неограничен- 0,151
Ограничение по временной доступности $\alpha_{2,1}^{вр}$	по времени доступ ограничен постоянно - 0	по времени доступ ограничен- 0,075		по времени доступ неограничен - 0,113
Ограничение по персональной доступности $\alpha_{2,1}^{пер}$	доступ невозможен для всех участников транспортного процесса- 0	доступ ограничен, возможен не для всех участников транспортного процесса- 0,377	доступ ограничен, возможен для всех участников транспортного процесса- 0,075	доступ возможен для всех участников транспортного процесса - 0,113

В ходе эксперимента было обследовано 78 станций технического обслуживания автомобилей четырех территориальных районов г. Орла (22 - в Железнодорожном, 11 - в Советском, 21 - в Северном, 24 - в Заводском) и был выполнен укрупненный расчет и определен вклад составляющих

АТС в реализацию всех функций биосферосовместимого города на основе мнения экспертов.

Функция Φ_1 – «**Жизнеобеспечение**», составляющая C_2 – *Автотранспортные предприятия и предприятия дорожного сервиса.*

Так как все i - составляющие каждой Φ_n -й функции биосферосовместимого города равнозначны, то: $a_{i,2}^* = a_{i,2} = 0,20$, $i_2=5$.

Комплексный показатель этой составляющей при реализации исследуемой функции города с учетом ее вклада складывается из равенства отдельных показателей с учетом их значимости:

$$\beta_{2,1} = (\beta_{2,1}^1 + \beta_{2,1}^2 + \dots + \beta_{2,1}^{14}) / 14 = 0,118 .$$

Коэффициент доступности: $\alpha_{2,1} = 0,076 + 0,076 + 0,076 = 0,228$.

Функция Φ_2 – «**Развлечения и отдых**», составляющая C_1 – *Автомобильный спорт: $a_{i,2}^* = a_{i,2} = 0,333$, $i_2=3$.*

Комплексный показатель этой составляющей при реализации исследуемой функции города с учетом ее вклада складывается из равенства отдельных показателей с учетом их значимости:

$$\beta_{2,2} = (0,038 + 0,132 + 0,038 + 0,132) / 4 = 0,085 .$$

Коэффициент доступности: $\alpha_{2,2} = 0,113$.

Функция Φ_3 – «**Власть**», составляющая C_4 – *Территориальные органы Ростехнадзора, Роспотребнадзора, Росприроднадзора и др.: $i_3=4$, $a_{i,3}^* = a_{i,3} = 0,25$.*

Коэффициент реализации: $\beta_{3,2} = (0,198 + 0,113) / 2 = 0,156$.

Коэффициент доступности:

$$\alpha_{3,2} = \alpha_{3,2}^1 + \alpha_{3,2}^2 + \alpha_{3,2}^3 = 0,075 + 0,075 + 0,075 = 0,225$$

Функция Φ_4 – «**Милосердие**», составляющая C_1 – *Льготы на транспортные услуги отдельным категориям граждан: $i_4=3$, $a_{i,4}^* = a_{i,4} = 0,333$.*

Коэффициент реализации: $\beta_{1,4} = (0,16 + 0 + 0) / 3 = 0,053$.

Коэффициент доступности: $\alpha_{1,4} = 0,038$.

Функция Φ_5 – «**Знания**», составляющая C_1 – *Профессиональное образование: $i_5=2$, $a_{i,5}^* = a_{i,5} = 0,50$.*

Коэффициент реализации: $\beta_{1,5} = (0,189 + 0,283 + 0,076) / 3 = 0,183$.

Коэффициент доступности: $\alpha_{1,5} = 0,076 + 0,076 + 0,076 = 0,228$.

Функция Φ_6 – «Творчество», составляющая C_3 - Научное обеспечение автотранспортной отрасли: $i_6=3$, $a_{i,6}^* = a_{i,6} = 0,333$.

Коэффициент реализации:

$$\beta_{3,6} = (0,283 + 0,189 + 0,094 + 0,038 + 0,038 + 0,094) / 6 = 0,123.$$

Коэффициент доступности: $\alpha_{3,6} = 0 + 0,076 + 0,076 = 0,152$.

Функция Φ_7 – «Связь с природой», составляющая C_1 - Естественные природные ландшафты, каркасы и зоны рекреации и процессы регенерации и восстановления природной среды с участием социума: $i_7=2$, $a_{i,7}^* = a_{i,7} = 0,50$.

Коэффициент реализации: $\beta_{1,7} = (0,189 + 0,189 + 0,189) / 3 = 0,189$.

Коэффициент доступности: $\alpha_{1,7} = 0,189$.

Результаты расчета сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Значения показателей реализации функций биосферосовместимого города $\xi_{\Phi_n}^{ATC}$ от вклада объектов автотранспортной инфраструктуры г. Орла (по результатам укрупненного расчета)

Функции города и их составляющие	Значения показателя реализации функций города $\xi_{\Phi_n}^{ATC}$
Φ_1 : Жизнеобеспечение: C_2 – Автотранспортные предприятия и предприятия дорожного сервиса	0,027
Φ_2 : Развлечения и отдых: C_1 – Автомобильный спорт	0,010
Φ_3 : Власть: C_3 – Территориальные органы Ростехнадзора, Роспотребнадзора, Росприроднадзора и др.	0,031
Φ_4 : Милосердие: C_2 – Государственные программы помощи отдельным категориям граждан, фонды социальной поддержки	0,002
Φ_5 : Знания: C_1 – Профессиональное образование	0,042
Φ_6 : Творчество: C_3 – Научное обеспечение автотранспортной отрасли	0,019
Φ_7 : Связь с природой: C_1 – Естественные природные ландшафты, каркасы и зоны рекреации и процессы регенерации и восстановления природной среды с участием социума	0,038

На рисунке 1 представлена диаграмма численного распределения вклада объектов автотранспортной инфраструктуры г. Орла в реализацию функций биосферосовместимого города.

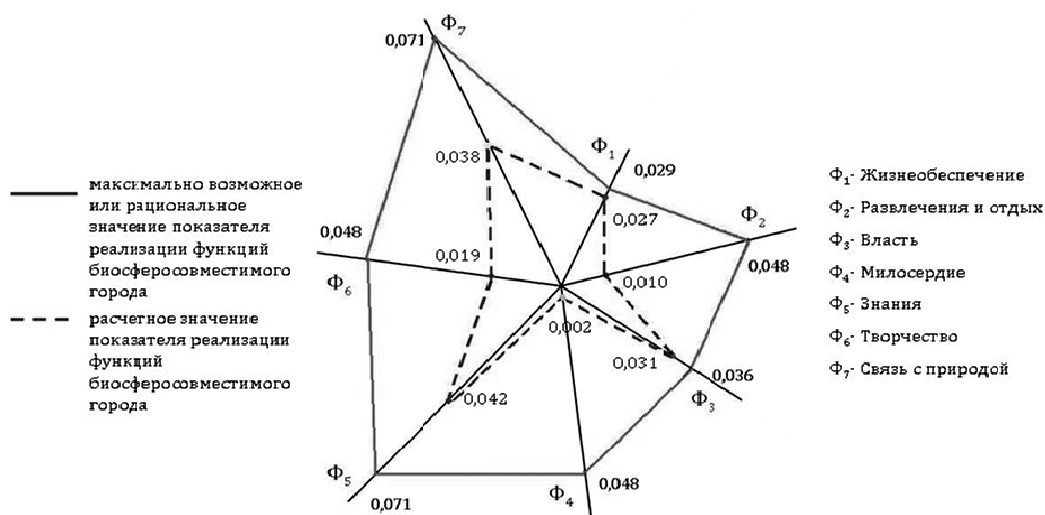


Рисунок 1 - Диаграмма численного распределения вклада составляющих автотранспортной инфраструктуры в реализацию функций биосферосовместимого города на примере г. Орла

Анализ диаграммы численного распределения вклада составляющих в реализацию всех функций биосферосовместимого города на примере г. Орла показал высокую реализацию функции «**Жизнеобеспечение**» (93 % от возможного), но низкую реализацию таких функций как «**Милосердие**» (4 % от возможного) и «**Творчество**» (25 % от возможного). Это свидетельствует о недостаточном вкладе отрасли в развитие городского хозяйства и требует принятия адекватных управленческих решений. Вклад объектов автотранспортной инфраструктуры г. Орла в реализацию остальных функций биосферосовместимого города составил следующие значения: «**Развлечение и отдых**» - 21 % от возможного, «**Власть**» - 86 %, «**Знания**» - 59 % , «**Связь с природой**» - 54 %. Эти показатели объясняются: для функции «**Развлечение и отдых**» недостаточной реализацией объектов для отдыха, занятий автомобильными видами спорта; для функции «**Власть**» - значительным вкладом контрольных и надзорных органов в работу отрасли; для функции «**Знания**» - достаточным количеством учреждений профессионального образования и многообразием специальностей в сфере транспорта; для функции «**Связь с природой**» - озеленением и ландшафтным благоустройством улиц вдоль автомобильных дорог, лесовосстановлением вдоль автомагистралей в соответствии с нормативами градостроительного проектирования и т.д.

С практической точки зрения расчетные значения показателя реализации функций биосферосовместимого города могут быть сопоставимы со значениями, определяющими инновационное развитие автотранспортной инфраструктуры на основе технологий, не наносящих вреда окружающей среде, и обеспечивающих, таким образом, полноценное удовлетворение потребностей населения в качественных и безопасных транспортных услугах.

Литература

1 Ильичев, В.А. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека [Текст] / В.А. Ильичев // Научно-технический и производственный журнал «Промышленное и гражданское строительство». – М.: ООО «Издательство ПГС», 2010. – № 6. – С. 3-13.

2 Ильичев, В.А. Может ли город быть биосферосовместимым и развивать человека? [Текст] / В.А. Ильичев // Архитектура и строительство Москвы. – 2009. – № 2 (544). – С.8–13.

3 Ильичев, В.А. Некоторые вопросы проектирования поселений с позиции концепции биосферной совместимости [Текст] / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, А.В. Берсенов, А.Л. Поздняков. – Academia, 2009. – №1. – С. 50-57.

4 Шишкина, И.В. Расчет показателя реализации функций биосферосовместимого города от вклада территориальной автотранспортной системы [Текст] / И.В. Шишкина // Строительство и реконструкция, 2012. – №1/39. – С. 59-69.

Abstract

The technique is developed and the algorithm of an assessment of a contribution of components of motor transportation infrastructure of municipal economy in realization of functions of the biosphericcompatibility city is made. The gradation of levels of factors of feasibility and availability of functions of the city is executed. The integrated calculation is executed and the contribution of components of motor transportation infrastructure to realization ofl functions of the biosphericcompatibility city on the basis of opinion of experts is defined.

Б.Ю.Барыкин, к.т.н., доцент
А.Б.Барыкин, магистр

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ

*Национальная академия природоохранного и курортного
строительства, Украина*

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению вопросов определения основных ресурсосберегающих принципов при проектировании зданий на сложном рельефе на базе рассмотрения их как объектов, потребляющих энергию и другие ресурсы.

Постановка проблемы. Изучение влияния рельефа местности на комплексную застройку городских территорий с применением ресурсосберегающих подходов в целом имеет актуальное значение, поскольку данный вопрос тесно связан с потенциальным развитием городов, их инфраструктурой, затрагивает также и вопросы экономики строительства. В практике застройки населенных мест многих стран, в том числе и в Украине имеется достаточно много примеров строительства жилых домов на местности с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями, в частности, на крутых склонах, имеющих значительную крутизну до 45° [1,3,4]. Необходимо отметить также и тот факт, что посадка зданий и сооружений на склонах расширяет возможности архитекторов и проектировщиков в придании индивидуальности и художественной выразительности отдельным зданиям, комплексам и в целом территориям застройки. Однако при разработке объемно-планировочного и конструктивного решения, ориентации сооружений в плане приходится учитывать ориентацию и крутизну склонов, и не всегда эти факторы благоприятны. При крутых склонах возникают и ограничения по длине зданий и сооружений.

Особенно это, актуально для городов ЮБК, имеющих сложный рельеф, все пологие склоны которых, позволяющие вести строительство с минимальными затратами, уже застроены. Большинство крутых склонов городов, представляющих собой наиболее престижные территории для строительства жилья и социальной инфраструктуры, остаются свободными, так как их застройка сдерживается дополнительными затратами, идущими на инженерную подготовку строительной площадки и прилегающей к ней

территории и отсутствием рациональных технических решений, которые бы обеспечивали эффективную застройку.

Анализ основных исследований и публикаций. Участки со сложным рельефом, рассматриваемые как потенциальные строительные площадки, по сравнению с равниной имеют сложные инженерно-геологические условия, что требует новых по своей концепции и технической организации способов подготовки и проведения строительства. При застройке территории со значительным уклоном типовыми методами появляется необходимость либо в выравнивании и террасировании площадок и проведения большого количества земляных работ, строительстве подпорных стенок, затруднения в устройстве подземных коммуникаций и применения строительной техники. Все это обуславливает значительные затраты, и увеличивает стоимость строительства. Необходимо учитывать и тот факт, что основополагающим принципом освоения любых территорий со сложным рельефом местности является обеспечение равноценных условий проживания на них по сравнению с другими территориями [3,7,8]. Эта цель должна достигаться при минимальном росте затрат на строительство и эксплуатацию городских сооружений. Этот принцип в области строительства требует, как правило, нетрадиционных технических решений. На основе этого принципа в Национальной академии природоохранного и курортного строительства разработан комплекс зданий и сооружений для застройки сложного рельефа [3].

Основная часть. Известно, что любое здание характеризуется своим жизненным циклом. Он состоит из следующих этапов: проектирование объекта, изготовление и возведение объекта, эксплуатация объекта, текущие и капитальные ремонты, реконструкция и, впоследствии, уничтожение или консервация объекта. Особенности этих этапов следующие.

На первом этапе устанавливаются и закрепляются все основные характерные параметры здания. На всех последующих этапах, кроме этапа реконструкции, эти параметры, как правило, могут только ухудшиться [8,9,10]. Причем, все последствия ошибок в проекте, появление дефектов изготовления и неточности возведения, проявляются на этапе эксплуатации, так как он является наиболее протяженным по времени периодом жизненного цикла объекта строительства. Только на этом основании весьма актуальны авторский надзор проектной организации и техническое сопровождение со стороны заказчика на всех этапах жизненного цикла, начиная с проектного задания на проектирование и технико-экономического обоснования проекта.

Рассмотрим здание на сложном рельефе с системами жизнеобеспечения как объект, потребляющий энергию и другие ресурсы.

В современных условиях рыночной экономики повышается заинтересованность всех участников инвестиционно - строительного цикла в создании объекта, отвечающего самому передовому техническому уровню. Для проектной организации, представляющий проект практически всегда на конкурсной основе, это представляется одной из приоритетных задач [3,7,9]. Что же должно включать в себя понятие “ передовой технический уровень” объекта?

На наш взгляд на основании анализа литературных источников [5,6,10] оно должно включать как минимум две основные составляющие:

- **качество жизнеспособности**, состоящее из способности поддержания заданных (нормативных) параметров среды (в том числе микроклимата и санитарно-гигиенических условий), надежности эксплуатации, безопасности, экологичности, удобства пользования и обслуживания, на протяжении определенного количества времени;

- **ресурсоемкость** в сфере возведения и эксплуатации: в натуральных показателях - удельные затраты энергии, материалов и труда (т.е. энергоемкость, материалоемкость и трудоемкость) или в стоимостных показателях (годовые суммарные, приведенные или эксплуатационные затраты).

Как правило, качество жизнеспособности задается в виде требований нормативных документов (ДБН, ДСТУ, ГОСТ и др., а в ближайшей перспективе – требованиями технических регламентов, национальных стандартов и стандартов организаций). Эти требования всегда подлежали обязательному выполнению [7].

А ресурсоемкость является свойством не постоянным, меняющимся во времени и практически всегда зависит от квалификации, опыта и уровня творческих способностей авторов и исполнителей проекта. Тогда можно говорить о том, что при проектировании имеется больше степеней свободы для нахождения правильных подходов к решению поставленных задач. И хотя современная рыночная экономика выдвигает на первый план потребительские свойства объектов строительства, все же заказчику (потребителю) безразлично, какой ценой достигается заданное нормативное качество.

Тогда получается что, с одной стороны нормативами задается качество функционирования, а с другой - имеется возможность обеспечить его с разной ресурсоемкостью (с разной степенью затрат в сфере производства и, особенно, при эксплуатации).

Следует отметить, что в последние годы в нормативные документы вводятся ограничения по энергоемкости (расходу энергоресурсов).

Чтобы запроектировать объект на сложном рельефе с наименьшей ресурсоемкостью требуется иметь (рис.1):

- нормативную базу по строительству на сложном рельефе;

- банк данных - информационный массив технических решений, конструкций, схем, оборудования и технологий для зданий на сложном рельефе; такой банк данных обычно имеет каждая проектная организация и пополняет его новыми решениями, используя в качестве источников выставки, конференции, контакты с головными научно-исследовательскими и проектными институтами, высшими учебными заведениями;

- современные информационные технологии (например, конструкторские и проектные программы САПР, Web-страницы производителей и фирм-поставщиков в Интернете) и др.

- инструмент выбора и обоснования решений (методы и методики расчета, математические или физические модели и т.д.).

В процессе принятия решений для освоения сложного рельефа наибольшие трудности возникают при его обосновании. Это характерно не только для проектной, но и для любой профессиональной деятельности при разработке. По нашему мнению для обоснования проектного решения необходимо применять два метода (подхода): расчетно-эмпирический и программное моделирование.

Первый основан на действиях проектировщика по анализу априорной информации «по аналогии» с прежними наработками, с помощью личного опыта, интуиции и здравого смысла, с применением простейших расчетов по существующим методикам и нормативам. Как правило, при выборе проектных решений используется этот традиционный метод, который можно условно назвать «расчетно-эмпирическим».

Второй метод представляет собой моделирование физических процессов в программной реализации. В области техники и технологии, как правило, все процессы поддаются формализации, т.е. описанию функциональными зависимостями или системами уравнений (выбору и построению моделей). Многие разработчики современного инженерного оборудования зданий предлагают свои программы подбора и расчета не только самих устройств, но и тепло- массообменных и аэро-гидродинамических процессов, происходящих при их применении.

Следует отметить особенности современного подхода к обоснованию решений, в числе которых:

- переход к количественным критериям оценок, т.е. к оценкам в каких-либо удельных, вероятностных и других показателях или в единицах измерения (физических, экономических, финансовых), в крайнем случае - к оценке по балльной системе;

- использование принципов системного анализа;

- учет воздействия (влияния) случайных факторов и случайных событий.



Рис. 1. Факторы, влияющие на технический уровень

Выводы 1. Все главные характеристики здания на сложном рельефе закладываются при его проектировании, т.е. на первом этапе его жизненного цикла. Проектируемый объект должен соответствовать передовому техническому уровню, включающему две составляющие: качество функционирования и ресурсоемкость.

2. При выборе проектных решений наиболее ответственным и сложным является обоснование. Современные требования к обоснованию решений включают необходимость применения количественных показателей оценок, использование принципов системного анализа и учет воздействия (влияния) случайных факторов и случайных событий.

3. Алгоритм выбора и обоснования проектных решений содержит нормативную базу, банк технических решений и современного оборудования, методы и методики расчета, в том числе в программной реализации. Для достижения наилучших результатов целесообразно использовать методы и программы, позволяющие моделировать процессы в инженерных системах, а также оптимизировать технические решения по выбранным критериям.

Литература

1. Барыкин Б. Ю. Комплекс зданий и сооружений для строительства зданий на неудобьях / Б. Ю. Барыкин // Устойчивый Крым. Инновационный потенциал КАПКС / Приложение к научно-практическому

дискуссионно -аналитическому сборнику "Вопросы развития Крыма". — Симферополь: Сонат, 2000. — С. 28—31.

2. Барыкин Б. Ю. Предложения по методике расчета общей надежности конструкций перекрестных фундаментов зданий и сооружений, возводимых склонах / Б. Ю. Барыкин // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2006. — Вып. 17. — С. 48—55.

3. Барыкин Б. Ю. Применение биопозитивных принципов при проектировании и строительстве зданий и сооружений на неудобьях / Б. Ю. Барыкин, А. Б. Барыкин // Энергосбережение в строительстве и архитектуре : Материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. "Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн". Вып. 2. — К. : КНУСА, 2011. — С. 22—26.

4. Селиванова Н.П. Энергоактивные здания /Н.П.Селиванов, А.И.Мелуа, С.В.Зоколей и др. М.: Стройиздат, 1988. – 373 с.

5. Девис А. Альтернативные природные источники энергии в строительном проектировании. /Девис А., Шуберт Р. М.: Стройиздат, 1983. – 160 с.

7. Беляев В.С. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий. /В.С. Беляев, Л.П Хохлова М.: Высшая школа, 1991. – 255 с.

8. Терной С. Проектирование энергоэкономичных общественных зданий. /С. Терной, Л. Бекл, К. Робинс М.: Стройиздат, 1990. – 336 с.

9. Овчаренко В.А. Энергосберегающие технологии в современном строительстве. /В.А.Овчаренко М.: Стройиздат, 1990. – 130 с.

10. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания. / Ю.А. Табунщиков, М.М Бродач, Н.В. Шилкин М.: АВОК-ПРЕСС, 2003.- 192с.

Анотація

Стаття присвячена розгляду питань визначення основних ресурсозберігаючих принципів при проектуванні будівель на складному рельєфі на базі розгляду їх як об'єктів, споживаючий енергію і інші ресурси.

Abstract

The article is devoted questions of determination of basic saving resources principles at designing of buildings on complicated relief on the base of consideration them as objects, consuming energy and other resources.

УДК 515.2

В.Д. Борисенко, д-р техн. наук
Д.В. Котляр, магістр, аспірант

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ОХОЛОДЖЕННЯ КРОМКИ ЛОПАТКИ ОСЬОВОЇ ТУРБІНИ

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
(м. Миколаїв)*

Анотація

Запропоновано метод формування поверхонь вхідних кромок, що зістиковують поверхні охолодження спинки та коритця лопатки осьової турбіни зі ступенем гладкості першого порядку. Метод дозволяє визначати геометричні параметри еліптичних кривих, за якими, відштовхуючись від заданих поверхонь охолодження спинки та коритця, формуються конгруентні ним поверхні охолодження кромки лопатки.

Постановка проблеми. Одним із шляхів подальшого розвитку сучасного газотурбобудування є постійне зростання температури газів перед турбінним відсіком газотурбінного двигуна. Це дозволяє отримувати підвищенні значення ефективних показників газових турбін і, як наслідок, зменшувати витрати палива. Зростання температури газів перед турбіною, забезпечення заданого ресурсу та надійності двигуна можливе за рахунок створення нових жароміцних матеріалів, застосування покриттів лопаток турбін, а також, головним чином, за рахунок застосування ефективних способів охолодження гарячих деталей двигуна. Ці заходи особливо актуальні для соплових і робочих лопаток перших ступенів турбіни.

Здійснення високоефективного охолодження та захисту лопаток від дії гарячих газів можливе за рахунок застосування систем охолодження, в яких охолоджуючою речовиною виступає повітря, що відбирається після компресорного відсіку двигуна. Широкого розповсюдження набули системи охолодження, в основу яких покладена оболонкова конструкція лопатки, зокрема лопатки з дефлекторною системою охолодження [5].

Удосконалення таких складних технічних елементів, якими є охолоджувані лопатки, скорочення термінів розробки їх нових зразків, можливе лише за наявності відповідних математичних моделей опису геометрії їх конструкцій. Вже на стадії проектування вони дозволяють підвищувати точність прогнозування основних характеристик об'єкта та виявляти недоліки запропонованих проектних рішень. У роботі [3] розглядалися питання геометричного моделювання поверхонь охолодження оболонкової конструкції лопатки, де основна увага була

спрямована саме на моделювання поверхонь спинки та коритця охолоджуваної лопатки. Але в цій роботі питання ретельного моделювання внутрішньої поверхні кромки, що взаємодіє з охолоджуючою речовиною, не розглядалося.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [4, 5] розглядаються схеми охолодження робочих елементів проточних частин турбін, робиться висновок, що оболонкові конструкції, тобто конструкції з дефлекторною системою охолодження, є більш перспективними для охолодження соплових лопаток. У зарубіжних виданнях з опублікованими дослідженнями корпорацій General Electric та Rolls-Royce, які розглянуті у роботах [1, 2], пропонується для опису кромки лопаток використовувати поверхні, що в перерізі мають дуги еліпсів. У роботі [6] розглядається плівкова схема охолодження кромки перфоруванням в них додаткових каналів. У попередній роботі авторів [3], де пропонувалося моделювання оболонки лопатки з дефлекторною системою охолодження, основна увага була спрямована на поверхні охолодження спинки та коритця і майже не досліджувалися питання моделювання поверхонь плавного переходу між ними. За вихідні параметри моделювання приймалися характеристики робочої поверхні кромки, що не дозволяло забезпечити достатню плавність у місцях її стикування.

Формування цілей статті. Ця робота є подальшим розвитком ідей, запропонованих в статті [3] щодо побудови геометричних моделей оболонкових конструкцій лопаток осевих турбін з системою внутрішнього охолодження. Метою роботи є розробка моделей геометричного представлення поверхні охолодження кромки лопатки осевої турбіни. Запропонована поверхня охолодження формується поверхнею Безьє шляхом досягнення її конгруенції еліптичним дугам, що забезпечують плавне стикування обводів охолодження спинки та коритця в перерізах лопатки.

Основна частина. Поверхню вхідної кромки лопатки високотемпературної турбіни, яка омивається охолоджуючим повітрям, далі іменованою як поверхня охолодження та позначеною $S_{LE}^*(u, v, \omega)$, формуємо подібно тому, як це зроблено при геометричному моделюванні зовнішньої (надалі робочої) поверхні цієї кромки. Геометричне моделювання робочої поверхні вхідної кромки, яка взаємодіє з газом високої температури, розглянуто в роботі [1]. Вхідна кромка описується поверхнею Безьє, що апроксимує відповідний характеристичний багатогранник, який визначений конгруенцією, тобто геометричним збігом, утвореної ним поверхні і еліптичних дуг, де методику побудови останніх викладено у роботі [2]. Рівняння поверхні має наступний вигляд:

$$S(u, v, \omega) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m B_{i,n,j,m} R_{i,j}(u, v, \omega), \quad i \in [0, n], \quad j \in [0, m]. \quad (1)$$

На рис. 1 зображено формування еліптичних дуг вхідної кромки, що визначаються спільним центром O_1 . Вузлові точки C_1^* , K_1^* є точками стикування обводів спинки 1 та коритця 2 з дугою вхідної кромки 3, які відповідають поверхням охолодження. Координати цих точок визначаються умовами побудови оболонки лопатки та збігаються з координатами відповідних крайніх вершин $B_{i,0}^*$ спинки та коритця обводів зі сторони охолодження.

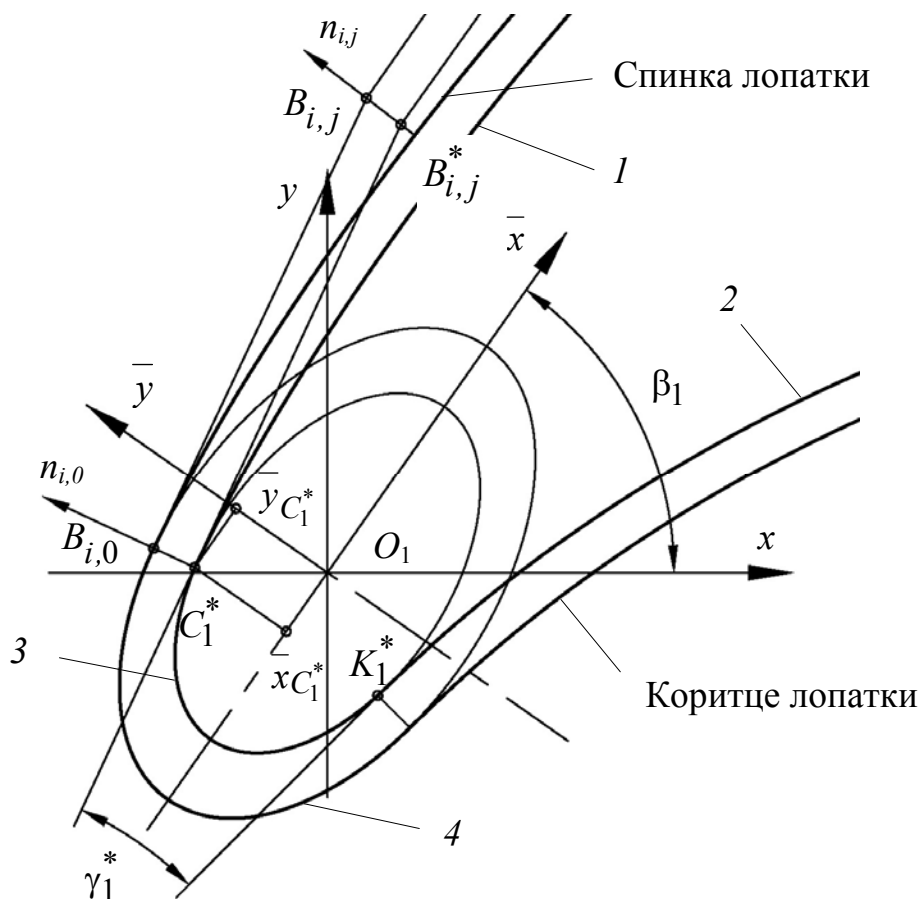


Рис. 1. Обводи вхідної кромки лопатки

Вершини багатогранників поверхонь охолодження спинки та коритця $B_{i,n,j,m}^*$ визначаються зміщенням відповідних вершин $B_{i,n,j,m}$ робочих поверхонь у напрямку нормалей, що проводяться до відповідної робочої поверхні [3]. Оскільки кожен обвід поверхні спинки або коритця криволінійний, то зазначені нормалі перетинаються у відповідній площині характерного перерізу під деякими кутами, тобто вузли ламаної переміщуються не рівномірно. Це призводить до відмінності довжини дуг обводів робочих та охолоджуваних поверхонь та відсутності взаємної конгруенції при базуванні їх у вершинах стикування кромки. Отже, значення похідних у крайніх точках робочого та охолоджуваного обводів вхідної кромки відрізняються. З урахуванням цього можна зазначити, що застосування еліптичних параметрів k , r_{LE} та кута γ_1 робочої поверхні кромки 4, якими при визначенні вершин багатогранника поверхні

охолодження передньої кромки оперує методика [1], не забезпечить стикування кромки з обводами спинки та коритця охолоджуваних поверхонь у точках C_1^* , K_1^* зі ступенем гладкості першого порядку.

Задача зводиться до пошуку параметрів еліптичності охолоджуваної кромки k^* та r_{LE}^* , що обумовлять таку еліптичну криву, яка б проходила через точки стикування C_1^* , K_1^* у кожному характерному перерізі лопатки.

Метод, що пропонується, оперує наступними вихідними даними: $B_{i,j}^*$ – функція компонент векторів вершин характеристичного багатогранника спинки та коритця поверхонь охолодження $S^*(u, v, \omega)$, які визначаються за методом, викладеним в роботі [3], та є базою для побудови поверхні охолодження кромки; кількість вузлів n в перерізах i та інші приймаються такими, що відповідають робочій поверхні кромки. Невідомими величинами є кут загострення кромки γ_1^* в i -му перерізі, значення меншої півосі дуги еліптичної кромки r_{LEi}^* та коефіцієнт еліптичності дуги k_i^* охолоджуваного обводу.

Моделювання обводу кромки задовольнить умови стикування кромки з обводами охолоджуваної поверхні зі ступенем гладкості першого порядку, якщо значення похідних в точках стикування еліптичної дуги є відповідними значенням дотичних, що проведені згідно куту загострення кромки γ_1^* , який визначається за наступним виразом:

$$\gamma_1^* = \arctg(\tau'_{C_1^*}) - \arctg(\tau'_{K_1^*}),$$

де $\tau'_{C_1^*}$, $\tau'_{K_1^*}$ – значення похідних у точках стикування обводів спинки та коритця охолоджуваних поверхонь лопатки, визначення яких розглядалося в роботі [3].

Коефіцієнт еліптичності k^* знаходимо шляхом сумісного розв'язання двох виразів, що визначають похідні рівняння еліпсу та дотичного відрізка ламаної обводу у точці $B_{i,0}^*$:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\gamma_1^*}{2}\right) = -\frac{\bar{x}_{C_1^*} r_{LE}^*}{(r_{LE}^* \cdot k^*)^2} \left(1 - \frac{\bar{x}_{C_1^*}^2}{(r_{LE}^* \cdot k^*)^2}\right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

де $\bar{x}_{C_1^*}$, $\bar{y}_{C_1^*}$ – координати точки C_1^* у системі координат $\bar{x}$ $\bar{y}$;

γ_1^* – кут нахилу дотичної до обводу спинки у крайній точці $B_{i,0}^*$.

Координати $\bar{x}_{C_1^*}$, $\bar{y}_{C_1^*}$ визначаються за виразами:

$$\bar{x}_{C_1^*} = X_C \cos \beta_1 + Y_C \sin \beta_1,$$

$$\bar{y}_{C_1^*} = -X_C \sin \beta_1 - Y_C \cos \beta_1,$$

$$\text{де} \quad X_C = X_{i,0}^* - \Delta x, \quad Y_C = Y_{i,0}^* - \Delta y.$$

Величини Δx , Δy визначають положення точки O_1 (розглянуто в роботі [2]); $X_{i,0}^*$, $Y_{i,0}^*$ – величини, що визначають положення вузлової точки C_1^* у системі координат xu .

Враховуючи умову, за якої точка C_1^* належить еліптичній дузі, можна знайти параметр r_{LE}^* з рівняння еліпсу. Після перетворень матимемо наступний вираз:

$$r_{LE}^* = \sqrt{\left(\frac{\bar{x}_{C_1^*}}{k}\right)^2 + \left(\bar{y}_{C_1^*}\right)^2} \quad (3)$$

Шляхом підстановки рівняння (3) до виразу (2), отримуємо вираз коефіцієнту еліптичності дуги охолоджуваної кромки:

$$k^* = \left(\frac{|\bar{x}_{C_1^*}|}{\bar{y}_{C_1^*} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma_1^*}{2}\right)} \right)^{0.5}.$$

Визначивши параметр k^* та підставивши його до рівняння (3), розраховуємо шуканий параметр значення меншої півосі r_{LE}^* поверхні охолодження.

Наступним кроком є визначення вектор-функції вершин B_{LE}^* багатогранника поверхні охолодження вхідної кромки, для чого використовуються одержані вихідні данні моделювання вхідної кромки на базі метода, викладеного в роботі [1]. Підставивши B_{LE}^* до рівняння (1), отримуємо можливість побудови поверхні охолодження вхідної кромки $S_{LE}^*(u, v, \omega)$, оскільки стає відомим положення вершин характеристичного багатогранника.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблений метод моделювання поверхонь кромки лопатки осьової турбіни дозволяє створювати фрагменти поверхонь конгруенції еліптичних дуг, якими визначаються проміжні обводи кромки профілів. Сформовані поверхні поєднують між собою поверхні охолодження, забезпечуючи пологість кривини в місцях їх стикування зі спинкою та коритцем, вузлові вершини яких є вихідними даними для побудови.

Подальші дослідження планується спрямувати у напрямку моделювання та вдосконалення елементів охолодження інших перспективних схем охолодження лопаток.

Література

1. *Борисенко, В.Д.* Геометричне моделювання поверхонь еліптичних кромки лопаток осевих турбін / В.Д. Борисенко, Д.В. Котляр // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь: Праці ТДАТУ, 2010. – Вип. 4. – Том 49. – С. 17–22.
2. *Борисенко, В.Д.* Геометричне моделювання еліптичних входних кромки профілів лопаток осевих турбін / В.Д. Борисенко, Д.В. Котляр // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Київ: КНУБА, 2010. – Вип. 85. – С. 5–10.
3. *Борисенко, В.Д.* Геометричне моделювання оболонки дефлектора охолоджуваних лопаток осевих турбін / В.Д. Борисенко, Устенко І.В., Д.В. Котляр // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2011. – Вип. 87. – С. 84–89.
4. *Венедиктов, В.Д.* Газодинамика охлаждаемых турбин / В.Д. Венедиктов. – М.: Машиностроение, 1990. – 240 с.: ил.
5. *Жаров Г.Г.* Судовые высокотемпературные газотурбинные установки / Г.Г. Жаров, Л.С. Венцюлис. – Л.: Судостроение, 1973. – 359 с.
6. *Islami, S. B.* Computational investigation of film cooling from trenced holes near the leading edge of a turbine blade / S.B.Islami , S. P. Alavi Tabrizi, B.A. Jubran // Numerical heat transfer, Part A, 53: 2008, P. 308–322.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ КРОМКИ ЛОПАТКИ ОСЕВОЙ ТУРБИНЫ

В.Д. Борисенко, Д.В. Котляр

Аннотация

Предложен метод формирования поверхностей входных кромок, которые состыковывают поверхности охлаждения спинки и корытца лопатки осевой турбины за степенью гладкости первого порядка. Метод позволяет определять геометрические параметры эллиптических кривых, по которым, отталкиваясь от заданных поверхностей охлаждения спинки и корытца, формируются конгруэнтные им поверхности охлаждения кромки лопатки.

GEOMETRICAL MODELING OF COOLING EDGE SURFACE OF AXIAL-FLOW TURBINE BLADE

V.D. Borisenko, D.V. Kotlyar

Abstract

The method for modeling of leading edge surface is joined the suction and pressure surfaces of axial-flow turbine blade in accordance with the first order of smoothness is offered. The method is based on the cooling suction surface and the cooling pressure surface makes it possible to define elliptical parameters of curves which are the base for making congruent cooling edge surface of the blade.

УДК 94(100)

Боровский Б.И., д.т.н., профессор

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРРИТОРИИ СТРАНЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ ЭКОНОМИКИ

*Национальная академия природоохранного и курортного
строительства, Украина*

Аннотация. Построена математическая модель, учитывающая влияние среднегодовой температуры и площади страны на энергетическую эффективность экономики. Показано, что энергетическая эффективность экономики Украины выше, чем в России. Это делает целесообразным дальнейшее развитие торговли Украины с Россией.

Введение. Энергетическая эффективность экономики страны характеризуется затратами условного топлива (ут) и нефтяного эквивалента (нэ) на единицу ВВП или производством ВВП на единицу ут или нэ. Условное топливо имеет теплоту сгорания каменного угля 29,3 Мдж/кг, а нефтяной эквивалент 42,9 Мдж/кг. Эффективность экономики страны, помимо совершенства технологий, определяется также географическими характеристиками, в частности, климатом и размерами территории.

Анализ литературы. Считается, что впервые влияние климатической температуры ($t^0\text{C}$) заметил Клименко В.В. [1], а в работе Паршина А.П. [2] показано, что снижение температуры ведёт к росту производственных затрат. В статье [3] данные Хачатурова В.Р., приведенные Паршиным А.П. [4], математически обобщены и получена связь:

$$\text{ВВП}/\text{т.ут} = 0,25 (25 + t^0\text{C})^{0,55}. (1)$$

Однако, зависимости (1) соответствует невысокий индекс корреляции 0,587, что свидетельствует о влиянии других факторов территории. В качестве такого фактора Клименко В.В. считает площадь территории страны [1].

Постановка задачи. Определить количественное влияние на эффективность экономики страны как температуры, так и площади страны.

Основные результаты. В таблице приведены соответственные показатели шести стран и Европы по состоянию на 1990 г. (данные Хачатурова В.Р. [4]), кроме Индии.

Страна	ВВП/т ут, тыс.долл./т	t ⁰ C,среднегодовая температура	Площадь, млн.кв.км	(ВВП/т ут) _p
Канада	1,12	- 10,1	9,97	1,076
США	1,66	2,2	9,364	1,514
Россия	0,95	- 10,1	17,075	0,98
Европа	1,72	3,7	3,54	1,84
Япония	2,72	7,0	0,3722	2,86
Индия	2,33	17,7	3,28	2,32
Китай	1,38	1,0	9,6	1,47

Для Индии у Хачатурова по его данным ВВП/т.ут = 1,2, что значительно выпадает из статистики. Поэтому проведен дополнительный поиск, который показал, что по информации Всемирного банка (2011 г.) в 1990 г. Индии соответствовало отношение ВВП/т ут = 2,33.

В таблице температура установлена с помощью [5], а площадь территорий- по [6]. В связи с тем, что рассматриваются данные 1990г., под Европой следует понимать Западную Европу, её температура определялась как средневзвешенная по площади.

С использованием таблицы получена зависимость

$$(\text{ВВП/т ут})_p = 0,36 (25 + t^0\text{C})^{0,55} / F^{0,17} . (2)$$

Рассчитанные по формуле (2) значения приведены в таблице. Этой формуле соответствует индекс корреляции 0,992 (полная корреляция [7]). Таким образом, учёт площади территории позволил повысить индекс корреляции до 0,992 с 0,587, когда учитывалась только среднегодовая температура.

Проведём анализ соотношения (2). Прежде всего видно, что увеличение площади страны приводит к уменьшению эффективности экономики за счёт роста затрат на транспортировку. Канада и Россия, имея одинаковую среднегодовую температуру, отличаются площадью; по расчёту отношение ВВП составляет 1,098, а фактически 1,179, отличие 7,4%, что говорит о правильности учёта площади. Японии соответствует большая температура и значительно меньшая площадь, чем России. Поэтому Япония имеет фактическую эффективность в 2,86 раза больше, чем Россия, по расчету 2,92 (погрешность 2,1%). Без учёта влияния площади погрешность составляет 186%. Влияние холодного климата и большой площади России приводит к тому, что Россия на т. ут получает

ВВП, соответствующий 55% европейского и 57% США. Это в значительной степени объясняет затратную гонку вооружения и пониженный уровень жизни населения СССР.

Украине соответствует среднегодовая температура 4°C и площадь 0,637 млн кв. км. Тогда по формуле (2) получим для Украины показатель эффективности 2,48, что превышает российский показатель в 2,5 раза, т.е. затраты на производство продукции в Украине меньше, чем в России. Следовательно, целесообразно Украине дальнейшее развитие торговли с Россией. Прибалтийским странам (Латвия, Литва и Эстония) соответствует несколько ниже температура (около 2°C) и значительно меньшая площадь (0,0637; 0,0652 и 0,045 млн. кв. км), чем в Украине. Определяющее влияние площади ведёт к большим значениям показателя эффективности этих стран: по формуле (2) – 3,5 - 3,7, что может свидетельствовать о меньших экономических затратах этих стран в сравнении с Украиной на 45%. Поэтому Прибалтийские страны могут быть конкурентами Украины на мировом рынке.

Расчётный показатель эффективности Украины меньше, чем в Германии всего на 11% (температура 4°C , площадь 0,357 млн кв. км) и меньше, чем во Франции на 7,3% (температура $6,5^{\circ}\text{C}$, площадь 0,552 млн кв. км.). Однако в действительности в 2000г. показатели эффективности Германии и Франции превышали украинский показатель в 2,86 и 2,67 раза [8], что вызвано отсталостью технологий Украины от западных. Это говорит о том, что не следует ожидать высокую эффективность торговли Украины с Западной Европой.

Выводы:

1. Получена с индексом корреляции 0,992 модель влияния среднегодовой температуры и площади страны на выработку ВВП на единицу условного топлива.

2. В связи с холодным климатом и большой площадью ВВП России на единицу условного топлива составляет 55% от европейского и 57% от показателя США, что объясняет высокие российские затраты на производство продукции.

3. Среднегодовая температура и площадь обеспечивают Украине практически такую же эффективность экономике, как и у европейских стран. Однако из-за технологической отсталости эффективность экономики Украины в 2,76 и в 2,66 раза меньше, чем Германии и Франции.

4. Показатель эффективности экономики Украины больше, чем России в 2,5 раза. Поэтому с учётом советского уровня технологий Украине целесообразно развивать торговлю с Россией.

5. Показатели эффективности экономик Прибалтийских стран больше, чем Украины на 45%, поэтому эти страны могут быть конкурентами Украины на мировом рынке.

Литература

1. Клименко В.В. Россия: тупик в конце тоннеля / В.В. Клименко // Общественные науки и современность. - № 5, 1995. - С. 71 - 81.
2. Паршин А.П. Почему Россия не Америка / А.П. Паршин. - М.: АСТ: Астраль, 2007. - 350 с.
3. Боровский Б.И. Потребление условного топлива как показатель эффективности экономики страны / Б.И. Боровский // Культура народов Причерноморья, № 217, 2012. - С. 32 - 34.
4. Паршин А.П. Почему Америка наступает / А.П. Паршин. - М.: АСТ: Астраль, 2007. - 373 с.
5. Щеглов С. Среднегодовые температуры по странам мира / С. Щеглов, 1990. (интерактивная карта). Интернет
6. Страны мира [Справочник]. - М.: Республика, 1993.- 489 с.
7. Вознюк С.Т. Основы научных исследований / С.Т. Вознюк, С.М. Гончаров, С.В. Ковалёв. - К.: Вища школа, 1985. - 191с.
8. Аксаковская В. Ирония судьбы украинской энергоэффективности / В. Аксаковская // Зеркало недели. - № 25 от 8 июля 2011 г.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРИТОРІЇ КРАЇНИ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇЇ ЕКОНОМІКИ

Боровський Б.І.

Анотація. Побудовано математичну модель, що враховує вплив середньорічної температури і площі країни на енергетичну ефективність економіки. Показано, що енергетична ефективність економіки України вище, ніж у Росії. Це робить доцільним подальший розвиток торгівлі України з Росією.

MODELING OF THE INFLUENCE OF THE GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE TERRITORY OF THE COUNTRY ON THE ENERGY EFFICIENCY OF ITS ECONOMY

Borovskiy B.

Abstract. A mathematical model taking into account the average annual temperature and the area of the country on the energy efficiency of the economy. It is shown that the energy efficiency of the economy of Ukraine is higher than in Russia. This makes it advisable to further development of trade of Ukraine with Russia.

УДК 628.16.004

Боровский Б.И., д.т.н., профессор;
Котовская Е.Е., инженер

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОЗЫ РЕАГЕНТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ В ОСВЕТИТЕЛЕ УСТАНОВКИ С ПЛАВАЮЩИМ ФИЛЬТРУЮЩИМ СЛОЕМ

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, Украина*

Аннотация.

Показано, что доза реагента существенно влияет на очистку природной воды в осветлителе. Сформирована соответствующая модель, показавшая, что реагенту полвак соответствует наибольшая эффективность очистки природной воды.

Введение. При подготовке питьевой воды из природных источников централизованного водоснабжения используется система, состоящая из осветлителей и фильтрующих устройств. Максимальная степень очистки природной воды зависит, как известно, от дозы реагента.

Анализ литературы. В работе [1] для установки, совмещающей осветление воды и фильтрацию, получены модели очистки природной воды как в осветлителе, так и в фильтре. Для фильтра учтено влияние дозы реагента, а для осветлителя такого учёта нет. В монографии [2] отсутствует количественный анализ влияния дозы реагента (коагулянта) на работу осветлителя. Автор считает, что полученный им критерий сепарации справедлив «при нормальных условиях работы осветлителя: при правильном бесперебойном дозировании коагулянта, при отсутствии разбивания хлопьев коагулированной взвеси и частых, резких колебаний производительности осветлителя и температуры воды». В работах [3-5]

также нет количественного анализа влияния дозы реагента (коагулянта) на работу осветлителя.

Постановка задачи. Формирование модели влияния дозы реагента на эффективность очистки природной воды в осветлителе.

Основные результаты. На рис. 1 приведена схема крупномасштабной фильтровальной установки, выполненной в соответствии с патентом Украины [6].

Крупномасштабная установка (рис.1) отличается от исследованной в работе [1], которая соответствует патенту Украины [7], только дополнением сорбционной колонны 13, заполненной активированным углём 14. Сорбционная колонна позволяет очистить воду от органических примесей, которые при хлорировании образуют в питьевой воде химические соединения, отрицательно влияющие на здоровье человека.

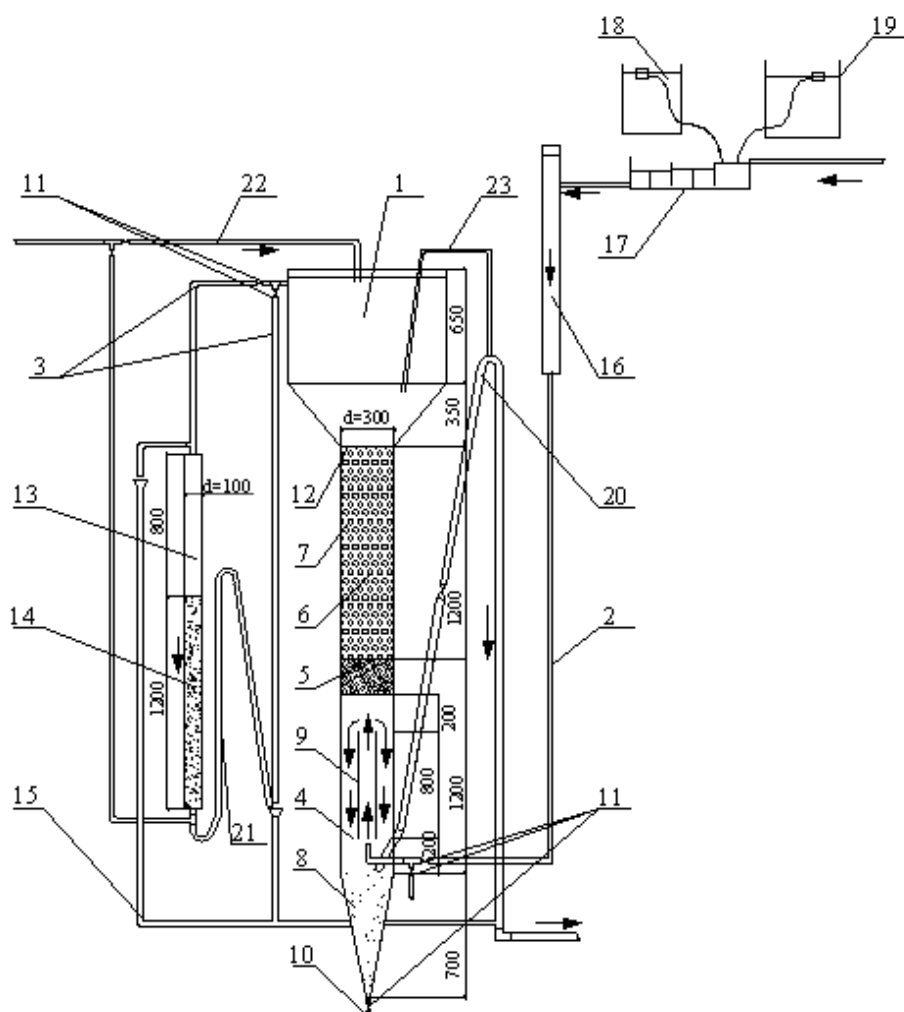


Рис.1. Крупномасштабная фильтровальная установка:

1 - корпус установки; 2 – трубопровод подачи воды для очистки; 3 – трубопровод отвода очищенной воды; 4 – нижняя камера – рециркулятор (осветлитель) для взвешенного осадка; 5 – слой взвешенного осадка; 6 – плавающая фильтрующая загрузка; 7 – верхняя камера; 8 – сгуститель шлама; 9 – рециркулятор осадка; 10 – трубопровод для отвода шлама; 11 – задвижка на трубопроводах 2, 3, 10; 12 – пьезометр; 13 – сорбционная колонна; 14 – загрузка сорбционной колонны активированным углем марки АГ-3, высотой 1,2 м; 15 – трубопровод отвода промывной воды; 16 – воздухоотделитель; 17 – смеситель; 18 – бак суспензии замутнителя; 19 – бак дозатора коагулянта (реагента); 20 – сифон; 21 – трубопровод отвода очищенной воды из сорбционной колонны; 22 - трубопровод подачи воды на промывку загрузки; 23 – трубопровод перелива из верхней камеры 7.

Установка для очистки воды работает следующим образом. Очищаемая вода подается в корпус установки 1, через трубопровод подачи воды 2. Также в трубопровод 2 дозируется коагулянт и по потребности – замутнитель (раствор бентонита). При прохождении воды через нижнюю камеру 4, при добавлении коагулянта, происходит образование скоагулированных частиц, которые благодаря прохождению через рециркулятор осадка (осветлитель) 9 образуют слой взвешенного осадка 5. При прохождении воды сквозь плавающую грубозернистую загрузку 6,

происходит окончательное очищение от загрязнений в верхней камере 7. Очищенная вода выходит из верхней камеры 7, через трубопровод отвода очищенной воды 3 при открытии задвижки 11. Излишний осадок 5 из нижней камеры 4 для взвешенного осадка поступает в рециркулятор осадка 9, затем в сгуститель шлама 8 и удаляется из сгустителя шлама 8 при поступлении сигнала от пьезометров 12 и после открытия задвижки 11 на трубопроводе для отвода шлама 10 во время регенерации. Далее вода, очищенная от взвешенных веществ, по трубопроводу 3 поступает в фильтровальную колонну 13 и фильтруется через загрузку 14, затем отводится по трубопроводу 21 в сток. Подачу воды на промывку загрузки осуществляли по трубопроводу 22. Промывку плавающей фильтрующей загрузки осуществляли при открытии задвижки 11 на сифоне 20.

Корпус установки выполнен из трубы круглого сечения $d=300\text{ мм}$ и имеет общую высоту 4100 мм. Высота рециркулятора (осветлителя) составляет 1200 мм. Высота плавающей фильтрующей загрузки тоже 1200 мм, крупность зерен $1,5 \div 3,0$ мм. По высоте фильтрующего слоя в корпус врезаны штуцеры ($d=3$ мм), к которым подключены пьезометры для контроля потерь напора в слоях загрузки с целью определения момента необходимой промывки фильтрующей загрузки.

При исследовании влияния дозы реагента d на очистку воды в осветлителе использован безразмерный комплекс d/C_0 , предложенный в работе [8] для процесса фильтрации (C_0 – начальная концентрация загрязнений природной воды). В монографии [2] показано, что в осветлителе остаточная концентрация загрязнений C_p не зависит от начальной концентрации C_0 . Это позволяет строить модель в виде $C_p=f(d/C_0)$.

В исследовании использованы три реагента: полвак, серноокислый алюминий и хлорное железо. На рис.2, в качестве примера, приведены экспериментальные данные по C_p и комплексу d/C_0 для полвака.

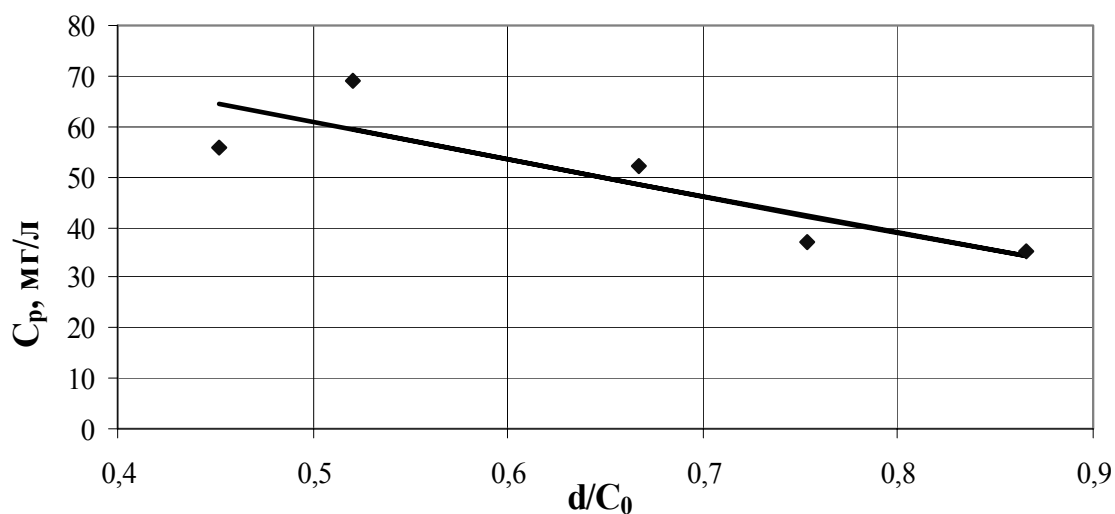


Рис. 2. График зависимости C_p от комплекса $\frac{d}{C_0}$ для полвака.

Экспериментальные данные для полвака обобщаются зависимостью

$$C_p = 97,2 \cdot (1 - 0,75d/C_0). \quad (1)$$

Для сернокислого алюминия и хлорного железа получены соотношения

$$C_p = 49 \cdot \left[1 - 3684,807 \cdot \left(\frac{d}{C_0} - 0,258 \right)^2 \right]; \quad (2)$$

$$C_p = 46,2 \cdot \left[1 + 3,36 \cdot \left(\frac{d}{C_0} - 0,15 \right)^2 \right]. \quad (3)$$

Моделям (1) –(3) соответствует индекс корреляции 0,62-0,86 – корреляционная связь сильная[9].

С помощью зависимостей (1) –(3) оценим эффективность очистки реагентами природной воды в осветлителе. Расчётные данные приведены в табл.

Таблица.

Влияние реагента на эффективность очистки природной воды

Реагент	$(d/C_0)_{\text{оптим.}}$	C_p
Полвак	0,88(наибольшая экспериментальная величина)	33,0
Сернокислый алюминий	0,258	49,0
Хлорное железо	0,15	46,2

Из табл. следует, что наибольшая эффективность очистки (наименьшее значение C_p) соответствует полваку, однако его расход значительно больше, чем в случае сернокислого алюминия и хлорного железа. При сернокислом алюминии и хлорном железе эффективность очистки примерно одинакова, однако у хлорного железа эффективность очистки больше на 5,7%, а доза реагента меньше на 41,9%.

Выводы:

1. Получены модели влияния дозы реагента на эффективность очистки природной воды в осветлителе крупномасштабной установки при использовании полвака, сернокислого алюминия и хлорного железа.

2. Наибольшая эффективность очистки соответствует полваку, однако его расход значительно больше, чем в случае сернокислого алюминия и хлорного железа. При сернокислом алюминии и хлорном железе эффективность очистки примерно одинакова, однако у хлорного железа эффективность очистки больше на 5,7%, а доза реагента меньше на 41,9%.

Литература

1. Боровский Б.И. Составление математических моделей очистки промывных вод скорых фильтров водоочистной станции «Петровские скалы» с использованием установки с плавающим фильтрующим слоем / Б.И. Боровский, С.Д. Бойчук, Е.Е. Котовская // Сборник докладов Международного Конгресса «ЭТЭВК – 2009», Ялта, 2009, с. 97-104.
2. Кургаев Е.Ф. Основы теории и расчета осветлителей/ Е.Ф.Кургаев– М.: Госстройиздат, 1962. – 164 с.
3. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды/Л.А.Кульский – К.: Наукова думка, 1980. – 564 с.
4. Кульский Л.А. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов/Л.А. Кульский, М.Н. Булава, И.Т.Гороновский, П.И. Смирнов. – К.: «Будівельник», 1972. - 424 с.
5. Фрог Б.Н. Водоподготовка / Б.Н.Фрог - М.: Изд. МГУ, 1996.- 680с.
6. Патент на корисну модель №45093. Пристрій для очищення води / О.Є. Котовська, від 25.05.2009. С02F1/00, В01D25/00, публ. 26.10.2009, бюл. №20.
7. Деклараційний патент на корисну модель № 7595. Прояснювач для очищення води / М.М. Гіроль, С.Д. Бойчук, В.О. Мякішев, О.Є. Котовська, від 16.12.2004 7 В01D21/00, опубл. 15.06.2005, бюл. №6.
8. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т.2. Очистка и кондиционирование природных вод / М.Г.Журба - Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.
9. Вознюк С.Т. Основы научных исследований / С.Т. Вознюк, С.М.Гончаров, С.В.Ковалёв. – К.: Вища школа, 1985. – 192 с.

Borovskiy B.I., professor; Kotovskya E.E., engineer

Modeling of the agent dose influence on efficiency of natural water purification in the light of installation with floating filtering layer

Abstract

It is shown that the dose of the agent considerably affects the cleaning of natural water in the light. corresponding to the model, showing that the reagent polvak corresponds to the efficiency of the purification of natural water is formed.

Боровський Б.Й., д.т.н., професор; Котовська О.Є., інженер

Аннотация

Показано, що доза реагента істотно впливає на очищення природної води в освітлювачі. Сформована відповідна модель, показавши, що реактиву полвак відповідає найбільша ефективність очищення природних вод.

ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ

*Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій ДП
НДІБК, Україна*

Анотація

У статті приведено загальний підхід з визначення теплоізоляційних характеристик огороджувальних конструкцій фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком та індустриальним опорядженням. Відображено необхідність врахування таких основних факторів як теплотехнічної неоднорідності та впливу повітропроникності при визначенні теплоізоляційних характеристик конструкцій.

Постановка проблеми. Підвищення вимог з теплової ізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій призвело до необхідності використання багатошарових конструкцій. З ціллю надання складним багатошаровим конструкціям архітектурної привабливості та для захисту конструкцій від впливу опадів та вітру використовують різноманітні опоряджувальні системи, які конструктивно суттєво відрізняються. Таким чином, постає проблема комплексної оцінки теплоізоляційних характеристик багатошарових конструкцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стінова огороджувальна конструкція з вентильованим повітряним прошарком передбачає наявність наступних шарів: внутрішнього несучого шару, шару утеплювача, повітряного прошарку, зовнішнього лицевального шару. Зовнішній лицевальний шар кріпиться до металевих стійок та ригелів, які у свою чергу кріпляться кронштейнами до внутрішнього шару стіни. Металеві елементи, в тепловому відношенні, це теплопровідні включення, які зменшують теплотехнічну однорідність конструкції і знижують опір теплопередачі. Вплив термічної неоднорідності на теплові показники конструкцій досить активно досліджується. На даний час проведено ряд робіт як розрахункових так і експериментальних з визначення понижуючих коефіцієнтів опору теплопередачі для основних конструктивів [1-3]. Коефіцієнт теплотехнічної однорідності, g , визначається як відношення приведенного опору теплопередачі конструкції з теплопровідними включеннями до опору теплопередачі однорідної конструкції $g = R_{пр} / R_0$ та становить $0,83 \div 0,99$ в залежності від товщини та типу утеплювача, кількості кронштейнів, матеріалу внутрішнього несучого шару стіни.

Якщо вважати термічну неоднорідність конструкції першим вагомим чинником, що впливає на її ізоляційні характеристики, то другим не менш вагомим, але менш дослідженим чинником являється вплив фільтрації повітря через огорожувальну конструкцію. Далі під огорожувальною конструкцією будемо розуміти конструкцію фасадного утеплення з вентильованим повітряним прошарком. За ДСТУ Б В.2.6-35:2008 [4] збірні системи з вентильованим повітряним прошарком та непрозорим індустриальним опорядженням розділяють на підкласи за матеріалом опоряджувального шару. Конструктивно ці підкласи можна розділити на три групи (рис. 1): I – конструкції з суцільним екраном; II – конструкції з екраном, що має розриви по висоті; III – конструкції з суцільним екраном, який виконаний з повітропроникного матеріалу.

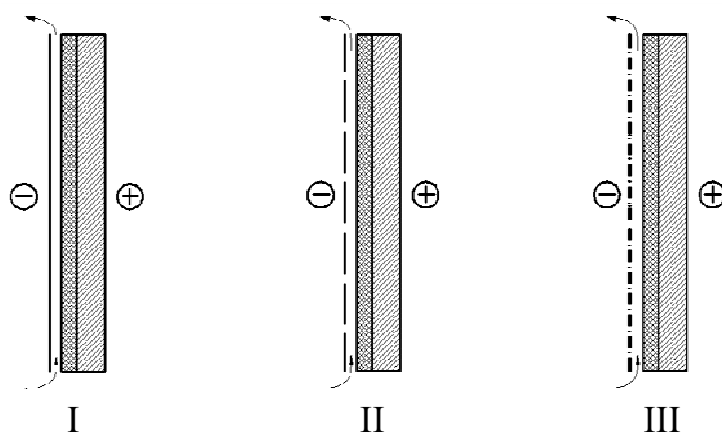
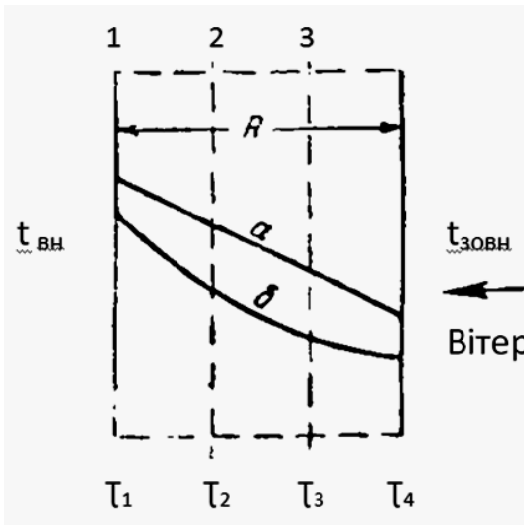


Рис. 1 Конструктивні групи конструкцій фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком.

Формулювання цілей та завдання статті. Розробка алгоритму комплексного підходу до розрахунку теплових характеристик багатошарових конструкцій з вентильованим повітряним прошарком.

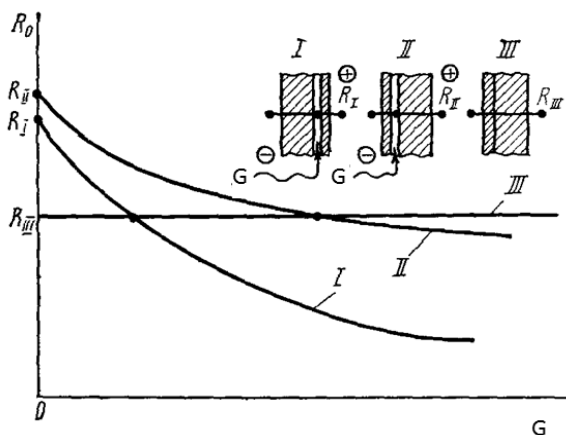
Основна частина. Як відомо, таке явище як фільтрація повітря через огорожувальні конструкції виникає при різниці тисків повітря з протилежних боків огороження, що призводить до інфільтрації або ексфільтрації повітря до приміщень будинку. Перепад тиску виникає за рахунок вітрового та теплового напору. Для гігієнічних показників повітряного режиму приміщень надходження зовнішнього повітря має позитивний характер, але на теплоізоляційні характеристики конструкцій має суттєвий негативний вплив при проникненні у теплоізоляційні шари або під них. Кількість інфільтрованого або ексфільтрованого повітря залежить від повітропроникності шарів огорожувальної конструкції. При інфільтрації повітря спостерігається зміщення температурних полів та зниження опору теплопередачі конструкцій, що приведено в роботах Брілінга Р.Е., Фокіна К.Ф., Богословського В.Н. [5-7]. Схематичний вигляд

характеру зміщення температурних полів та зміни опору теплового потоку представлено відповідно на рис. 1 та рис. 2. Зниження теплоізоляційних характеристик пояснюється необхідністю тепловитрат на нагрівання повітря, яке проникає у пори матеріалу. Таке явище як проникнення та рух повітря у порах матеріалу називають поздовжньою або поперечною фільтрацією. Під поздовжньою фільтрацією розуміють рух повітря, що потрапляє через нещільність зовнішнього повітронепроникного шару та переміщується у товщі вздовж конструкції. При поперечній фільтрації повітря потрапляє у товщу шару через його зовнішню поверхню перпендикулярно до товщі конструкції.



а – крива розподілу температури без урахування інфільтрації повітря
б – крива розподілу температури з урахування інфільтрації повітря

Рис. 1 Схематичний вигляд зміщення теплових полів у шарі конструкції



I – розміщення повітряного прошарку біля внутрішнього шару конструкції
II – розміщення повітряного прошарку біля зовнішнього шару конструкції
III – відсутній повітряний прошарок

Рис. 2 Схематичний вигляд зміни опорів теплопередачі конструкції в залежності від витрат повітря. наявності та розміщення вентильованого проміжку

Існує кілька методик, які враховують вплив повітропроникності на температурний режим конструкції. Розподіл температур можна визначити за формулою Ушакова Ф.В. [5]:

$$\tau_x = t_{\text{зовн}} + (t_{\text{внутр}} - t_{\text{зовн}}) \cdot [(e^{cWR_x} - 1) / (e^{cWR_o} - 1)]$$

де τ_x – температура у будь-якій площині огороження, $t_{\text{внутр}}$ та $t_{\text{зовн}}$ – температури внутрішнього та зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, e – основа натуральних логарифмів, R_x – термічний опір огороження від зовнішнього повітря до площини, що розглядається, при відсутності інфільтрації, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$, R_o – опір теплопередачі всього огороження, при відсутності інфільтрації, $\text{м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$, W – кількість повітря що проходить крізь конструкцію, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

При такому підході, основною задачею стає знаходження температур та тисків у повітряному прошарку. Так, для конструкцій першої групи (I) середня температура повітря у прошарку визначається за формулою [7]:

$$t_{\text{сер}} = t_o - (t_o - t_{\text{зовн}}) \cdot (X_o/L) \cdot [1 - e^{-L/X_o}]$$

де t_o – гранична температура повітря у прошарку, $^{\circ}\text{C}$, X_o – умовна висота, на якій температура повітря у прошарку відрізняється від граничної температури t_o у e разів ($e \approx 2,7$) менше, ніж відрізнялась при вході у прошарок, м, L – висота нерозривного повітряного прошарку, м.

Для конструкцій другої групи (II) у літературі [8] наведено аналітичний метод розрахунку руху повітря у прошарку, що описується системою рівнянь, рішення яких потребує доопрацювання і перевірки з натурними результатами досліджень.

Висновки.

Розроблений алгоритм розрахунку конструкцій з вентиляльованим повітряним прошарком має наступну структуру:

1. Визначення конструктивної групи індустриального опорядження.
2. Виконання розрахунку з визначення температури та тиску у повітряному прошарку за методикою відповідно до конструктивної групи індустриального опорядження.
3. Розрахунок температурних полів з урахуванням інфільтрації повітря.
4. Розрахунок температурних полів з урахуванням термічної неоднорідності конструкції.
5. Визначення опору теплопередачі конструкції з урахуванням інфільтрації повітря та теплотехнічної неоднорідності конструкції.

Метою подальших досліджень буде зіставлення результатів експериментальних досліджень теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, отриманих у лабораторних умовах та при натурних випробуваннях, з розрахунковими.

Література

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов вентилируемым воздушным зазором // АВОК. 2004 № 2, 3.
2. Подласова И.А., Чернета В.Ю., Копаница Н.О., Солодников Е.В. Сопротивление теплопередаче стен с навесными теплоизоляционными фасадами// АВОК. 2005 № 3.
3. Фаренюк Г.Г., Венжего Г.С. Учет неоднородности конструкций вентилируемых фасадов при определении приведенного сопротивления. // Реконструкція житла. – Вип. 8 – 2007. – С.306-314.
4. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови. Чинний від 2009-06-01.
4. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1982.
5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М., Госстройиздат, 1973.
6. Брилинг Р.Е. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций и материалов. М., Стройиздат, 1949.
7. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК, 2004. №2, №3.
8. Козлов В.В. Аналитический метод расчета движения воздуха в воздушном зазоре вентилируемого фасада с облицовкой, содержащей периодические разрывы// НИИСФ -50, М., 2006.

ОБЩИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА ТЕПЛОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ

Г. С. Венжего

Аннотация

В статье приведен общий подход к определению теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций с фасадной теплоизоляцией с вентилируемой воздушной прослойкой. Установлены основные факторы, которые необходимо учитывать при определении теплоизоляционных характеристик таких конструкций.

GERAL ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR CALCULATION THERMAL HARACTERISTICS OF MULTILAYER WALLS CONSTRUCTIONS WITH AN AIR GAP

Galyna S. Venzhego

Abstract

The paper describes general approach to definition of thermalinsulating characteristics of constructions of outward walls with facade heat-insulation and finishing industrial lagging with ventilated air layer. The main factors, which should be considered while determinating of thermophysical characteristics of this kind of constryctions are established.

УДК 515.2

Воскресенская С. Н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАТОРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ ФАЦЕТ С ОБРАЗУЮЩЕЙ – КРИВОЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, Украина*

Аннотация

Приводится моделирование фацетного концентратора солнечного излучения для случая, когда цилиндрические фацеты имеют одинаковый размер и форму, а их образующей является кривая второго порядка – парабола. Также выведена формула, позволяющая определить координаты крайних точек участка параболы, симметричного относительно оси ординат, который применяется для формирования параболоцилиндрической фацеты.

Постановка проблемы. При использовании солнечного излучения для получения тепловой или электрической энергии возникает препятствие, заключающееся в его низкой плотности. Преодолеть это противоречие можно путем концентрации излучения. Концентраторы солнечного излучения – это оптические системы, которые изменяют ход солнечных лучей таким образом, чтобы они попали на приемник излучения. Они могут быть однозеркальными и формироваться с помощью плоского зеркала или, например, кривой второго порядка, а также многозеркальными, образованными различными сочетаниями плоских зеркал или/и кривых второго порядка. Многозеркальные концентраторы часто называют фацетными, так как они состоят из отдельных элементов, направляющих солнечное излучение на один и тот же приемник.

Анализ последних исследований. В работах [1 – 3] рассмотрены случаи, когда концентратор образуется с помощью плоских зеркал. Также известны варианты его моделирования из отдельных отражающих элементов (чаще – плоских, реже – изогнутых), располагаемых таким образом, чтобы получить известную поверхность, например цилиндрическую (рис. 1, в) параболоидную (рис. 1, б) или сферическую (рис. 1, в).

Формулировка целей статьи. Целью статьи является моделирование фацетного концентратора в случае, когда фацеты одинаковой параболоцилиндрической формы, то есть, их образующей является кривая второго порядка.

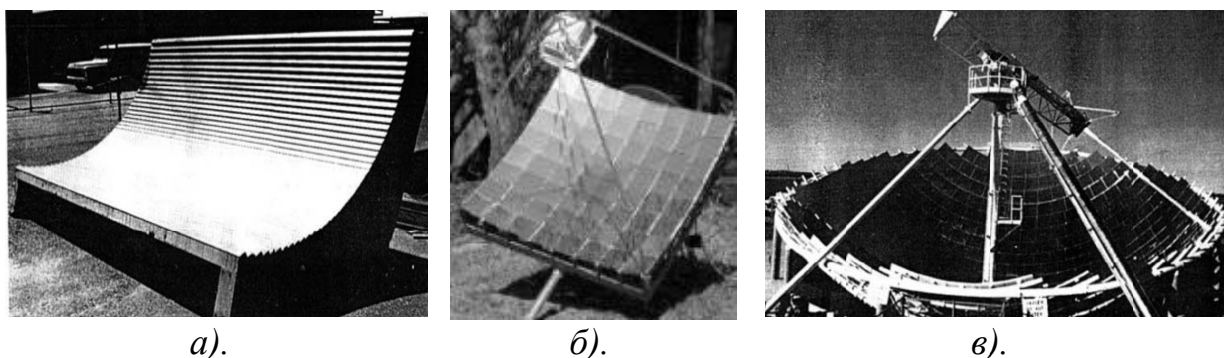


Рис. 1. Многозеркальные фацетные концентраторы

Основная часть. Расположим первую фацету параболоцилиндрической формы таким образом, чтобы солнечное излучение падало нормально на ее поверхность. Уравнение параболы запишем в виде:

$$y = \frac{1}{2 \cdot p} \cdot x^2, \quad (1)$$

где p – расстояние от директрисы до фокуса. Тогда фокусное расстояние, соответственно, $\frac{p}{2}$.

Будем использовать часть параболы, ограниченную точками с координатами $x_0 = -2$; $x_{10} = 2$. То есть, ширина апертуры одной фацеты $L_{1f} = |x_0| + x_{10} = 4$. Расположим вторую и третью фацеты аналогичной формы и размеров таким образом, чтобы они соприкасались с торцами первой. Очевидно, что они должны иметь определенный угол наклона по отношению к оси x , перпендикулярной оптической. Обозначим этот угол через u . Соответственно, уравнения отраженных лучей от двух крайних точек второй и третьей фацеты принимают вид:

$$\begin{aligned} y &= \operatorname{tg}(90^\circ + 2 \cdot (k_{10} - u)) \cdot x + yp_{10} - \operatorname{tg}(90^\circ + 2 \cdot (k_{10} - u)) \cdot x_{10}; \\ y &= \operatorname{tg}(90^\circ - 2 \cdot (k_{10} + u)) \cdot x + (yp_{10} + L_{1f} \cdot \sin(u)) - \operatorname{tg}(90^\circ - 2 \cdot (k_{10} + u)) \cdot \\ &\cdot (x_{10} + L_{1f} \cdot \cos(u)), \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} y &= \operatorname{tg}(90^\circ + 2 \cdot (k_0 - u)) \cdot x + yp_0 - \operatorname{tg}(90^\circ + 2 \cdot (k_0 - u)) \cdot x_0; \\ y &= \operatorname{tg}(90^\circ - 2 \cdot (k_0 + u)) \cdot x + (yp_0 + L_{1f} \cdot \sin(u)) - \operatorname{tg}(90^\circ - 2 \cdot (k_0 + u)) \cdot \\ &\cdot (x_0 - L_{1f} \cdot \cos(u)), \end{aligned} \quad (3)$$

где k_0 и k_{10} – углы наклона нормалей, проходящих через точки с координатами $x_0 = -2$ и $x_{10} = 2$ к оптической оси;

yp_0 и yp_{10} – координаты z для крайних точек, получаемые путем подстановки координат x в уравнение (1).

Расположим плоский приемник солнечного излучения перпендикулярно оптической оси. При этом должно соблюдаться два условия. Во-первых, все отраженные от трех facets лучи должны попадать на приемник. Во-вторых, он должен быть как можно меньшей ширины, чтобы не затенять концентратор. Опытным путем с помощью моделирования в программной оболочке Maple было выявлено, что все отраженные от трех facets лучи попадут на плоский приемник в случае, если отраженные от второй и третьей facets солнечные лучи для точек с координатами x_0 и x_{10} пройдут через фокус первой параболы. Это же обеспечит и выполнение второго условия. То есть, угол u , под которым надо наклонить две крайние параболы можно найти из первого выражения формулы (3) путем подстановки координат фокуса $(0; \frac{p}{2})$:

$$yp_0 - \operatorname{tg}(90^\circ + 2 \cdot (k_0 - u)) \cdot x_0 = \frac{p}{2}. \quad (4)$$

В результате решения уравнения (3) для рассматриваемого случая было получено $u = 28^\circ$.

Результат моделирования представлен на рис. 2.

Известно, что одним из основных параметров, определяющих эффективность работы концентратора, является коэффициент концентрации. Приемник ограничен с двух сторон лучем, отраженным третьей facetой для точки с координатой x_0 , и лучем, отраженным второй facetой для точки с координатой x_{10} . Если ширину приемника обозначить как L_{pr} , то коэффициент концентрации первой facets:

$$K_1 = \frac{L_{1f} - L_{pr}}{L_{pr}}, \quad (5)$$

где L_{1f} – ширина апертуры одной facets. Для второй и третьей facets, соответственно:

$$K_2 = K_3 = \frac{L_{1f} \cdot \cos(u)}{L_{pr}}. \quad (6)$$

Общий коэффициент концентрации равен сумме:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 = \frac{(L_{1f} - L_{pr}) + 2 \cdot (L_{1f} \cdot \cos(u))}{L_{pr}}. \quad (7)$$

Для рассматриваемого случая было получено, что $L_{pr} = 1,308$, $K_1 = 2,05$, $K_2 = K_3 = 2,7$, $K = 7,45$.

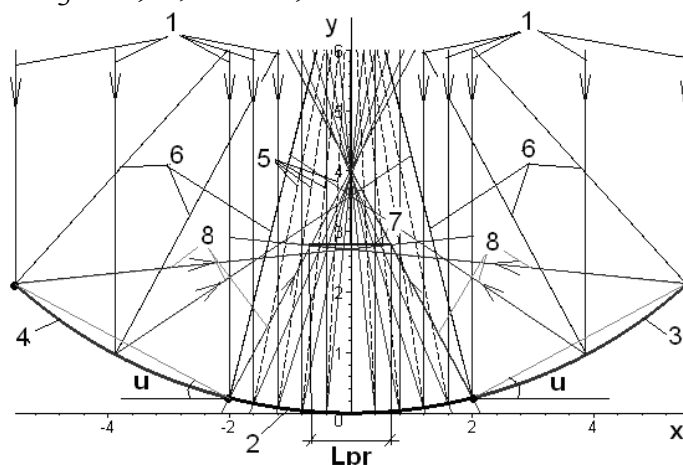


Рис. 2. Факетный концентратор, смоделированный с помощью кривых второго порядка – парабол:

1 – падающие лучи; 2 – первая факета (параболоцилиндр); 3 – вторая факета; 4 – третья факета; 5 – нормали к первой факете; 6 – нормали ко второй и третьей факетам; 7 – приемник солнечного излучения; 8 – отраженные от концентратора лучи.

Определим краевые условия, при которых возможно вышеописанное моделирование. Величина угла u в два раза больше, чем k_{10} . Если рассматривать угол наклона отраженного луча, описанный вторым выражением уравнения (2), к оси абсцисс, то он должен быть положительным (не быть направленным в отрицательном направлении оси y):

$$90^0 - 2 \cdot (k + u) \geq 0,$$

$$k \leq 15^0.$$

Отсюда следует, что при выборе крайних точек параболы, используемой для формирования одной факеты, необходимо осуществить проверку, чтобы угол наклона нормалей к оптической оси для этих точек не превышал 15^0 . Их значение x определяется путем решения уравнения:

$$90^0 + \arctg \left(\frac{1}{\left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)} \right) = 15^0, \quad (8)$$

где $\frac{\partial y}{\partial x}$ – производная от выражения (1).

Если оптическую ось принять за ось вращения, то аналогичным вышеописанному образом может быть смоделирован концентратор, являющийся поверхностью вращения.

Выводы. В работе проведено моделирование концентратора, состоящего из параболоцилиндрических facets, имеющих одинаковый размер и форму. При этом первая facet располагается перпендикулярно падающим солнечным лучам, а две другие примыкают к ней, но имеют другой угол ориентации, который определяется как удвоенное значение угла наклона нормали к оси симметрии для крайней точки образующей – параболы. Выведено уравнение, решение которого позволяет найти крайние точки участка параболы, используемого для создания цилиндрической поверхности. Оно получено на основании того, что угол наклона нормали к оси симметрии для крайней точки образующей не должен превышать 15° .

Перспективы дальнейшего исследования. В качестве перспективы дальнейших исследований можно назвать моделирование концентраторов, состоящих из цилиндрических facets, образуемых с помощью других кривых второго порядка.

Литература

1. Андреев В.М. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения/ Андреев В.М., Грилихес В. А., Румянцев В. Д. – Л.: Наука, 1989. – 310 с.
2. Воскресенская С.Н. Разработка схем концентрации солнечного излучения на двухсторонних фотоэлементах/ Воскресенская С.Н.// Відновлювальна енергетика ХХІ століття: сб. науч.тр. – АР Крым, 2011. – С. 185 – 189.
3. Пат. 45399 Україна, МПК⁷ F24J2/06. Концентратор сонячної батареї/ Воскресенська С.М., Дворецький О.Т.; заявник і патентовласник Національна академія природоохоронного і курортного будівництва. – № u200905356; заявл. 28.05.2009; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21. – 12 с., іл.

Анотація

Наводиться моделювання facetного концентратора сонячного проміння для випадку, коли циліндричні facets мають однаковий розмір та форму, а їх твірною є крива другого порядку – парабола. Також виведено формулу, що дозволяє визначити координати крайніх точок ділянки параболи, симетричної відносно осі ординат, яка використовується для формування параболоциліндричної facetи.

Abstract

MODELING OF CONCENTRATOR OF THE SUNLIGHT FROM FACET WITH FORMATIVE – THE CURVE OF SECOND ORDER

S. Voskresenskaya

Summary. Modeling of the facet concentrator of sunlight for a case, when cylindrical facets have the identical size and form, and their formative is a curve of the second order – parabola is pointed. The formula, allowing to define the coordinates of extreme points of a part of the parabola, symmetric in relation to the Y-axis, which is used for formation parabolocylindrical facet is also deduced.

УДК 697.4:536.2

Гламаздін П.М., Цикал К.О.

ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ЕСТЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ ПІД ВПЛИВОМ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

*Київський національний університет будівництва
і архітектури, Україна*

Анотація.

У статті описана методика і результати вимірювання кінематичної в'язкості водних розчинів естерів жирних кислот, які відносяться до класу поверхнево-активних речовин, після перебування в постійному магнітному полі.

В усіх системах централізованого теплопостачання теплоносієм є вода. При всіх її позитивних якостях, вона має і недоліки, пов'язані з тим, що вода є хорошим розчинником для різних солей, в тому числі і для карбонатів, сульфатів та силікатів кальцію і магнію, наявність яких у воді призводить до появи накипних відкладень, які погіршують теплотехнічні характеристики теплообмінного та теплогенеруючого обладнання систем теплопостачання [1].

Методи боротьби з накипоутворенням можна поділити на два напрямки: видалення накипоутворюючих солей з теплоносія (води) або створення умов, при яких накипоутворення неможливе [2]. Один з методів другого напрямку є модифікація теплоносія через додавання поверхнево-активних речовин у воду [3].

Найбільш відомою такою речовиною є октадециламін. Він використовується ще з п'ятдесятих років минулого століття, щоправда для боротьби з кисневою корозією [4].

Додавання амінів призводить до утворення захисної плівки на поверхні металу, що перешкоджає осіданню накипоутворюючих солей на поверхні металу. Однак широкому розповсюдженню методу модифікації теплофікаційної води через додавання октадециламіну перешкоджає той факт, що його активність недостатня для боротьби з комплексними відкладеннями, через що його використовують у комплексах з іншими активними речовинами, які не відносяться до IV групи речовин [5] та є досить дорогим.

Однак до плівкоутворюючих відносяться і інші речовини, які з точки зору безпеки для людини входять до IV групи, наприклад, ефіри жирних кислот, які до того ж значно дешевше. Проведені нами лабораторні дослідження та дослідно-промислові випробування цих речовин в якості модифікатора теплофікаційної води показали, що вони можуть не тільки захищати поверхню металу від утворення накипу, а й відмивати поверхні

нагріву від застарілих відкладень [6]. Проте діють вони при відмиванні не миттєво, для відмивання застарілих відкладень необхідний деякий час, який суттєво зменшується при підвищенні температури теплоносія вище 100 °С. Для теплових мереж, які працюють за опалювальним графіком 95-70 °С досягнути таких температур неможливо. Тому постає питання щодо пошуку шляхів інтенсифікації процесів відмивання. Одним з таких шляхів може бути омагнічування розчину перед подаванням в котел або теплообмінник. Останнім часом метод омагнічування води використовується досить активно, не дивлячись на те, що теоретичні засади, що пояснюють вплив омагнічення води на зменшення накипоутворення або руйнування відкладень омагніченою водою, поки що знаходяться в початковому стані і є декілька гіпотез, що конкурують між собою [7-10].

Відомо, що поміж інших ефектів омагнічування води, спостерігається і зміна її теплофізичних властивостей [11,12], в тому числі і в'язкості. Однак дослідження, які були б направлені на вивчення впливу омагнічення на в'язкість розчинів ефірів жирних кислот у воді, авторам не відомі. В ході досліджень, які проводились на капілярному віскозиметрі ВПЖ-2 за стандартом [13] була виявлена залежність в'язкості розчинів естерів жирних кислот від температури розчину в діапазоні 20-90°С та часу омагнічення.

Омагнічування проводилось на протязі 7-21 секунди, тобто 7 секунд, 14 секунд та 21 секунда. Експерименти проводилися з водними розчинами трьох різних концентрацій: 0,5%, 1% та 2%, а також з водопровідною водою. Для омагнічення використовувався пристрій з постійними магнітами напруженістю поля 0,1 Тл наступної конструкції: чотири послідовно сполучені трубки діаметром 3 мм для протікання розчину розміщуються між двома парами плоских магнітів розміром 8×10 см. Відстань між магнітними парами – 8 см (рис.1).

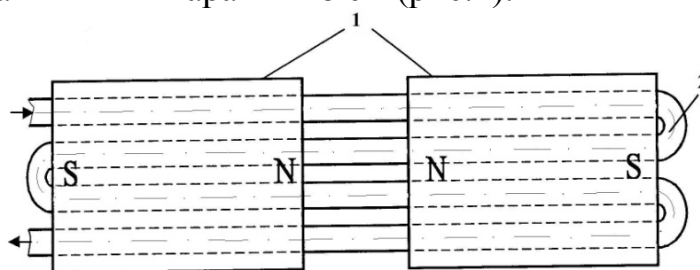


Рис.1. Схема пристрою для омагнічування рідин
1 –постійні магніти, 2 –силиконова трубка.

Досліджувана рідина рухається у магнітному полі за допомогою помпи зі швидкістю 0,21 м/с. Збільшення часу перебування розчину у полі досягається дво- чи трикратним протіканням через магнітний пристрій у замкнутому циклі.

В ході експериментів отримані наступні результати. В'язкість розчину при омагнічуванні збільшувалась при всіх концентраціях. Зі збільшенням

концентрації розчину ефект стає більш значущим. Підвищення температури розчину веде до зменшення ефекту омагнічування незалежно від концентрації розчину, що повторює картину впливу температури на в'язкість дистильованої води та неомагніченої води. На рис. 2 представлені дані, отримані в ході омагнічування 2% розчину. Однак вплив часу омагнічування виявився неоднозначним. Короточасний вплив магнітного поля різко збільшує в'язкість розчину – фактично на 25 %. Збільшення часу перебування розчину в магнітному полі не тільки не вело до подальшого збільшення в'язкості, а навпаки – зменшувало її. При цьому при тривалості омагнічування вдвічі і втричі більшій в'язкість залишалась однаковою в межах похибки методики визначення. Картина була така сама і для менших концентрацій розчину.

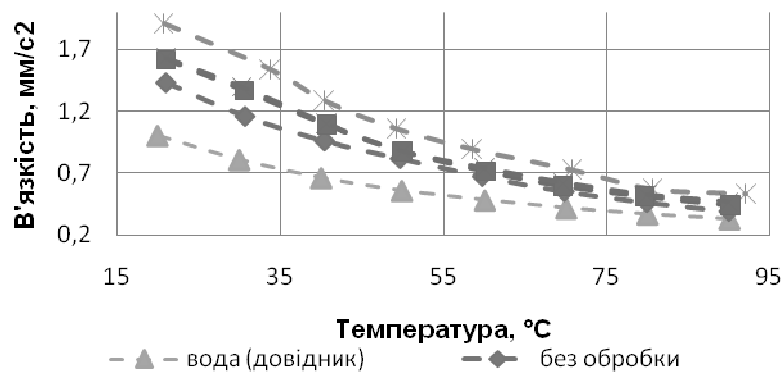


Рис.2. Зміна кінематичної в'язкості 2% розчину ПАР при різному часі перебування у магнітному полі в діапазоні температур 20-90°C.

Висновки. Проведені експериментальні дослідження показали однозначне зростання в'язкості розчину естерів жирних кислот після їх перебування у полі природних магнітів для всіх концентрацій у межах досліджених. Зі збільшенням температури розчину вплив омагнічування послаблюється також для всіх досліджених концентрацій, що повторює залежність в'язкості від омагнічування звичайної води.

Вплив часу перебування у магнітному полі виявився неоднозначним. Збільшення часу омагнічування понад деяку границю зменшує вплив омагнічування на в'язкість і більше того по проходженні цієї границі вона зменшується, але все одно залишається вищою за в'язкість розчину, що не підлягав впливу магнітного поля.

Для з'ясування причин цього явища експериментальні дослідження будуть продовжені.

Література:

1. Балабан-Ирменин Ю.В., Богловская А.В. Закономерности накипеобразования в водогрейном оборудовании систем теплоснабжения (обзор).// Энергосбережение и водоподготовка.- 2004.- №3. - С. 10--16.
2. Гламаздин П.М., Цыкал К.А. Современные методы борьбы с накипеобразованием в системах теплоснабжения.//ЖКХ Украины.-2011.- №3(38).-С.46--47.

3. Рыженков В.А, Куршаков А.В. О повышении эффективности эксплуатации городских систем теплоснабжения на основе ПАВ-технологий.// Новости теплоснабжения.- 2007.- №12.- С. 45--47.

4. Акользин П.А. Регулирование химического состава питательной воды прямоточных котлов с целью предупреждения коррозии металла. Сборник «Водоподготовка, водный режим и химконтроль на паросиловых установках», вып.3, 1969.-С.56--63.

5. Филиппов Г.А., Кукушкин А.Н. Результаты введения ОДА-гидразинного режима 2-го контура АЭС с ВВЭР-440.// Энергосбережение и водоподготовка. 2007.- №3.- С. 2--5.

6. Гламаздин П.М., Цыкал К.О. Досвід використання поверхнево-активних речовин для очищення систем теплопостачання від відкладень. Науково-технічний збірник «Енергозбереження у будівництві та архітектурі», вип.1, 2011.- С.79--84.

7. Дорфман Я. Г. Магнитные свойства и строение вещества.-М.: ГИТЛ, 1955.- 377 с.

8. Классен В.И. Омагничивание водных систем. - М.: Химия, 1978. -232 с.

9. Стукалов П.С., Васильев Е.В., Глебов Н.А. Магнитная обработка воды. -Л.: Судостроение, 1969. – 192 с.

10.Тебенихин Є.Б. Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках. - М. : Энергия, 1977. -184 с.

11.Миллер Э.В., Классен В.И., Куценко А.Д. О влиянии магнитного поля на вязкость воды. Сборник «Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем». -М. : Энергия, 1971. –С.59--64.

12.Лесин В.И., Дюнин А.Г., Хавкин А.Я. Изменение физико-химических свойств водных растворов под влиянием электромагнитного поля.//Журнал физической химии.-1993.-№7.С.1561-1562.

13. ГОСТ 10028-81. Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭСТЕРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ П.М. Гламаздин, К.А. Цыкал

В статье описана методика и результаты измерения кинематической вязкости водных растворов эстеров жирных кислот, которые относятся к классу поверхностно-активных веществ, после пребывания в постоянном магнитном поле.

Abstract

RESEARCH VISCOSITY WATER SOLUTIONS FATTY ACID ESTERS UNDER THE INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD

P. Glamazdin, K. Tsykal

The article presents the method and results of measuring kinematic viscosity of aqueous solutions of esters of fatty acids, which belong to a class of surfactants, after a stay in a constant magnetic field.

УДК 514.18

Денисова Т.В., к.т.н.

ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКИХ ОБЪЕКТОВ В КОНИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, Украина*

Аннотация. В работе представлены геометрические и аналитические зависимости отражения плоских объектов в коническом зеркале. Получены компьютерные модели отражения ломаной линии и окружности в коническом зеркале.

Ключевые слова: отражение, анаморфизм, коническое зеркало.

Анализ основных исследований и публикаций. Анаморфные картины известны уже несколько веков. Смотреть анаморфные картины надо под определённым углом или при помощи зеркала-анаморфоскопа. В качестве анаморфоскопов используют зеркала различной формы: обычные плоские, конические, цилиндрические и пирамидальные, с разным количеством граней. По одним источникам считается, что анаморфоза или иначе искусство искажения проекции было когда-то изобретено в Китае, а позднее завезено в Европу. Хотя не исключено, что аналогичные изобретения могут независимо друг от друга возникать в разных уголках мира, но в разные временные отрезки.

Ранее [2] была рассмотрена геометрия отражений в цилиндрических зеркалах, в данной работе речь пойдет о конических зеркалах и отражениях в них.

Одним из создателей анаморфного искусства и мозаик является архитектор Манчестерской школы архитектуры Эндрю Кромптон. Известен его перевернутый конический зеркальный анаморфоз (рис.1).



Рис. 1

На рис. 2 приведен пример конического зеркального анаморфоза Fernandino Galli da Bibiena из книги о перспективном и архитектурном дизайне, которую он опубликовал в 1731 году. Изображение, которое он создает на фигуре 2, начинается с дуговой решетки, показывающей лицо в правом верхнем углу. Нелегко увидеть лицо на фигуре 2. Глаз смотрит в зеркало из точки D и расчеты показывают, как изображение изменено.

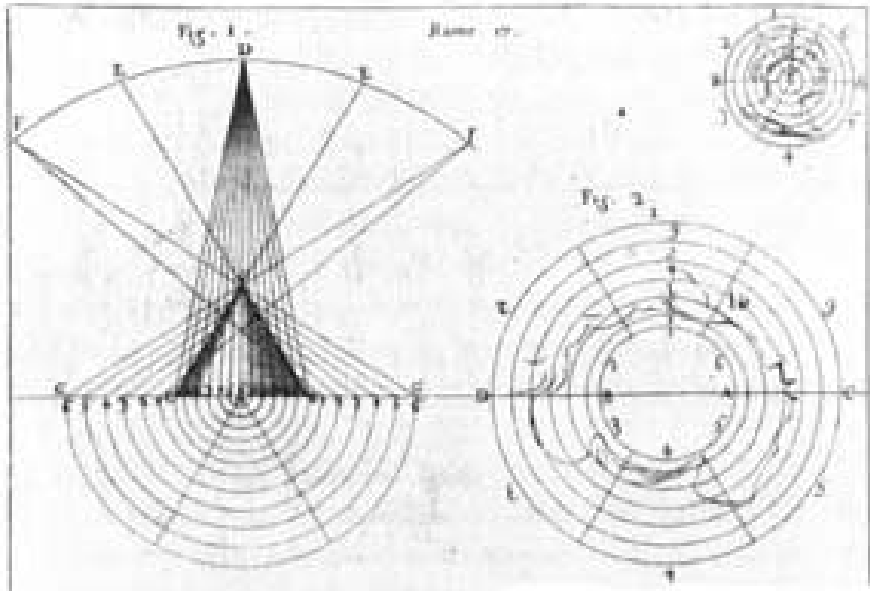


Рис.2

Каждый анаморфное изображение создается для конкретного конического зеркала, так как угол конуса и положение наблюдателя определяют искажения.

На рисунке 3 показан пример искаженного изображения, отраженного в конусе с углом наклона образующей 30° [4].



Рис. 3

Основная часть. Рассмотрим, как рассчитать аналитически отражение в коническом зеркале. Для того, чтобы найти отражение в зеркале, например, стороны квадрата, необходимо для начала, найти отражение одной точки. Выведем зависимости для общего задания конуса, отражающей точки $A(x_A, y_A, z_A)$ и точки зрения $S(x_S, y_S, z_S)$.

Коническая поверхность вращения образуется вращением прямой линии $x = \frac{a}{c} \cdot z$ вокруг оси z . Уравнение конуса имеет вид:

$$\frac{(x^2 + y^2)}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0 \quad (1)$$

Уравнение нормали к конусу в искомой точке $K(x_K, y_K, z_K)$:

$$x - x_K = l \cdot t, \quad y - y_K = m \cdot t, \quad z - z_K = n \cdot t, \quad (2)$$

$$\text{где } l = \frac{\partial F(x_K, y_K, z_K)}{\partial x}, \quad m = \frac{\partial F(x_K, y_K, z_K)}{\partial y}, \quad n = \frac{\partial F(x_K, y_K, z_K)}{\partial z}.$$

Для нахождения искомой точки $K(x_K, y_K, z_K)$ используем свойство биссектрисы:

$$\frac{SK}{AK} = \frac{SL}{AL} \quad (3)$$

Для пространственного случая соотношение будет иметь вид:

$$\frac{(x_K - x_S)^2 + (y_K - y_S)^2 + (z_K - z_S)^2}{(x_K - x_A)^2 + (y_K - y_A)^2 + (z_K - z_A)^2} = \frac{(x_L - x_S)^2 + (y_L - y_S)^2 + (z_L - z_S)^2}{(x_L - x_A)^2 + (y_L - y_A)^2 + (z_L - z_A)^2} \quad (4)$$

Точка L , лежащая на биссектрисе, образуется пересечением прямой SA и нормали (2). Уравнение прямой SA имеет вид

$$\frac{x - x_A}{x_S - x_A} = \frac{y - y_A}{y_S - y_A} = \frac{z - z_A}{z_S - z_A} \quad (5)$$

Совместным решением (2),(5) получаем координаты точки $L(x_L, y_L, z_L)$. Подставив их в (4) и учитывая, что искомая точка лежит на конусе, т.е. ее координаты удовлетворяют (1), найдем искомую точку $K(x_K, y_K, z_K)$.

Проверим работу алгоритма на конкретной модели. Возьмем конус высотой 30 см и диаметром основания 16 см и обернем его зеркальной фольгой. Зададим уравнение конуса:

$$\frac{x^2 + y^2}{8^2} - \frac{z^2}{30^2} = 0.$$

Поместим перевернутый конус в середину квадрата со стороной 30 см и находящегося на высоте 10 см от горизонтальной плоскости. Рассмотрим отражение сторон квадрата в конусе. Начало координат находится в вершине конуса. Итак, имеем координаты точки $A(15, -15, 10)$ и $S(40, 40, 5)$. Используя программное обеспечение Maple найдем координаты точки K :

> **xs:=40: ys:=40: zs:=5: xa:=15: ya:=-15: za:=10:**


```
> S:=evalf(solve({ ((xk-xs)^2+(yk-ys)^2+(zk-zs)^2)/((xk-xa)^2+(yk-ya)^2+(zk-za)^2)=((xl-xs)^2+(yl-ys)^2+(zl-zs)^2)/((xl-xa)^2+(yl-ya)^2+(zl-za)^2), xk^2/(8^2)+yk^2/(8^2)-(zk)^2/(30^2)=0, 32*(xl-xk)/xk=(yl-yk)*32/yk, 32*(xl-xk)/xk=-450*(zl-zk)/zk, yl=(xl-xa)*(ys-ya)/(xs-xa)+ya, zl=(xl-xa)*(zs-za)/(xs-xa)+za}, [xk,yk,zk,xl,yl,zl]): print(S);
xk = 0.3267673410, yk = -5.958514294, zk = 22.37800347
```

Найдем в зеркальном конусе отражение середины стороны квадрата:

```
>xa:=15: ya:=0: za:=10:
```

```
xk = 1.816055336 , yk = -3.41545185 , zk = 14.50594244
```

Середина стороны квадрата отразится в конусе на 6 см ниже, что подтверждают фотографии эксперимента (рис. 4). Вся сторона отразится в виде кривой 2-го порядка. Компьютерная модель отражения трех сторон квадрата представлена на рис.5.



Рис. 4

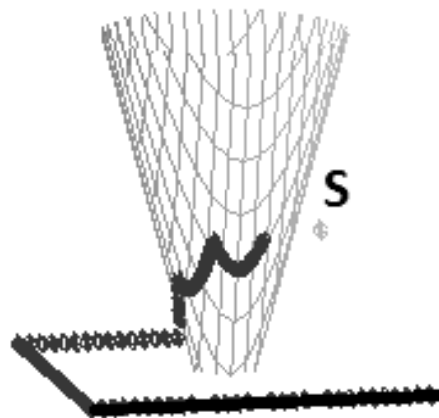


Рис.5

На рис. 6 представлено отражение в конусе части окружности $x:=\sqrt{R^2-y^2}$, через центр которой проходит ось конуса. На рис.7 показано отражение окружности $x:=\pm\sqrt{R^2-y^2}+20$, находящейся перед коническим зеркалом.

Выводы. Изучение геометрии кривых зеркал на сегодняшний день является достаточно актуальным. Кривые отражающие поверхности используются при создании архитектурных форм, в частности фасадов зданий, опорных колонн. Используя законы отражения, можно разнообразить вышеперечисленные архитектурные формы, в которых найдут свое правильное отражение искаженные плоские объекты.

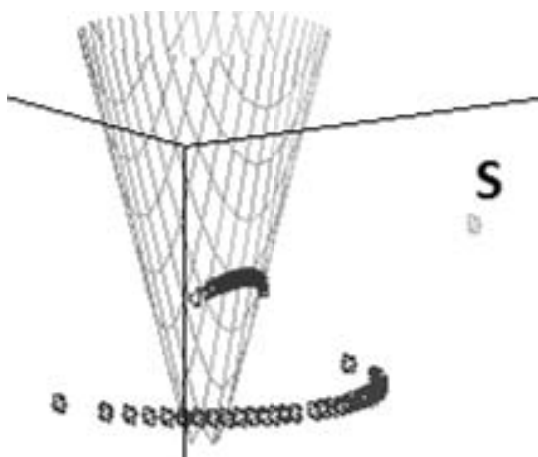


Рис.6

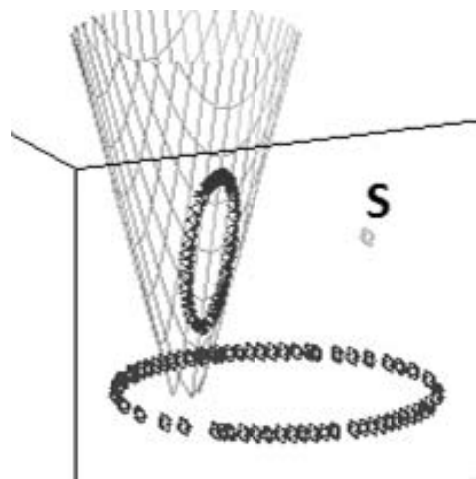


Рис.7

Литература

1. Кривошапко С. Н., Иванов В. Н., Халаби С. М. Аналитические поверхности. – Москва: Наука, 2006. – 536 с.
2. Перешиткин К.А., Денисова Т.В. Отражение плоских объектов в цилиндрических зеркалах // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и энергосбережения. – Симферополь, 2011. – Вып.3, Ч.1
3. ANAMORPHIC ART at the London Knowledge Lab and the National Gallery, December 12 & 13 2008
4. Self-anamorphic images A.P. Crompton1 & F.E. Brown
5. Рэй Смит Настольная книга художника. – Москва: Астрель, 2004
6. <http://log-in.ru/articles/anamorfoznoe-iskusstvo/>

ВІДБИТТЯ ПЛОСКИХ ОБ'ЄКТІВ В КОНІЧНИХ ДЗЕРКАЛАХ

Денисова Т.В.

Анотація. У роботі представлені геометричні та аналітичні залежності відбиття плоских об'єктів в конічному дзеркалі. Отримані комп'ютерні моделі відбиття ламаної лінії і кола в конічному дзеркалі.

REFLECTION OF FLAT OBJECTS IN CONICAL MIRRORS

Denysova T.

Abstract. The paper presents the geometric and analytic dependence of the reflection plane objects in a conical mirror. The computer models of a broken line reflection and a circle reflection in the conical mirror are obtained.

УДК 662.987.697.7

А.Є. Денисова, д.т.н., професор,
В. Ю. Бірюк, к.т.н., доцент

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ФРЕОНІВ ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Одеський національний політехнічний університет, Україна

Анотація

В статті розглянуті та проаналізовані основні показники ефективності роботи теплонасосної станції теплопостачання в теплових схемах промислових та енергетичних підприємств. Проаналізовано різні типи хладонів для схеми утилізації теплоти циркуляційної води за допомогою теплових насосів для потреб системи централізованого теплопостачання.

Ключові слова: *Енергозберігаючі технології, енергетична безпека, фреон, ексергія, теплонасосні станції теплопостачання, централізоване теплопостачання.*

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ТЕС і АЕС

Україна відстає в цьому напрямку енергетики від більшості розвинених країн світу, що негативно впливає на її енергетичну безпеку. Створення індивідуальних та промислових систем теплопостачання, які працюють від альтернативних вторинних паливно-енергетичних ресурсів є важливим завданням промислової енергетики нашої країни.

До теперішнього часу для ТЕС і АЕС відсутній досвід використання теплонасосних технологій в технологічних схемах виробництва електроенергії та теплоти. Деякі пропозиції носять декларативний характер і не дають змоги оцінити перспективи застосування теплонасосних технологій в теплових схемах електростанцій, як для підвищення термодинамічної ефективності паросилового циклу електростанцій, так і для підвищення ефективності централізованого кондиціювання та теплопостачання [1, 2].

Найбільш перспективним напрямком застосування теплонасосних технологій на електростанціях є утилізація низькопотенційної теплоти циркуляційної води охолодження конденсаторів турбін. Температура циркуляційної води після конденсаторів коливається в діапазоні 20 - 30 °С в залежності від пори року, що є високоефективним джерелом теплоти для ТН систем, адже при застосуванні парокомпресійного циклу ТН можна отримати теплоносій з температурою 60-70 °С. Отримання таких параметрів дає можливість використовувати ТН для потреб централізованого теплопостачання, не використовуючи при цьому відбори

пари з турбоустановки. Для таких теплонасосних станцій теплопостачання (ТНСТ) необхідно знайти оптимальні показники роботи, щоб визначити економічну доцільність витрати електроенергії на привід компресора.

1. ВИБІР ХЛАДОНІВ ДЛЯ ТНСТ

При виборі холодоноу важливим є діапазон його робочих температур. Коефіцієнт перетворення теплоти ϕ теплового насоса визначається властивостями фреону [3].

Основними країнами, що виробляють фреони, було ухвалено Монреальський протокол, який розділив фреони на наступні групи [4]:

- I. Особливо озононебезпечні (R11; R12; R113; R114; R115),
- II. Озононебезпечні (R12B1; R13B1; R114B2 та ін.);
- III. Екологічно безпечні фреони (R142, R134; R123 та ін.).

Температура фреонів в тепловому насосі вища, ніж в холодильних установках, тому фреон в тепловому насосі може розкладатися і викликати корозію устаткування [5]. При використанні екологічно безпечних фреонів необхідно враховувати деякі недоліки, зокрема, вартість таких фреонів, високий робочий тиск, вміст кількох компонентів. Це означає, що всі деталі холодильного контуру повинні мати високу міцність, а отже і вартість.

Таблиця 1. Властивості екологічно безпечних фреонів (типу HFC, FC, HC) для ТНСТ

Фреон	0°C		70°C	
	Тиск насичення, кгс/см ²	Холодо-продуктивність, кДж/кг	Тиск насичення, кгс/см ²	Холодо-продуктивність, кДж/кг
R134a	2,94	198	21,16	123
R152a	2,67	304	18,94	238
R290	4,72	374	25,92	228
RC318	1,29	114	10,78	78

Як видно з розрахунків (табл.1, 2) парокомпресійних циклів ТНСТ найбільш ефективним фреоном є R152a, в якого найбільший коефіцієнт перетворення та холодопродуктивності, і водночас найменший показник потужності компресора [6].

РЕЖИМИ РОБОТИ ТНСТ З ФРЕОНОМ R152a

Для вибору конструкції ТНСТ та оптимальних режимів роботи необхідно провести аналіз різних варіантів температурних перепадів в теплообмінниках при різних температурах навколишнього середовища [7]. Для розрахунку показників ефективності парокомпресійних циклів вибираємо температуру випаровування $t_b=20-30$ °C, що відповідає температурі циркуляційної води на протязі року та температуру конденсації $t_k=73$ °C для систем теплопостачання:

1. Робота стиснення в компресорі, кДж/кг:

$$l_{ст} = h_2 - h_1$$

де, h_1 та h_2 – ентальпія робочого тіла на вході ті на виході з компресора, кДж/кг

2. Рівняння теплового балансу ТН циклу, кДж/кг:

$$q_v + l_{ст} = q_k$$

де, q_v – енергія, що отримана при випаровуванні у випарнику ТНСТ, кДж/кг; $l_{ст}$ – робота стиснення в компресорі, q_k – енергія, що отримана при конденсації в конденсаторі ТНСТ, кДж/кг.

3. Теплове навантаження ТНСТ, кДж/кг:

$$q_{тн} = q_k$$

де, q_k – енергія, що отримана при конденсації робочого тіла в конденсаторі ТНСТ, кДж/кг.

4. Питома енергія, спожита електродвигуном компресора ТНСТ, кДж/кг:

$$W = l_{ст} / \eta_{ем} \eta_e$$

$\eta_{ем}$ – ККД електромеханічний; η_e – ККД електричний.

5. Енергетична ефективність парокомпресійного циклу ТНСТ, коефіцієнт перетворення:

$$\varphi = q_k / l_{ст}$$

Проаналізувавши парокомпресійний цикл ТНСТ з фреоном R152a з різною температурою циркуляційної води, отримаємо показники оптимальні показники ефективності циклу при температурі $t_{HI} = 30^\circ\text{C}$, що показано в таблиці 2.

Таблиця 2. Показники ефективності ТНСТ в залежності від температури циркуляційної води.

Температура теплоносія t_{HI} , $^\circ\text{C}$	Питома теплове навантаження у випарнику q_v , кДж/кг	Питома теплове навантаження у конденсаторі q_k , кДж/кг	Коефіцієнт перетворення φ
20	187,36	233,83	4,03
22	188,66	232,99	4,26
24	189,94	232,15	4,50
26	191,19	231,33	4,76
28	192,42	230,5	5,05
30	193,62	229,68	5,37

Виходячи з розрахунків парокомпресійного циклу можна зробити висновок, що найбільш ефективна робота ТНСТ можлива при високій температурі циркуляційної води.

Однак, найбільш точним є ексергетичний метод аналізу, який заснований на термодинамічній функції, враховуючи властивості системи та навколишнього середовища, що дає можливість оцінити термодинамічну досконалість ТНСТ та визначити ефективність роботи установки.

Проводимо ексергетичний аналіз показників ефективності ТНСТ при використанні фреона R152a:

1. Ексергія e_b , віддана низькопотенційним теплоносієм у випарнику, кДж/кг:

$$e_b = \tau_b q_b;$$

де, τ_b , - ексергетична температура низькопотенційного теплоносія (коливається в діапазоні від 0 до 1):

$$\tau_b = \frac{T_{cp.b.} - (t_0 + 273)}{T_{cp.h.}};$$

2. Середня логарифмічна температура низькопотенційного теплоносія, К:

$$T_{cp.b.} = \frac{t_{b1} - t_{b2}}{\ln \frac{t_{b1} + 273}{t_{b2} - 273}};$$

3. Ексергія e_k , отримана високопотенційним джерелом у конденсаторі, кДж/кг:

$$e_k = \tau_k q_k;$$

де, τ_k – ексергетична температура високопотенційного теплоносія:

$$\tau_k = \frac{T_{cp.k.} - (t_0 + 273)}{T_{cp.k.}};$$

4. Середня логарифмічна температура гарячого теплоносія, К:

$$T_{cp.g.} = \frac{t_{g2} - t_{g1}}{\ln \frac{t_{g2} + 273}{t_{g1} - 273}};$$

5. Ексергія електроенергії, що витрачається на привід компресора, кДж/кг:

$$e_e = \frac{l_{cm}}{\eta_{e.m.} \eta_e}$$

6. Ексергетичний ККД η_e ТНСТ визначається по сумарній ексергії вхідних та вихідних потоків:

$$\eta_e = \frac{e_{вих}}{e_{вх}} = \frac{e_k}{e_b + e_{el}}$$

Результати ексергетичного аналізу парокомпресійного циклу ТНСТ з фреоном R152a в залежності від температури навколишнього середовища зводимо до порівняльної таблиці 3:

Таблиця 3. Ексергетичний аналіз парокомпресійного циклу ТНСТ

Температура навк. серед. t_H , °С	Ексергія e_b , кДж/кг	Ексергія e_k , кДж/кг	Ексергетичний ККД η_e
10	10,49	43,49	0,55
5	13,67	47,23	0,57
0	16,86	50,74	0,59
-5	19,86	54,01	0,61
-10	23,04	57,28	0,62

Висновки

Запровадження ТНСТ на електростанціях для умов України дасть змогу вирішити проблеми з теплопостачанням, зменшити викид шкідливих речовин, зокрема парникових газів в порівнянні із звичайними видами теплопостачання, зменшить теплове забруднення навколишнього середовища при роботі електростанцій, що є актуальним для нинішнього екологічного стану довкілля в Україні й світі. Використання ТНСТ в теплових схемах ТЕС та АЕС для потреб систем централізованого опалення та гарячого водозабезпечення дасть можливість зменшити коефіцієнт недовироблення електроенергії турбоустановкою, а також збільшити ККД паротурбінного циклу. Як видно з енергетичного та ексергетичного розрахунків парокомпресійних циклів ТНСТ найбільш ефективним фреоном є R152a, в якого найбільший коефіцієнт перетворення та холодопродуктивності, і водночас найменший показник потужності компресора.

Література

1. Денисова А.Е., Дубковский В.А., Денисов С.Ю. Комплексная альтернативная система теплоснабжения на основе низкопотенциальных источников тепла ТЭС и АЭС // Радиационная и ядерная безопасность. – 2000, Т. 3. – Вып. 4. – С. 100 – 103.
2. Мацевитый Ю. М., Чиркин Н. Б., Богданович Л. С., Клепанда А. С. О рациональном использовании теплонасосных технологий в экономике Украины // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит; № 3, 2007. – С.20 – 32.
3. Промышленные фторорганические продукты: Справ. изд. / Б. Н. Максимов, В. Г. Барабанов, И. Л. Серушкин и др. – Л.: Химия, 1990. – 464с.
4. Тепловые насосы: Учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с
5. Денисова А.Е. Особенности работы теплового насоса в комплексной альтернативной системе теплоснабжения//Экотехнологии и ресурсосбережение.– 2001.– №1.– С.6 – 8.
6. www.et.du.dk/CoolPack
7. Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Макмайл. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.

Abstract

The article reviewed and analyzed key performance indicators of heat pump heating stations in heat patterns of industrial and energy companies. Different types khladons scheme for recycling heat circulating water through heat pumps for the needs of the district heating system.

Keywords: Energy-saving technologies, energy security, Freon, exergy, heat pump station heating, district heating.

УДК 624.012

Д. А. Єрмоленко, к.т.н.,
О. А. Кодак, к.т.н.

КІНЦЕВО-ЕЛЕМЕНТНА МОДЕЛЬ ВІСЕСИМЕТРИЧНОГО БАГАТОШАРОВОГО ТІЛА НА ОСНОВІ ТОРОПОДІБНОГО ЕЛЕМЕНТА

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка, Україна*

Анотація

У статті розглянуто кінцево-елементну модель центрально стиснутого трубобетонного стрижня, в основу якої покладено тороподібний кінцевий елемент прямокутного поперечного перерізу із різною кількістю вузлів на сторонах.

Постановка проблеми. На основі великої кількості експериментальних досліджень трубобетонних конструкцій побудовано ряд теорій розрахунку. Але розмаїття геометричних та фізичних параметрів робить ці теорії частковими [1]. Для розробки загальної теорії роботи трубобетону під навантаженням потрібні глибокі дослідження напружено-деформованого стану. Застосування методів теорій пружності та пластичності можливе лише для окремих часткових випадків, які пояснюються тим, що трубобетон є комплексним матеріалом. Результати його роботи значно перевищують суму робіт компонентів поодиночі. Виходом до такого аналізу можуть бути чисельні методи дослідження напружено-деформованого стану, наприклад, метод кінцевих елементів. Критерієм адекватності його застосування може бути порівняння з результатами експериментальних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процедура оцінки напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів складається з декількох формалізованих етапів. Застосування деяких з них є традиційним і інваріантним [2] до цілого класу будівельних несучих конструкцій, зокрема, трубобетонних. Виключенням є етап складання матриці жорсткості системи, тому що основою для неї є характеристики кінцевих елементів, які складають розрахункову модель об'єкту дослідження [3]. Трубобетон є віссесиметричним тілом і його дискретну модель можна побудувати із застосуванням елементів розроблених у [3,4,5]. Але застосування таких елементів може бути обмежено потужностями існуючих розрахункових комплексів.

Формулювання цілей та завдання статті. Найбільш раціональною областю застосування трубобетону є центрально стиснуті стрижні несучих конструкцій, при цьому навантаження прикладається до крайніх перерізів через жорсткі плити. Компоненти трубобетону знаходяться в умовах

плоского деформування. Все це дозволяє сконструювати комплексний кінцевий елемент. Метою роботи є отримання характеристик такого кінцевого (характерного) елемента.

Основна частина. Розглядається задача визначення напружено-деформованого стану стиснутого трубобетонного елемента під рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивності F_n . Головний вектор R_F зовнішнього зусилля спрямований уздовж поздовжньої вісі Oz розрахункового елемента і прикладений до фізичного центру ваги верхньої основи. Нижня основа спирається на жорстку опору (рис.1).

Дискретна модель трубобетону розглядається у циліндричній глобальній системі координат ρ, φ, z , початок якої розміщено у центрі ваги нижньої основи. При уявленні трубобетону як складеного циліндричного тіла, логічним є представлення його як системи, складеної з двох підсистем: товстостінного циліндричного тіла (повнотіле є частковим випадком), виконаного з матеріалу M_b ; тонкостінної циліндричної оболонки, виконаної з матеріалу M_s . Так як осердя і оболонка та прикладене навантаження є вісесиметричними, тоді зусилля та переміщення не залежать від координати φ і тому достатньо дослідити їх лише у будь-якій меридіальній площині ρOz .

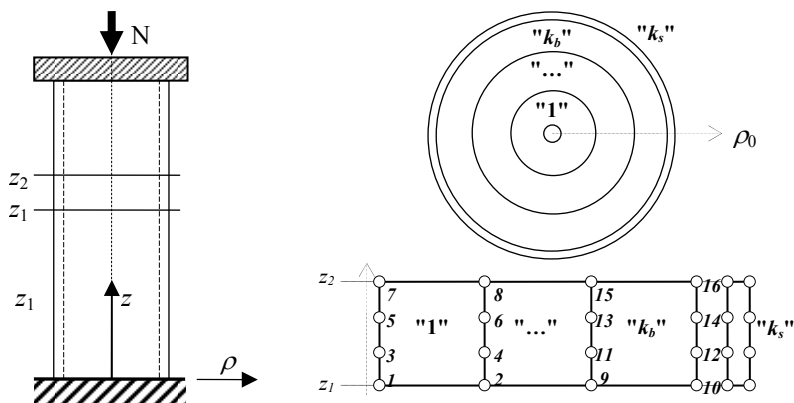


Рис.1. Кінцево-елементна модель трубобетону

Розрахункова сітка складається із системи координатних поверхонь [3]: система концентричних циліндрів $\rho = r_i$ ($i = 1..n$); система площин $z = z_k$ ($i = 0..l$), які паралельні $O\rho\varphi$.

Осердя і оболонка представлені тривимірним циліндричним тілом. Таким чином, для їх дискретизації застосовуються тороподібні елементи прямокутного поперечного перерізу зі сторонами $2a_{k\rho}$ та $2c_{kz}$. Форма отриманих при цьому КЕ для осердя та оболонки наведена на рисунку 1.

Порядок нумерації кінцевих елементів та вузлів наведено на рис.1. Вузли нумеруються уздовж вісі Oz починаючи від центру поперечного перерізу. Елементи нумеруються за тим же принципом, але окремо для осердя та оболонки. Кожному елементу осердя присвоєно номер $kb = 1..rb$,

де rb – кількість кінцевих елементів осердя. Елементом оболонки присвоєно номер $ks = 1, \dots, rs$, де rs – кількість кінцевих елементів осердя. Загальна кількість кінцевих елементів складає $l = rb + rs$. Загальна кількість вузлів $p = 8rb + 8rs$.

Будемо вважати, що напружений та деформований стан розрахункового елемента визначається через два компоненти переміщень (u та v) вузлів запропонованої дискретної моделі.

Матриці кінцевих елементів побудовано у локальних нормалізованих координатах, початок яких розміщено у центральних точках відповідних елементів (рис.2), тобто у точках (ρ_{kOb}, z_{kOb}) та (ρ_{kOs}, z_{kOs}) . Зв'язок між глобальною системою координат ρ, φ, z і локальними $\xi_{kb,i}$ та $\xi_{ks,i}$ визначається залежностями:

$$\begin{aligned}\xi_{kb,\rho} &= (\rho_{kb} - \rho_{kOb}) / a_{kb,\rho}, & \xi_{kb,z} &= (z_{kb} - z_{kOb}) / c_{kb,z}; \\ \xi_{ks,\rho} &= (\rho_{ks} - \rho_{kOs}) / a_{ks,\rho}, & \xi_{ks,z} &= (z_{ks} - z_{kOs}) / c_{ks,z};\end{aligned}\quad (1)$$

$$\begin{aligned}\rho_{kb} &= \rho_{kOb} + \xi_{kb,\rho} a_{kb,\rho}, & z_{kb} &= z_{kOb} + \xi_{kb,z} c_{kb,z}; \\ \rho_{ks} &= \rho_{kOs} + \xi_{ks,\rho} a_{ks,\rho}, & z_{ks} &= z_{kOs} + \xi_{ks,z} c_{ks,z}.\end{aligned}\quad (2)$$

Основними невідомими приймаємо переміщення вузлових точок. Деформований стан в будь-якій точці описується вектор-функцією $\{\Delta_{kij}(\xi_\rho, \xi_z)\} = (\Delta_{ki1}(\xi_\rho, \xi_z), \Delta_{ki2}(\xi_\rho, \xi_z), \dots, \Delta_{ki8}(\xi_\rho, \xi_z))$, компоненти якої є переміщеннями вузлів.

Внаслідок симетрії деформований та напружений стан у будь-якому перерізі по осі симетрії (меридіанній площині) повністю визначається двома компонентами переміщень. В меридіанній площині кожна точка має радіальну (ρ) та осьову (z) координати, та переміщення точки уздовж відповідних координат u та v , відповідно. Представлення поля переміщень КЕ через переміщення вузлових точок для прямокутного елемента n -го порядку досить повно висвітлено в роботах [3,4], включаючи і ізопараметричне представлення.

$$\{\Delta_k(\xi)\} = [H_k(\xi)]\{\Delta_k\}, \quad (3)$$

де $\{\Delta_k(\xi)\}$ - поле переміщень k -го КЕ;
 $[H_k(\xi)]$ - вектор-строка апроксимуючих функцій k -го КЕ;
 $\{\Delta_k\}$ - вектор-стовбець вузлових переміщень k -го КЕ.

При завантаженні через жорсткий штамп складаються такі умови, що уздовж вісі ρ стає можливим лінійне інтерполювання, а уздовж z – криволінійне. Тому фігуру, яка характеризує поперечний переріз КЕ

вибираємо у вигляді квадратного елемента третього ($n = 2$ і $>$) порядку з різною кількістю проміжних вузлів на парах ортогональних сторін (рис. 2). Зображений на рис. 2 елемент має вісім вузлових точок. У відповідності до сформульованої задачі обираємо степені поліномів, якими буде апроксимуватися поле переміщень через вектори вузлових переміщень. Апроксимуючі функції приймаємо у вигляді формули Лагранжа, відповідно до порядку інтерполювання. Так переміщення u у k -му елементі апроксимуються поліномом першого степеню, а переміщення v – третього:

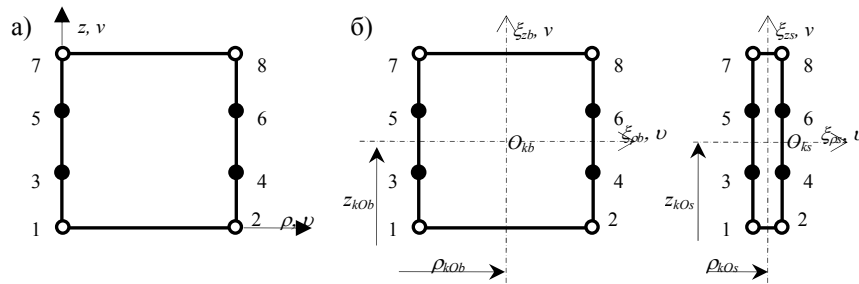


Рис.2. Поперечний переріз КЕ: а) – у глобальних координатах; б) – у локальних координатах

Представимо функцію форми у вигляді перемноження апроксимуючих функцій у напрямку координатних осей:

$$H_{k,\rho z,i}(\xi) = H_{k,\rho,i}^1(\xi_{k,\rho}) \cdot H_{k,z,i}^3(\xi_{k,z}), \quad (4)$$

де $H_{k,\rho\varphi}(\xi)$ - матриця апроксимації розміру 2×8 k -го КЕ, ненульові елементи якої визначаються за [6].

Для вирішення задачі у нелінійній частині достатньо мати рішення у лінійній постановці, а далі задача вирішується поетапно. При цьому на кожному з етапів змінюються фізико-механічні характеристики, такі як модуль деформацій та коефіцієнт поперечної деформації матеріалів. Використовуються діаграми роботи матеріалів і ітераційний процес. Застосовується метод змінних параметрів пружності.

Висновки. Оскільки розмаїття фізико-механічних та геометричних параметрів центрально стиснутих трубобетонних елементів досить велике, рекомендується досліджувати напружено-деформований стан за допомогою методу кінцевих елементів із використанням тороподібних кінцевих елементів. Поперечний переріз останніх у вигляді прямокутника з різною кількістю вузлів на сторонах найбільш точно описує процес деформування центрально стиснутого трубобетону.

Література

1. Стороженко Л. І., Єрмоленко Д. А., Лапенко О. І. Трубобетон: Монографія. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 306 с.
2. Метод конечных элементов в проектировании транспортных сооружений / А. С. Городецкий, В. И. Зоворицкий, А. И. Лантух-Лященко, А. О. Рассказов. - М.: Транспорт, 1981. – 143 с.
3. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. - 428 с.
4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 543 с.
5. Клованич С. Ф. Модель деформирования железобетона и расчет конструкций при сложном напряженном состоянии и нагреве. Дис. ... доктора техн. наук. – М., 1990. – 400 с.
6. Єрмоленко Д. А. Оцінка напружено-деформованого стану розрахункового елемента трубобетонного стрижня методом кінцевих елементів / Д. А. Єрмоленко // Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону». Зб. наук. праць у 2-х книгах. – Київ: НДІБК, 2011. – Вип. 74, Кн. 1. – С.451- 457

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ОСЕСИММЕТРИЧНОГО МНОГОСЛОЙНОГО ТЕЛА НА ОСНОВЕ ТОРОПОДОБНОГО ЭЛЕМЕНТА

Д. А. Ермоленко, О. А. Кодак

Аннотация

В статье рассмотрено конечно-элементную модель центрально сжатого трубобетонного стержня, в основу которой положен тороподобный конечный элемент прямоугольного поперечного сечения с различным количеством узлов на сторонах.

THE LIMITED-ELEMENTAL MODEL OF AXIALLY-SYMMETRIC MULTILAYERED BODY BASED ON TORUS-LIKE ELEMENT

D. A. Yermolenko, O. A. Kodak

Abstract

The article considers the limited-elemental model of centrally compressed concrete filled steel tube bar, based on a torus-like limited element of rectangular cross section with different quantity of joints on the sides.

Emil Molnár and István Prok

ANIMATION OF THE 4-DIMENSIONAL REGULAR SOLIDS MOVING IN THE COMPUTER 2-SCREEN WITH VISIBILITY AND SHADING OF 2-FACES

*Budapest University of Technology and Economics, Institute of Mathematics,
Department of Geometry*

In previous works (see [1], [2], [3]) the authors extended the method of central projection to higher dimensions, namely, for $E4 \rightarrow E2$ projection from a one dimensional centre figure, together with a natural visibility algorithm. All these are presented in the linear algebraic machinery of real projective sphere $PS4$ or space $P4(\mathbf{V5}, \mathbf{V5}, \sim)$ over the real vector space $\mathbf{V5}$ for points and its dual $\mathbf{V5}$ for hyperplanes up to the usual equivalence $\sim$ (expressed by multiplication by positive real numbers or non-zeros, respectively).

In this presentation we further develop the exterior (Grassmann) algebra method (with scalar product) by computer to other effects of illumination. For example, regular 4-polytopes move in the computer 2-screen with visibility and shading of 2-faces, on the base of the homepage

<http://www.math.bme.hu/~prok>

Our illustrations below are made on the base of the above homepage, where we further develop this attractive topic

References

[1] J. Katona – E. Molnár: Visibility of the higher-dimensional central projection into the projective sphere, *Acta Math. Hungar.* **123(3)** (2009) 291--309.

[2] J. Katona – E. Molnár -- I. Prok: Visibility of the 4-dimensional regular solids, moving on the computer screen, *Proc. 13th ICGG* (Dresden, Germany, 2008).

[3] J. Katona – E. Molnár -- I. Prok – J. Szirmai: Higher-dimensional central projection into 2-plane with visibility and applications. *Kragujevac Journal of Mathematics* Volume **35** Number 2 (2011), 249--263.

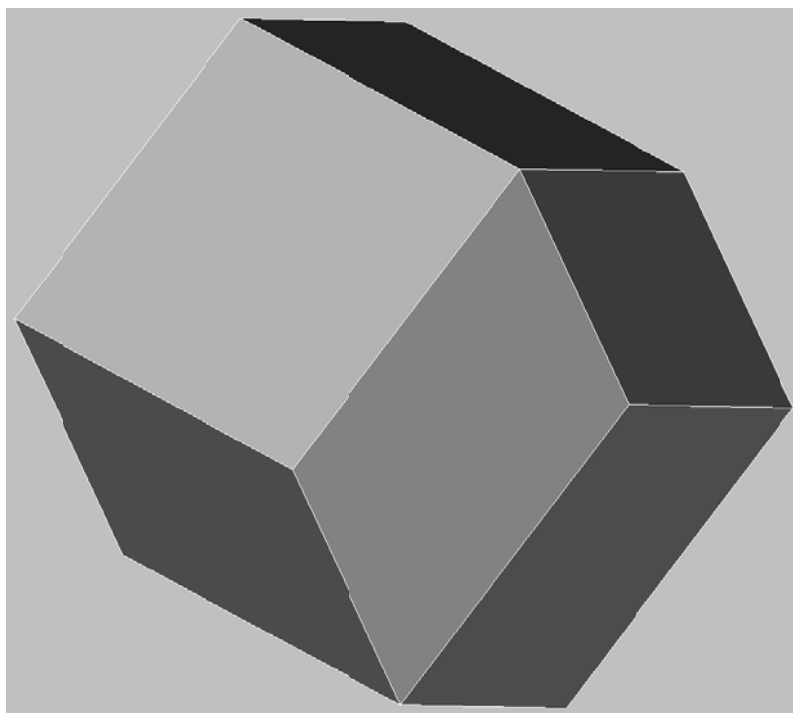


Fig. 1: The 4-cube with Coxeter-Schläfli symbol $(4, 3, 3)$

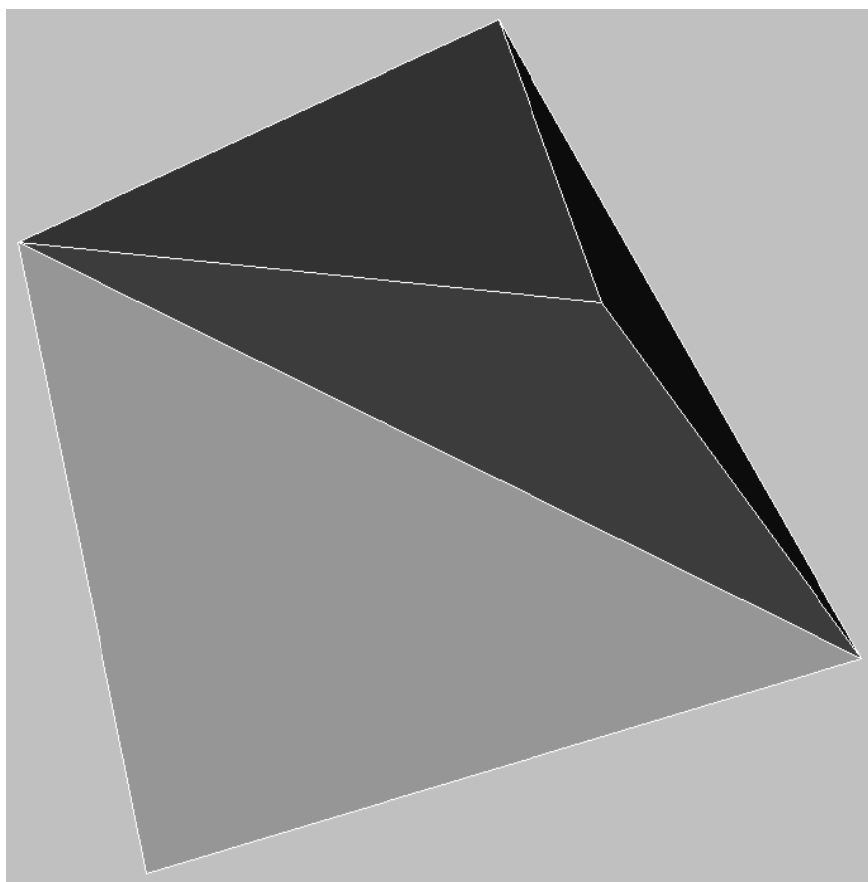


Fig. 2: The 4-Simplex with Coxeter-Schläfli symbol $(3, 3, 3)$

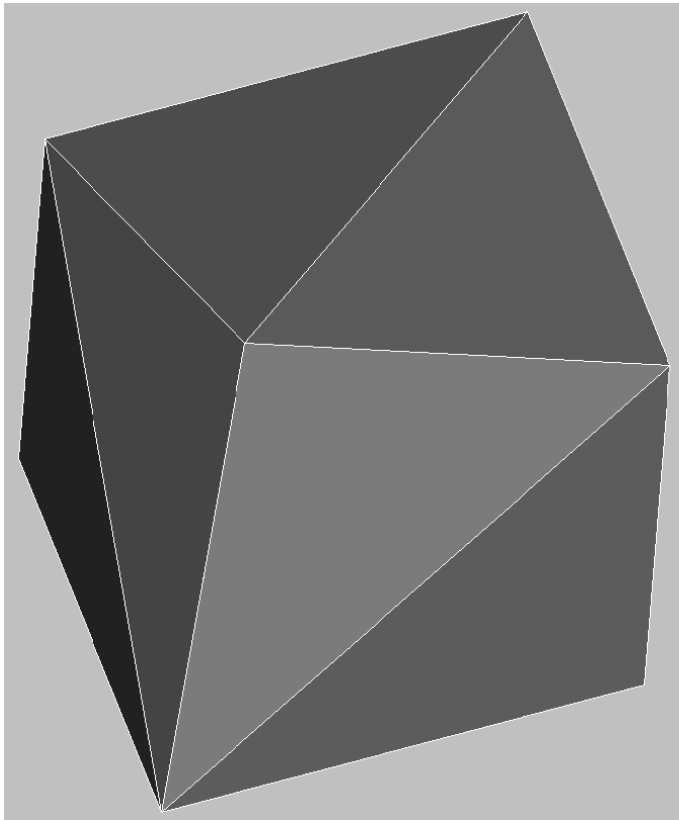


Fig. 3: The Cross-polytope with Coxeter-Schläfli symbol $(3, 3, 4)$

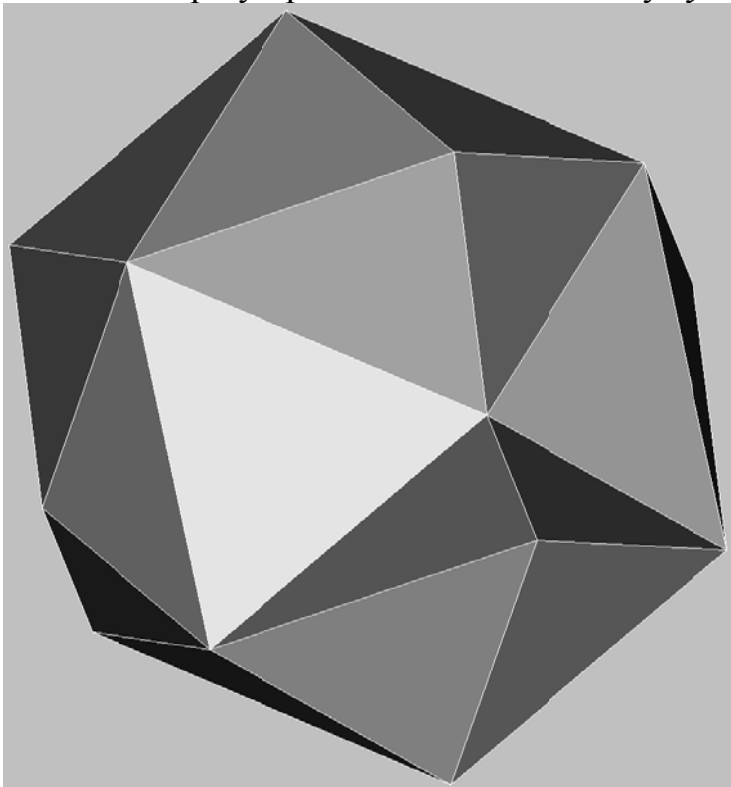


Fig. 4: The 24-cell with Coxeter-Schläfli symbol $(3, 4, 3)$

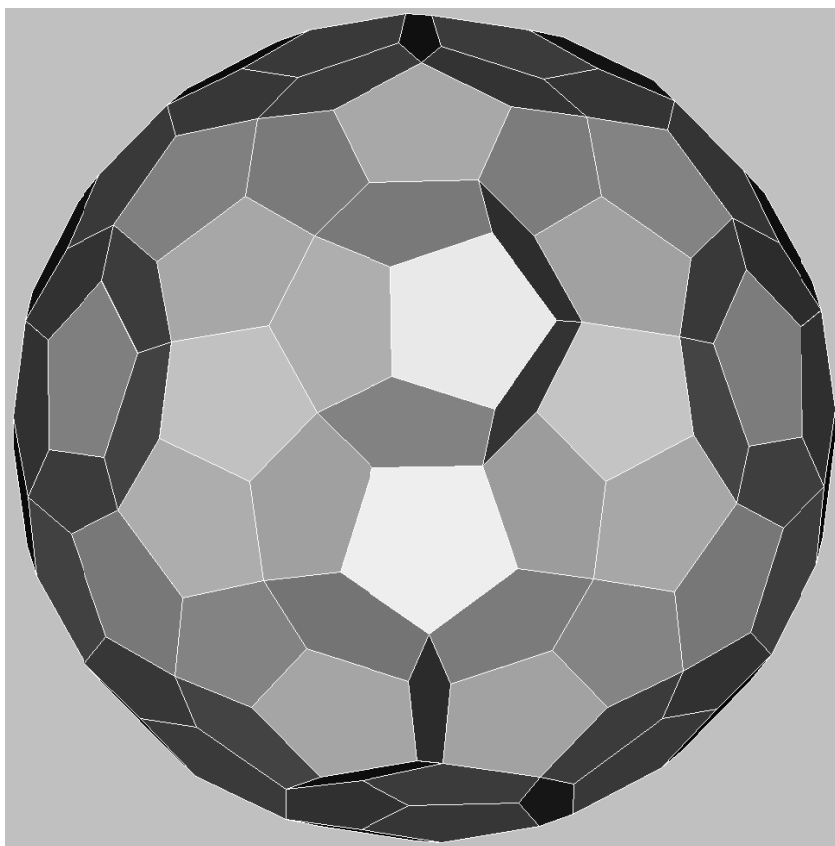


Fig. 5: The 120-cell with Coxeter-Schläfli symbol $(5, 3, 3)$

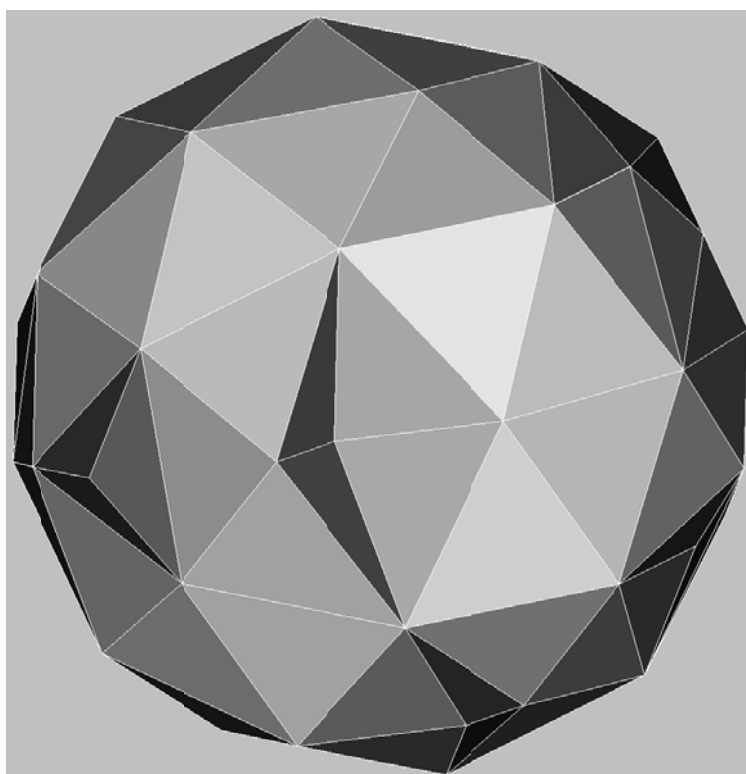


Fig.6: The 600-cell with Coxeter-Schläfli symbol $(3, 3, 5)$

УДК 628.83

Зайцев О.Н., д.т.н., проф. *,
Петренко В.О. к.т.н., доц. **,
Петренко А.О., к.т.н. **

СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИСТЕМАМИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛА

***Национальная академия природопользования и курортного
строительства, Украина*

***Приднепровская государственная академия строительства и
архитектуры, Украина*

Анотація

Зайцев О.М., д.т.н., проф. *, Петренко В.О. к.т.н., доц. **, Петренко
А.О., к.т.н. **

ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ СИСТЕМИ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛА

*** Національна академія природокористування та курортного
будівництва, Україна*

*** Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,
Україна*

Запропановано систему панельно - променевого обігріву та охолодження житлових і громадських будівель розширює функціональні можливості системи, поліпшуючи санітарно-гігієнічний стан приміщень в холодний період року і надає можливість використання системи в теплий і перехідний періоди року, суттєво підвищуючи її ефективність і зменшуючи забруднення навколишнього середовища.

Ключові слова: система опалення, мікроклімат приміщень, навколишнє середовище.

Введение.

Для систем создания микроклимата используется энергия невозобновляемых видов энергии (газ, жидкое и твердое топливо), сжигание которых приводит к экологической нагрузке на окружающую среду. Важным направлением снижения расхода топливно-энергетических

ресурсов является использование в тепло- и хладоснабжении систем микроклимата, возобновляемых источников энергии [1].

Анализ последних исследований и публикаций.

Солнечная энергия в настоящее время уже используется для отопления и охлаждения зданий, тепловой, обработки железобетонных конструкций, сушки фруктов и овощей, подогрева воды, питания рефрижераторов, производства электрической энергии в космосе и на земле [2, 3].

Преобразование солнечного излучения в энергию связано со значительными затратами, и чем выше эксергетический потенциал получаемой энергии, тем больше ее стоимость. Основу классификации систем, использующих солнечную энергию для выработки тепла или холода, составляют следующие признаки:

- назначение: системы горячего водоснабжения, отопления, хладоснабжения;
- комбинация - системы теплоснабжения (отопление и горячее водоснабжение), теплохладоснабжения (отопление, горячее водоснабжение и хладоснабжение);
- время работы в течение года - сезонные и круглогодичные;
- степень охвата потребителей - индивидуальные, групповые,
- централизация; время аккумулирования энергии - без аккумулятора, с краткосрочным аккумулированием (1 - 2 сут.), с долгосрочным (сезонным) аккумулированием;
- характер движения теплоносителя в процессе нагрева - без циркуляции, с естественной (термосифонной) или принудительной циркуляцией;
- число контуров - одно-, двух- и многоконтурные;
- режим отбора тепла - с постоянной или переменной температурой теплоносителя;
- наличие дублирующего источника энергии - с дублером, без дублера (автономные).

Характерной особенностью тепловых систем, использующих солнечную энергию, является несовпадение моментов поступления и потребления тепловой энергии при горячем водоснабжении и теплоснабжении, жилых зданий в производственных помещениях. На рис. 1 показаны примерные графики суточного и годового циклов поступления солнечной энергии E и потребления теплоты Q для отопления и горячего водоснабжения индивидуального дома в г. Днепропетровске. Сдвиг максимумов в суточном цикле достигает 8 - 10 ч., в годовом его значение достигает 6 - 7 месяцев [4]. По этим причинам такие тепловые системы в своем составе должны иметь тепловые аккумуляторы [5].

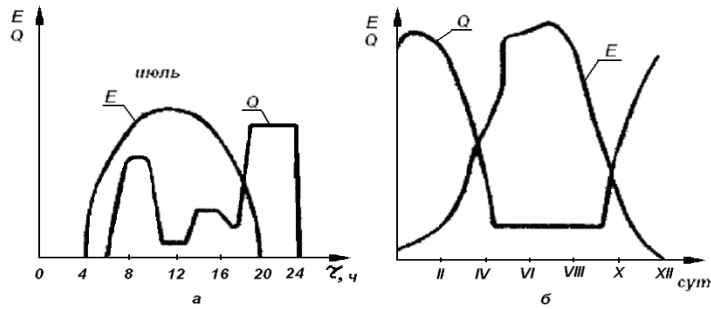


Рис. 1. Примерный цикл поступления солнечной радиации на земную поверхность и потребления теплоты для нужд отопления и горячего водоснабжения: E – поступление тепловой энергии, Вт; Q – потребление тепловой энергии, Вт; а - суточная, б – годовая

Тепловые аккумуляторы предназначены для накопления, хранения и выдачи тепловой энергии в соответствии с требованиями потребителя. В настоящее время существует большое количество накопителей энергии, использующихся в разнообразных условиях работы систем [6, 7, 8] и др.

Теплоаккумуляторы должны отвечать ряду требований:

- высокая объемная плотность запасаемой энергии;
- возможно меньшие потери тепла при хранении;
- выдача теплоты при неизменной температуре теплоносителя;
- высокий коэффициент полезного действия;
- простота и надежность эксплуатации;
- долговечность и дешевизна изготовления.

Удовлетворить одновременно все эти требования практически не удается, поэтому в системах могут использоваться различные типы аккумуляторов.

Энергия в теплоаккумуляторах запасается в результате изменений энтальпии теплоаккумулирующего вещества (ТАВ). В зависимости от агрегатного состояния ТАВ различают жидкостные теплоаккумуляторы, теплоаккумуляторы с твердым ТАВ и ТА с изменением агрегатного состояния ТАВ, классификация приводится на рис. 2.

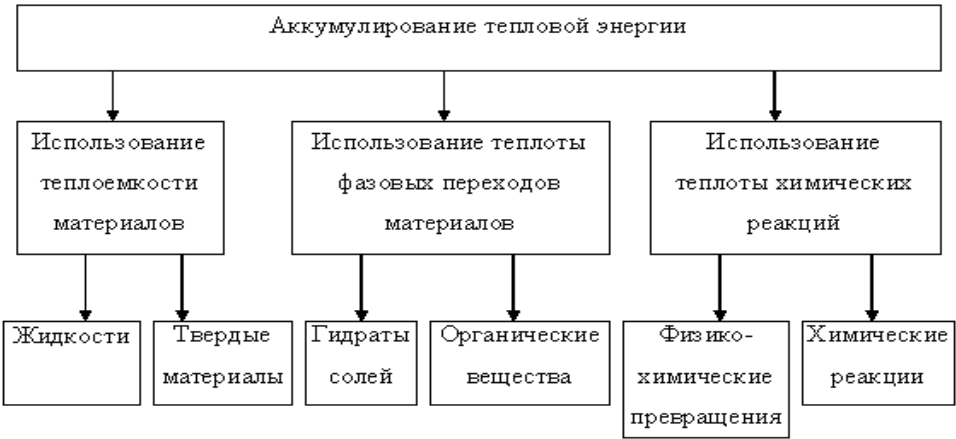


Рис. 2. Способы аккумулятирования тепловой энергии.

Постановка задачи. Анализ устройств теплоаккумуляторов показал, что в настоящее время наибольшее распространение получили теплоаккумуляторы, основанные на использовании теплоемкости природных материалов, как наиболее дешевых в своем исполнении. Использование этих теплоаккумуляторов обусловлено тем, что теплоемкие материалы такие, как вода, песок, глина и др. являются наиболее дешевыми аккумулирующими материалами. Использование таких теплоаккумуляторов в системах жизнеобеспечения ограничено, поэтому необходимо усовершенствовать ранее разработанные схемы для более эффективного их использования в переходной и холодный период.

Изложение основного материала исследования. Разработаны новые схемы систем низкотемпературного поверхностно-развитого отопления [9]. Использование низкотемпературного теплоносителя в разработанных системах отопления позволяет применять возобновляемые источники энергии (солнце, ветер и др.).

Не менее важным является вопрос обеспечения комфортных микроклиматических параметров в помещениях зданий в теплый период года, то есть снижение температуры внутреннего воздуха. Разработаны системы поверхностно - развитого отопления позволяют использовать поверхности обогрева в теплый период года в качестве охлаждающих поверхностей, за счет чего одна установка обеспечивает круглогодичную регуляцию микроклимата.

Для реализации технологий обеспечения параметров микроклимата разработана принципиальная схема комплексной системы жизнеобеспечения, в которой энергоснабжение осуществляется от оборудования, которое используют и превращают энергию возобновляемых источников - солнечных коллекторов, ветроэлектрических установок, тепловых насосов и др. Энергия в виде тепла подается в абсорбционный преобразователь, который, в зависимости от необходимости, генерирует тепло или холод в необходимом количестве и обеспечивает заданный микроклимат в помещении. Горячее водоснабжение обеспечивается от тех же источников. Управление осуществляется автоматизированной системой.

Задача энергообеспечения в общем виде формулируется так: в произвольный момент времени суммарная мощность энергогенерирующих средств должна быть не меньше необходимого уровня.

Разработано несколько вариантов схем (рис. 3, 4, 5) обеспечения параметров микроклимата в помещении отдельно в холодный и теплый периоды года с использованием природных аккумуляторов тепла а также круглогодичного обеспечения параметров микроклимата.

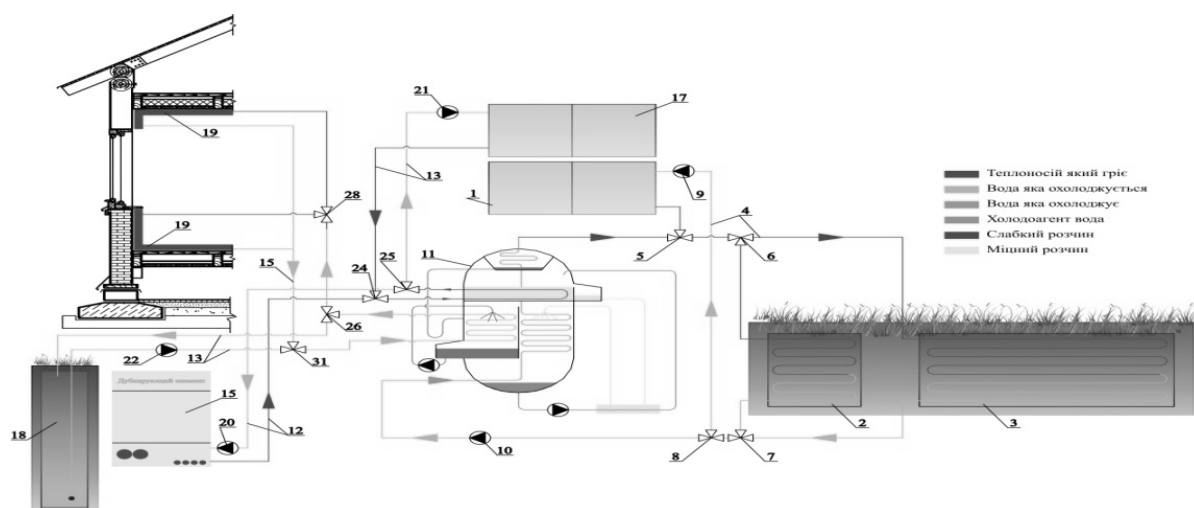


Рис. 3. Система обеспечения микроклимата с использованием возобновляемой энергии для теплого периода года

1 - накопительный солнечный коллектор, 2 - суточный грунтовой аккумулятор теплоты, 3 - сезонный грунтовой аккумулятор теплоты, 4, 12, 13, 14, 15 - циркуляционные контуры, 6, 7, 8, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 - трехходовые краны, 9, 10, 20, 21, 22, 23 - циркуляционные насосы, 11 - абсорбционный преобразователь теплоты, 16 - дублирующий элемент, 17 - основной солнечный коллектор, 18 - грунтовой теплогенератор, 19 - поверхностно развитые панели охлаждения, 5, 34 - четырехходовые краны.

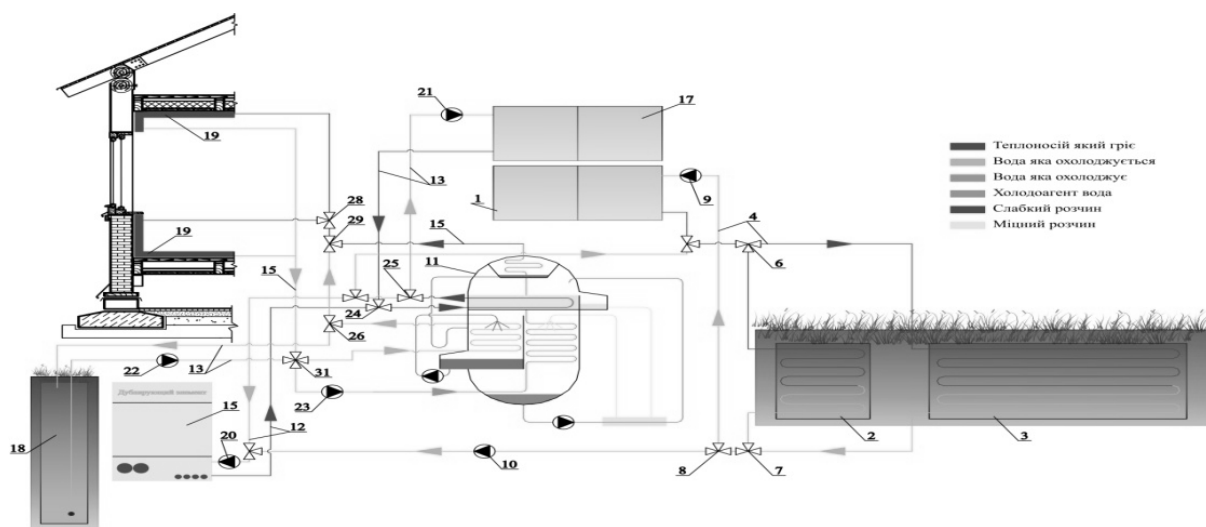


Рис. 4. Система обеспечения микроклимата с использованием возобновляемой энергии для холодного периода года

1 - накопительный солнечный коллектор, 2 - суточный грунтовой аккумулятор теплоты, 3 - сезонный грунтовой аккумулятор теплоты, 4, 12, 13, 14, 15 - циркуляционные контуры, 6, 7, 8, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 - трехходовые краны, 9, 10, 20, 21, 22, 23 - циркуляционные насосы, 11 - абсорбционный преобразователь теплоты, 16 - дублирующий элемент, 17 - основной солнечный коллектор, 18 - грунтовой теплогенератор, 19 - поверхностно развитые панели обогрева, 5, 34 - четырехходовые краны.

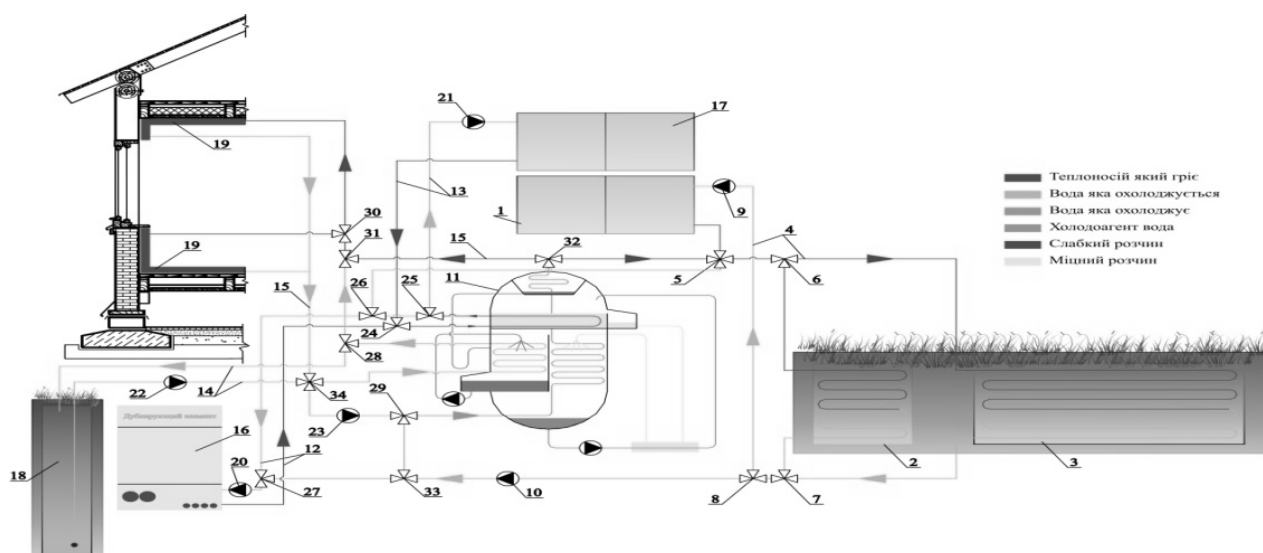


Рис. 5. Система круглогодичного обеспечения микроклимата с использованием возобновляемой энергии

1 - накопительный солнечный коллектор, 2 - суточный грунтовой аккумулятор теплоты, 3 - сезонный грунтовой аккумулятор теплоты, 4, 12, 13, 14, 15 - циркуляционные контуры, 6, 7, 8, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 - трехходовые краны, 9, 10, 20, 21, 22, 23 - циркуляционные насосы, 11 - абсорбционный преобразователь теплоты, 16 - дублирующий элемент, 17 - основной солнечный коллектор, 18 - грунтовой теплогенератор, 19 - поверхностно развитые панели обогрева-охлаждения, 5, 34 - четырехходовые краны.

Базовым агрегатом был принят абсорбционный преобразователь теплоты (АПТ), который в холодный, переходный периоды работает в режиме теплового насоса, а в теплый период - в режиме холодильной машины. Основными преимуществами АПТ является то, что она высоко эффективна, экологически чиста, бесшумна при работе, проста в обслуживании, имеет длительный срок службы, полностью автоматизирована.

Обеспечение необходимых параметров микроклимата в помещениях достигается путем использования двух одновременно работающих систем.

Для этой установки используется возобновляемая энергия, которая ставит ее на первое место сравнительно с другими генераторами тепла, которые работают на невозобновляемой энергии.

Предложенная система круглогодичного обеспечения микроклимата сложна по структуре и при использовании АПТ особенно важным становится выбор оптимальных параметров ее работы. Кроме сложности работы системы нами предложено использовать два вида природных аккумуляторов: сезонный и круглогодичный. Сезонный предназначен для подогрева воды в теплый период года, а круглогодичный для отопления в переходной и холодный периоды года.

Работа системы осуществляется таким образом:

В теплый и переходный периоды года солнечные лучи попадают на накопительный солнечный коллектор 1, в котором подогревается теплоноситель, откуда по циркуляционному контуру 4 через четырехходовой кран 5 теплоноситель попадает к трехходовому крану 6, благодаря которому происходит перераспределение тепловой энергии к суточному и сезонному аккумуляторам теплоты, циркуляция в контуре 4 осуществляется благодаря циркуляционному насосу 9. После того, как теплоноситель отдал энергию почве, он возвращается к накопительному солнечному коллектору 1.

Солнечные лучи подогревают теплоноситель в солнечном коллекторе 17, откуда по циркуляционному контуру 13 он попадает к генератору абсорбционного преобразователя теплоты 11 после чего с помощью циркуляционного насоса 21 возвращается к солнечному коллектору 17. Полученное тепло в конденсаторе и абсорбере абсорбционного преобразователя теплоты через трехходовые краны 32 и 6 поступает к суточному и сезонному аккумуляторам теплоты, циркуляция в контуре происходит с помощью циркуляционного насоса 10. В испарителе абсорбционного преобразователя теплоты 11 вода, которая подается циркуляционным насосом 22 из грунтового теплогенератора 18, охлаждается до необходимой температуры и подается к панелям лучистого отопления - охлаждения 19 и возвращается в испаритель абсорбционного преобразователя теплоты 11. В периоды, когда отсутствует солнечная энергия, работа системы изменяется. Теплоноситель переносит накопленную тепловую энергию с помощью циркуляционного насоса 10 из суточного грунтового аккумулятора 2 по циркуляционному контуру через трехходовые краны 7, 8, 33, 27 через циркуляционный контур 12 попадает в дублирующий элемент 16, где при необходимости приходится подогрев до заданной температуры и подается в генератор абсорбционного преобразователя теплоты 11, после чего проходит через трехходовой кран 26 и четырехходовой кран 5 и попадает к суточному грунтовому аккумулятору.

В холодный период года теплоноситель переносит накопленную тепловую энергию с помощью циркуляционного насоса 10 из сезонного грунтового аккумулятора 3 по циркуляционному контуру через трехходовые краны 7, 8, 33, 27, через циркуляционный контур 12 попадает к дублирующему элементу 16 где, при необходимости, доводится до заданной температуры и подается в генератор абсорбционного преобразователя теплоты 11, после чего проходит через трехходовой кран 26 и четырехходовой кран 5 и попадает к суточному грунтовому аккумулятору. Полученное тепло в конденсаторе и абсорбере абсорбционного преобразователя теплоты 11 проходит через трехходовые краны 32, 31, 30 и подается к панелям лучистого отопления - охлаждению 19, после чего с помощью циркуляционного насоса 23 проходит через четырехходовой 34 и трехходовой 29 краны и попадает в абсорбер

абсорбционного преобразователя теплоты 11. Пополнение потерь теплоносителя происходит из грунтового теплогенератора 18. Полученная охлажденная вода в испарителе абсорбционного преобразователя теплоты 11 через трехходовой кран 28 циркуляционным кольцом 14 попадает в грунтовый теплогенератор 18.

Таким образом, предложенная система панельно - лучистого обогрева и охлаждения жилых и общественных зданий расширяет функциональные возможности системы, улучшая санитарно-гигиеническое состояние помещений в холодный период года и предоставляет возможность использования системы в теплый и переходный периоды года, существенно повышая ее эффективность и уменьшая загрязнение окружающей среды.

Выводы. 1. Разработанные системы жизнеобеспечения здания с природными аккумуляторами тепла позволяют снизить потребление невозобновляемых источников энергии, чем снижается экологическая нагрузка на окружающую среду;

2. Использование в системах сезонного и круглогодичного аккумуляторов тепла позволяет накапливать и использовать тепловую энергию в течении всего года на нужды горячего водоснабжения, отопления и холодоснабжения.

3. Использование низкотемпературного тепла в системах жизнеобеспечения здания позволяет устраивать поверхностно-развитые системы, которые более благоприятно создают микроклимат в помещении.

Литература

1. Повышение эффективности систем обеспечения микроклимата промышленных зданий: Сб.науч.тр./ ЦНИИ промзданий; Редкол.:С.Н.Булгаков и др.. -М.: 1991, 113 с.

2. Денисенко О.Г., Козловский Г.А. и др. Преобразование и использование ветровой энергии. – К.: Техника, 1992, 176 с.

3. Сейиткурбанов С. Комбинированные гелиоветроэнергетические установки: /Под ред. Р.Б. Байранова АН ТССР Науч.- произ. об-ние «Солнце». Ашхабад: Ылым, 1991, 144 с.

4. Сиворакша В.Е., Золотко К.Е., Марков В.Л., Петров Б.Е. Гелиосистемы для отопления и горячего водоснабжения: Учеб. пособие/ Под ред. Присяжкова В.Ф. – Днепропетровск: ДГУ, 1995, 196 с.

5. Плешка М.С., Вырлан П.М., Стратан Ф.И., Булкин С.Г. Теплонасосные гелиосистемы отопления и горячего водоснабжения зданий. – Кишинев: Штиинца, 1990, 124 с.

6. Рекомендации по теплотехническому расчету электроаккумуляционной системы отопления/ ЛитНИИСиА, НИИСФ, МИСИ им. Куйбышева. – Каунас, 1986, - 27 с.

7. Зоколей С. Солнечная энергия и строительство /Пер. с англ. Г.А. Гухман под ред. Ю.Н. Малевского – М.: Стройиздат, 1988, 16 с.

8. Бекман, Реорг, Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии: Пер с англ. /Под ред. В. М. Бродянского – М.: Мир, 1987, 271 с.

9. Система опалення житлових та адміністративних будівель. Деклараційний патент на винахід № 52287А, опубл. в Бюл. №12, 2002.

Abstract

Zaitsev, ON, Dr. * VO Petrenko PhD. **, Petrenko A., Ph.D. **

REDUCE ENERGY FLOW WITH LIFE SUPPORT SYSTEMS
THROUGH THE USE OF NATURAL HEAT ACCUMULATOR

** National Academy of Nature Protection and Resort Development,
Ukraine

** Prydniprovsk State Academy of Construction and Architecture,
Ukraine

The system of Panel - Radiant heating and cooling of residential and public buildings, extends the functionality of the system, improving the sanitary condition of the premises during the cold period of the year and provides the opportunity to use the system in the warm and transitional periods of the year, significantly increasing efficiency and reducing pollution.

Keywords: heating, indoor climate, environment.

УДК: 662.612 — 428.4

Зайцев О.Н., д.т.н., профессор*,
Кнауб Л.В., д.т.н., профессор*,
Кимаковский К.Н., инженер*,
Любарец А.П., к.т.н., доцент**

АЭРОДИНАМИКА ТОПКИ С ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ГАЗОВЫМИ СТРУЯМИ

**Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, Украина*

***Киевский национальный университет строительства
и архитектуры, Украина*

Анотація

Зайцев О.М., д.т.н., професор*, **Кнауб Л.В.**, д.т.н., професор*,
Кімаковський К.М., інженер*, **Любарець О.П.**, к.т.н., доцент**

АЭРОДИНАМИКА ТОПКИ С ВЗАЄМОДІЮЧИМИ ГАЗОВИМИ СТРУМЕНЯМИ

**Національна академія природоохороного і курортного будівництва,
Україна*

***Київський національний університет будівництва та архітектури,
Україна*

Виконано експериментальні дослідження коливань швидкості при взаємодії зустрічних, рівнобіжних, зустрічних зміщених, під кутом, що сходиться, закручених струменів. Виявлено, що найбільші коливання виникають при рівнобіжній взаємодії, при цьому період коливань швидкості дорівнює 60 с.

Ключові слова: зустрічні закручені зміщені потоки, амплітуда коливань швидкості, прецесія вихрового ядра.

Постановка проблемы.

Современное развитие теплоэнергетического комплекса Украины в условиях нехватки природных ресурсов требует разработки научно-технических решений в области выработки тепловой энергии с учетом тенденции развития энергетической промышленности — децентрализации систем теплоснабжения, что приводит к уменьшению пределов выработки тепловой энергии в оптимальных режимах эксплуатации оборудования.

Указанные проблемы могут решаться при использовании свойств аэродинамики закрученных потоков, управления результирующим полем скоростей при их взаимодействии. Однако, применение в теплоэнергетике закрученных потоков требует обеспечения устойчивости создаваемых структур, особенно, при взаимодействии их друг с другом. Соблюдение данного условия осложняется применением сильно закрученных потоков, то

есть в условиях первичного распада вихря, появления рециркуляционной зоны, и возникающими низкочастотными колебаниями прецессирующего вихревого ядра в потоке.

Вопросы влияния индуцируемых вихревым ядром колебаний на устойчивость потока, особенно при взаимодействии закрученных струй, аэродинамика их при движении под сходящимся углом, параллельно, противоположно друг другу (как соосно, так и со смещением) изучены недостаточно [1], а существующие в настоящее время аналитические и эмпирические методики расчета закрученных потоков не позволяют получить численные решения поля скоростей и его устойчивости с течением времени.

Целью настоящей работы является выявление взаимосвязи колебаний скорости с прецессией вихревого ядра при различном взаимодействии закрученных потоков.

Исследование взаимодействующих закрученных потоков.

Экспериментальные исследования данного процесса производилось на экспериментальном стенде (рис.1) с замером скоростей в потоке термоэлектроанемометром в каждой точке через 10 с., 30 с., 60 с., 90 с. и 120 с. Центр координатной сетки располагался в середине между осями патрубков. Замеры выполнялись в вертикальной и горизонтальной осях с шагом 0,05 м, в каждом сечении (0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 м от патрубка). Расстояние между патрубками — 0,4 м при встречных, встречных, смещенных в горизонтальной плоскости, при параллельном расположении струй сечения брались на расстояниях 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 м от среза патрубков, при угловом расположении патрубков (15° , 30° , 45° , 60°) расстояния до сечения определялись от центра оси на срезе патрубков. Полученные экспериментальные данные представлены в виде графических зависимостей скорости от времени (рисунки 2-6).

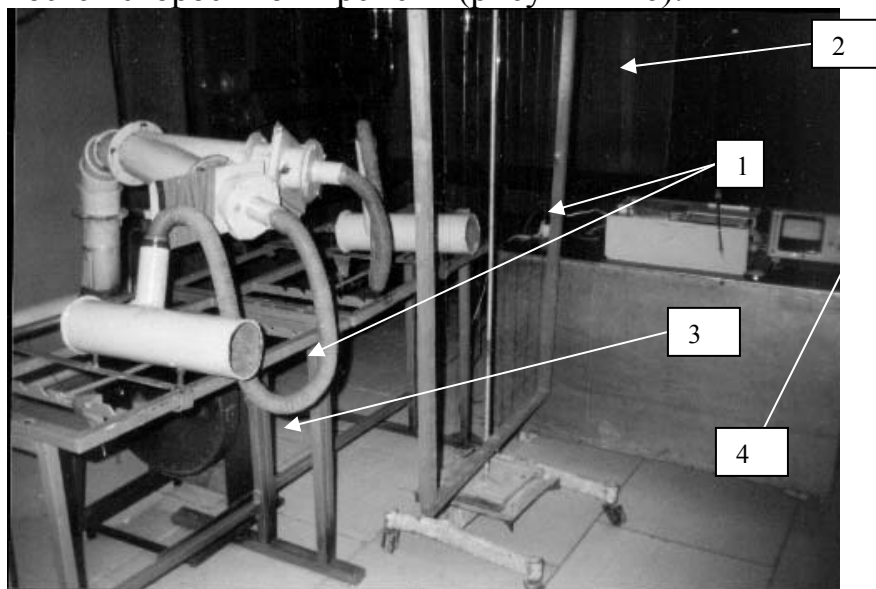


Рис.1. Экспериментальный стенд: 1 — подающие патрубки, $\varnothing$ 0,1 м; 2 — сетка координат, с шагом 0,05 м; 3 — вентилятор ВВД—6,3; 4 — термоэлектроанемометр.

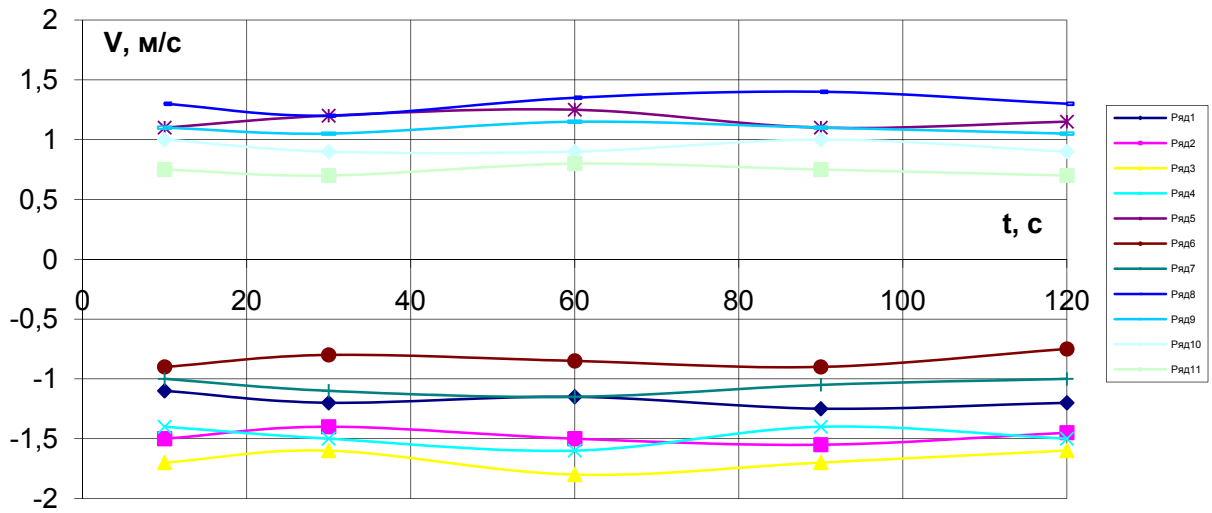


Рис.2. Изменение скорости во времени при взаимодействии встречных разноименно закрученных струй (сечение на расстоянии 0,2 м)

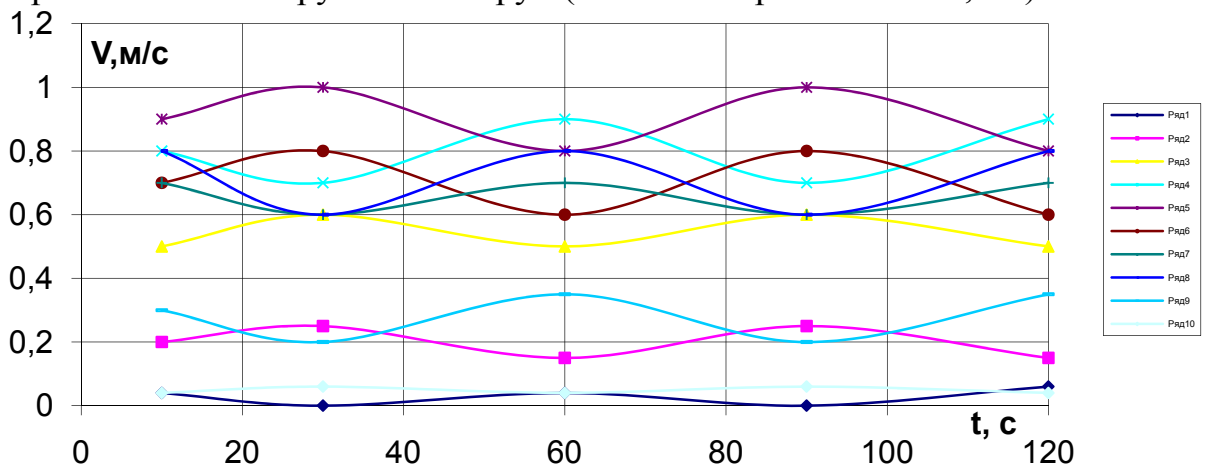


Рис 3. Изменение скорости во времени при взаимодействии закрученных струй под углом 45° (сечение на расстоянии 0,2 м, расстояние между осями патрубков 0,2 м)

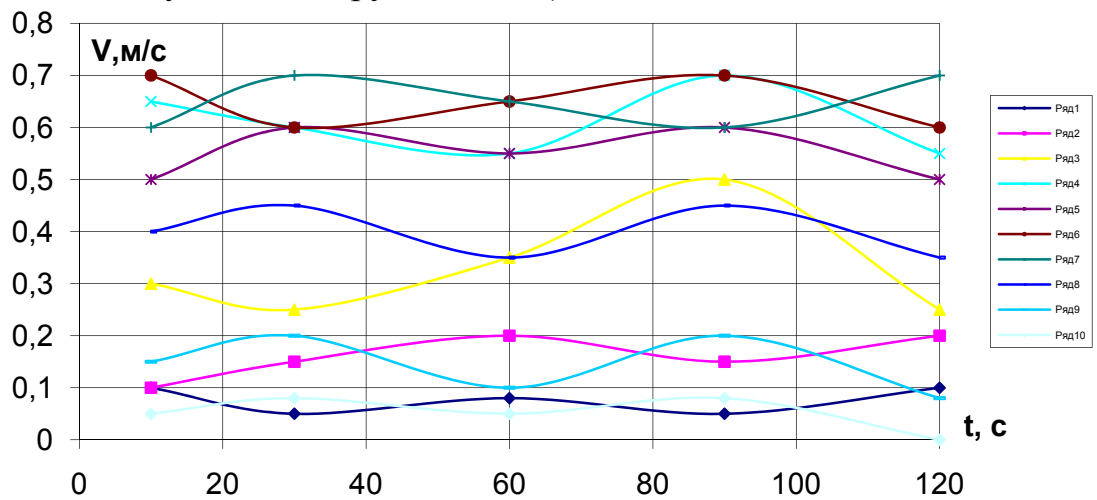


Рис 4. Изменение скорости во времени при взаимодействии закрученных струй под углом 60° (сечение на расстоянии 0,2 м, расстояние между осями патрубков 0,2 м)

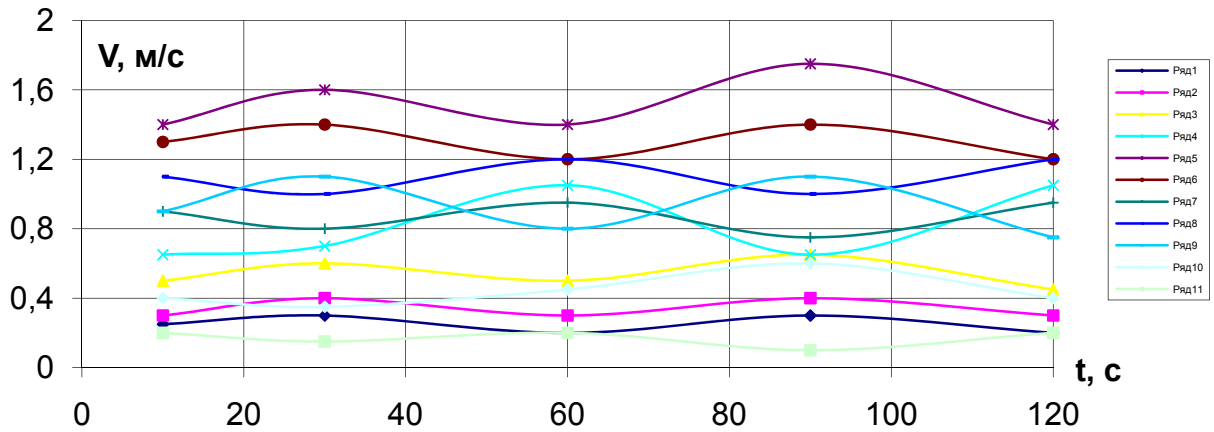


Рис 5. Изменение скорости во времени при взаимодействии параллельных закрученных струй (сечение на расстоянии 0,2 м, расстояние между осями патрубков 0,2 м)

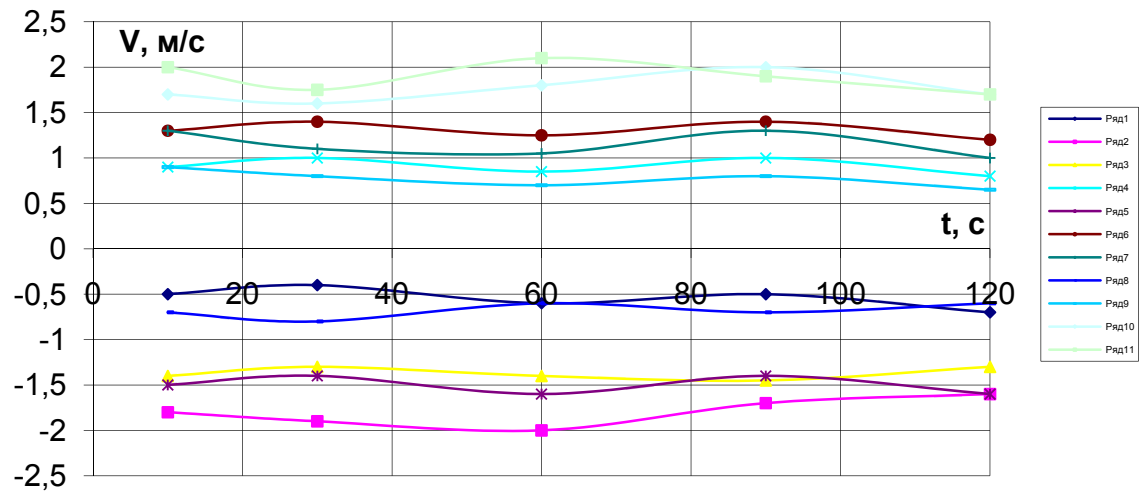


Рис 6. Изменение скорости во времени при взаимодействии встречных смещенных закрученных струй (сечение на расстоянии 0,2 м, смещение патрубков 0,2 м)

Анализ полученных результатов показал, что колебания скорости имеют меньшую амплитуду в центральной области при взаимодействии встречных закрученных потоков (рис.2), а в периферийной части результирующего течения наблюдаемые колебания не превышают 15 % от средней скорости, что объясняется подавлением прецессии вихревых ядер самими струями. При взаимодействии закрученных потоков под углом в 45° и 60° колебания скорости достигают 50 % от средней (рис.3-4), что свидетельствует о наложении колебаний вихревых ядер на результирующий поток, а увеличение колебаний в центральной зоне вызвано взаимопроникновением периферийных слоев струй в область обратных токов. Колебания скорости при параллельном взаимодействии закрученных потоков (рис.5) имеют меньшую амплитуду, чем в предыдущих случаях, однако и здесь наблюдаются значительные колебания в центральной области, что, очевидно вызвано расширением струи и проникновением ее в зону обратных токов другой струи. Изменение скорости при встречном, смещенном в горизонтальной плоскости взаимодействии закрученных потоков (рис.6),

характеризуется наличием колебаний только в периферийных слоях результирующего поля скоростей, а их амплитуда не превышает 30 % от средней скорости, что позволяет предположить о подавлении колебаний в центральной области в результате взаимодействия струй, а пульсации на периферии течения вызываются колебаниями вихревых ядер. Также необходимо отметить, что колебания скорости при любом взаимодействии закрученных потоков совершаются с периодичностью 50-60 с.

Выводы.

Таким образом, полученные результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод, что наиболее значительные пульсации результирующей скорости наблюдаются при параллельном взаимодействии закрученных потоков и при расположении струй под сходящимся углом в 60° , что объясняется наложением колебаний, вызванных прецессией вихревых ядер, при этом амплитуда колебаний практически не изменяется по всему сечению. В случае взаимодействия встречных и встречных смещенных закрученных струй амплитуда колебаний значительно меньше и наблюдается только в области, прилегающей к зоне обратных токов (то есть места расположения самого ядра). Изменение результирующей скорости с течением времени позволяет определить периодичность ее колебаний — 60 с., что подтверждает теоретические выводы [2, 3].

Литература

1. Теория турбулентных струй /Изд. 2-е перераб. и доп./ Под ред. Г.Н.Абрамовича. — М.: Наука, 1984.—716 с.
2. Зайцев О.Н. Анализ устойчивости результирующего течения при взаимодействии встречных смещенных закрученных потоков газа в теплоэнергетических установках./Холодильная техника и технология, №4(78), Одесса, ОДАХ, 2002, с.26-28.
3. Гупта А.,Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки: Пер. с англ. — М.: Мир, 1987.

Abstract

Zaitsev O, Professor *, L. Knaub, professor * Kimakovskyy K, engineer *
Lyubarets O, Associate prof.**

AERODYNAMIKA FIREBOX OF THE INTERACTING GAS JET

* National Academy of Environmental Protection and Resort Construction,
Ukraine

** Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

The experimental study of velocity fluctuations in the interaction of opposing, parallel, counter-shifted at an angle that converges swirled jets. Revealed that the greatest fluctuations occur in parallel interaction, while the oscillation speed is 60 sec.

Keywords: twisted counter-shifted streams amplitude velocity precession vortex core.

УДК 515.2

Н.П. Ісмаїлова, к.т.н.,
Ахмамєтьєва Г.В.

КОМП'ЮТЕРНИЙ ДИЗАЙН СПРЯЖЕНИХ КВАЗІГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ, ЩО ВИКЛЮЧАЮТЬ ІНТЕРФЕРЕНЦІЮ

Одеська держана академія будівництва та архітектури

Анотація

Стаття присвячена обґрунтуванню можливості використання теорії комп'ютерного дизайну. Спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію для проектування точних, високопродуктивних ріжучих інструментів.

Постановка проблеми. Більшість існуючих методів формування спряжених поверхонь не враховують кінематику і динаміку верстатів, на яких ведеться обробка складних криволінійних поверхонь. Для підвищення точності, надійності, довговічності механізмів машин необхідно при формуванні спряжених поверхонь кінематичних пар і ріжучих інструментів враховувати кінематику і динаміку механізмів.

Аналіз останніх досліджень. Професор А.Н.Підкоритов зробив великий внесок у розвиток гвинтового проектування і розвинув теорію діаграми кінематичного параметричного гвинта і застосував її для формування складних криволінійних спряжених поверхонь [1, 2].

Основна частина. Впровадження найбільш досконалої технології обробки виробів на гнучких автоматизованих виробництвах, на оброблювальних модулях, на верстатах з ЧПУ. Геометричне моделювання спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію на базі теорії комп'ютерного дизайну.

У сучасних машинах, що працюють на великих швидкостях, динамічні навантаження можуть суттєво перевищувати статичні. Зменшення динамічних навантажень є важливою проблемою, яку можна вирішити по перше підвищенням точності проектування спряжених поверхонь і по друге підвищенням точності обробки деталей.

Усе це можна досягнути впровадженням автоматизованого проектування на базі САПР Autodesk Inventor 2011, що є системою параметричного моделювання. За її допомогою можна наочно по деяких заданих параметрах визначити всі останні. Перерахунок параметрів при зміні будь-якого одного здійснюється динамічно і відразу відображається на екрані комп'ютера (рис. 1).

Відомо, що, форми деталей, які є оптимальними функціональних потреб є одночасно і найбільш вдосконалено с точки зору промислового дизайну. Тому використання параметричного кінематичного гвинта є

основою вирішення проблем точності проектування и набуття оптимальної форми, що виключає інтерференцію.

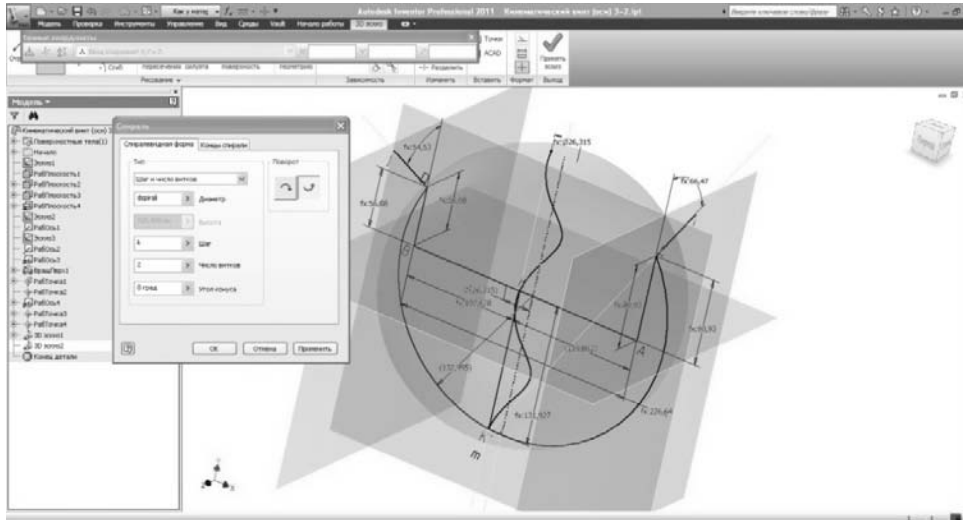


Рис. 1

Передумовами для створення кінематичного методу проектування спряжених квазігвинтових поверхонь, є розроблені теоретичні основи і теорема професора А.М.Підкоритова про миттєві огинаючі аксоїди [1].

З теорії кінематичних гвинтів відомо, що через кожену точку контакту K характеристик проходить загальна нормаль спряжених поверхонь, яка є променем лінійного комплексу гвинта щодо руху поверхонь Σ_A і Σ_B (рис.2).

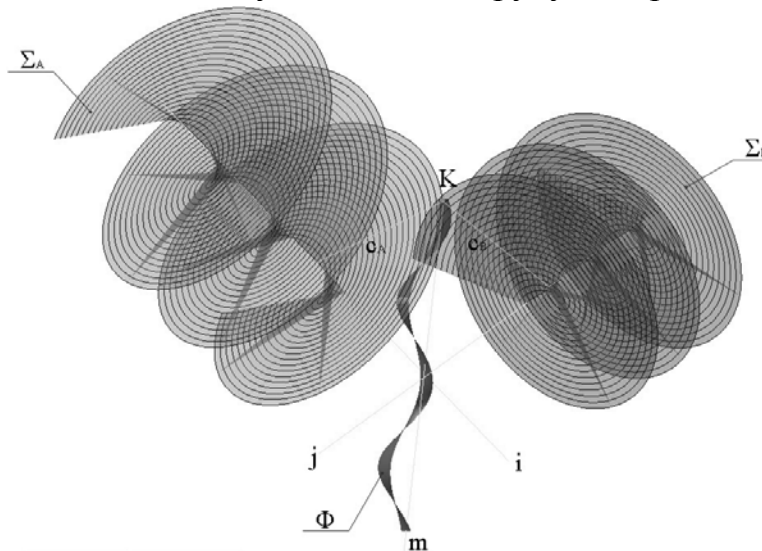


Рис. 2

Алгоритм формування тривимірної моделі кінематичного параметричного гвинта, що виключає інтерференцію програмним способом.

1. Вибір адреси проекту і введення його назви. Створення теки проекту.
2. Введення початкових параметрів: AB , h_1 , h_2 , γ , ω_A , ω_B .
3. Аналіз вхідних даних і вибір шаблонів для копіювання.

4. Копіювання шаблону діаграми в теку проекту.
5. По вхідним параметрам побудувати діаграму кінематичного гвинта.
6. З діаграми отримати параметри: ω_m , h_m , a , b , α , β , f .

Наведений алгоритм програми описує формування діаграми кінематичного гвинта і витяг з неї геометричних параметрів, необхідних для побудови тривимірної моделі кінематичного гвинта і отримання результативної поверхні. Алгоритм розглядає формування діаграми із спряженими поверхнями евольвентний гелікоїд – конус обертання. Надалі програма доповниться формуванням тривимірної моделі параметричного кінематичного гвинта і різними варіантами спряжених поверхонь. Існуючі вікна програми в процесі розробки можуть бути видозмінені та будуть додані нові вікна програми.

Програма «Кінематический винт» виконується тільки при відкритому додатку САПР Autodesk Inventor, при цьому всі необхідні файли створюються автоматично.

Формування тривимірної моделі спряжених поверхонь «евольвентний гелікоїд – конус обертання» за допомогою теорії комп'ютерного дизайну на базі кінематичного параметричного гвинта (рис.3).

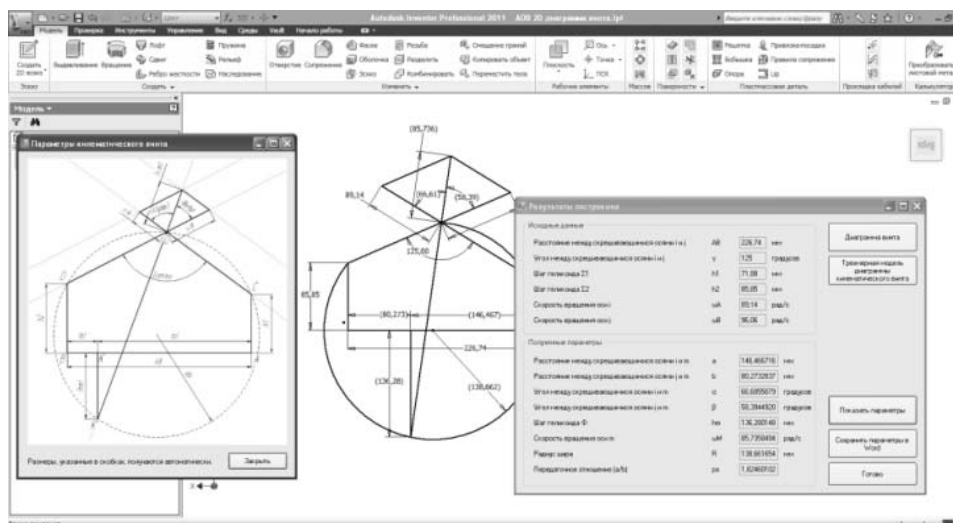


Рис.3. Параметри кінематичного гвинта.

Для евольвентного гелікоїда виконується співвідношення

$$a = h \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Приймаємо $a=30$ мм, $\alpha=35^\circ$, $\gamma=50^\circ$.

Із співвідношення (1) отримано значення h :

$$h = \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{30}{\operatorname{tg} 35^\circ} = \frac{30}{0.7002} = 42.8449 \text{ мм}$$

$$\beta = \gamma - \alpha = 50^\circ - 35^\circ = 15^\circ$$

Формування програми складання спряжених поверхонь «евольвентний гелікоїд – конус обертання»

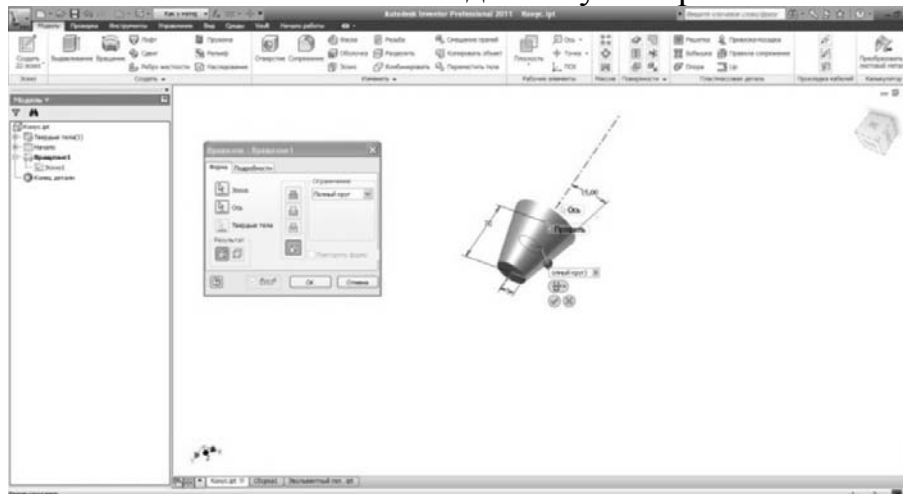


Рис.4. Створено формування деталі «конус».

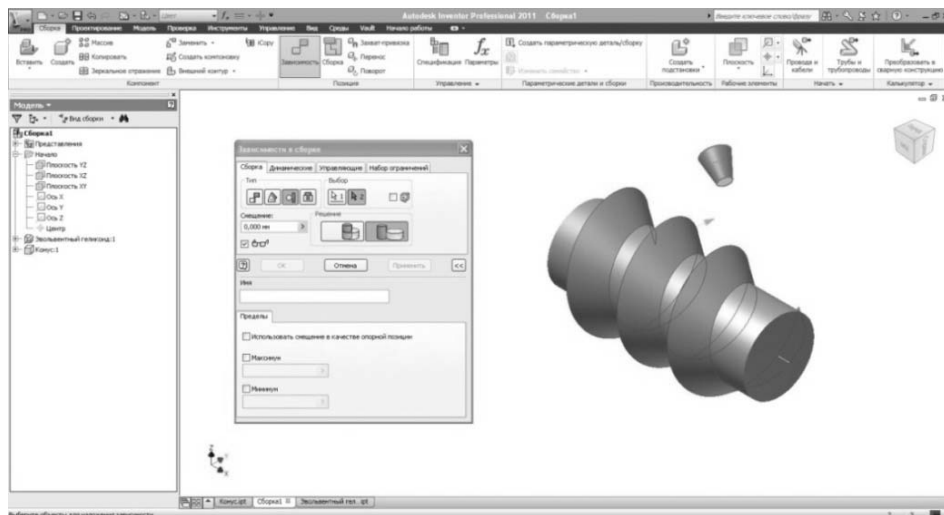


Рис.5. Залежність «Касательность»

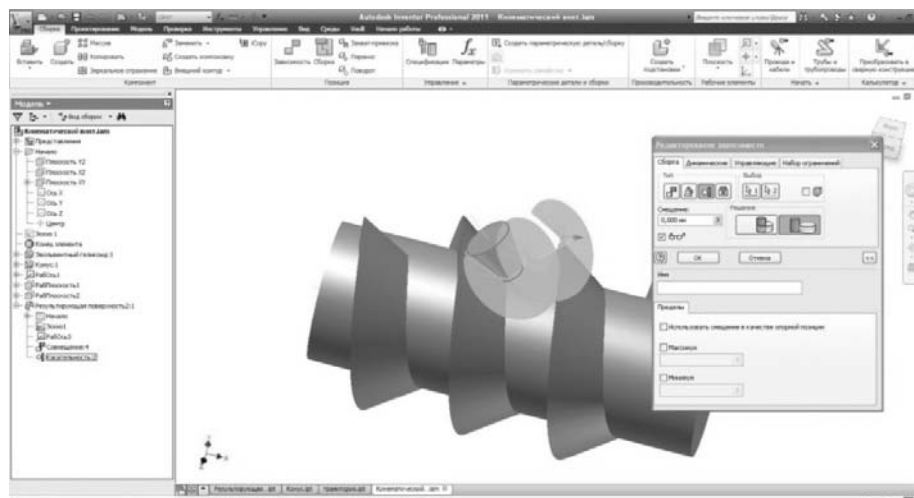


Рис.6. Готова тривимірна модель спряжених поверхонь
«евольвентний гелікоїд – конус обертання»

Створено залежність дотичності результуючої поверхні з поверхнею конуса.

Спосіб комп'ютерного дизайну геометричної моделі спряжених квазігвинтових поверхонь дозволяє вирішити складні завдання конструювання, підвищення точності, забезпечити дизайн виробів, що робить їх конкурентоздатними.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Наведена теорія комп'ютерного дизайну на базі параметричного кінематичного гвинта, може бути основою формування точних методів проектування спряжених поверхонь деталей, забезпечить їх оптимальну форму та розміри з точки зору надійності і дизайну. А також наблизились до рішення проблеми підвищення точності профілювання і підвищення продуктивності конструкторських робіт.

Література

1. А.Н. Подкорытов. Автоматизация, электронное моделирование и исследование интерференции сопряженных криволинейных поверхностей на базе ЭВМ. – Омск; Зап-Сиб.кн.изд, 1976г., 168с.
2. А.Н. Подкорытов. Геометрия сложных криволинейных поверхностей на базе ЭВМ. Новосибирск, 1976г., 82с.
3. Ісмаїлова Н.П. Параметрична комп'ютерна модель визначення характеристик спряжених аксоїдов // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійська державна агротехнічна академія – Вип.. 4 ТЗ6. – Мелітополь, 2007. – С.130-133.
4. Ісмаїлова Н.П. //Геометричне і аналітичне моделювання спряжених поверхонь робочих органів гідравлічних насосів.//Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка», «Сучасні проблеми геометричного моделювання», Луцьк -2008, 124-127 С.

Аннотация

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ДИЗАЙН СОПРЯЖЕННЫХ КВАЗИВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ИСКЛЮЧЕНИЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Н.П. Исмаилова, к.т.н., Ахметева А.В.

Предложена теория компьютерного дизайна сопряженных квазивинтовых поверхностей исключаящих интерференцию на базе параметрического кинематического винта.

Abstract

COMPUTER DESIGN of the ATTENDED КВАЗИВИНТОВИХ SURFACES, EXCEPTION of INTERFERENCE

Ismailova N., Ahmametjeva A.

The theory of computer design of the attended surfaces is offered eliminating interference on the base of self-reactance kinematics screw.

УДК 504.61 : 622.012

І.О. Камаєва, к.т.н.,
С.О. Камаєва, к.т.н.,
Л.І. Камаєва, к.т.н., доцент,
О.М. Лев, к.ф.-м.н., доцент

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АРЕАЛУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

*Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, Україна*

Анотація

Пропонується спрощена процедура визначення ареалу забруднення ґрунту, створеного внаслідок вітрової ерозії солевідвалів Домбровського кар'єру. Концентрація забруднення ґрунту визначається частково за старою методикою (на межі досліджуваної області), а всередині області – за новою, яка базується на використанні однієї із схем метода скінченних елементів. Комп'ютерний експеримент наочно продемонстрував правомірність та ефективність даного підходу.

Постановка проблеми. До глобальних проблем сучасності належать екологічні проблеми, які стають все більш актуальними. Серед них значне місце займають проблеми, пов'язані з діяльністю гірничо-хімічних підприємств. Так, серед значної кількості різновидів впливу на довкілля калійних виробництв на Прикарпатті екологічну небезпеку створюють пилове та димове забруднення, що формується внаслідок безпосереднього надходження з джерел викидів у процесі переробки та транспортування калійних руд, а також внаслідок вітрової ерозії солевідвалів в місцях їх складування. Істотну небезпеку створюють солевідвали Домбровського кар'єру, в які заскладовано близько 40 млн. т соленосних порід і які займають площу понад 80 га родючих земель. Солевідвали є джерелом пилового сольового забруднення атмосфери, ґрунтів, поверхневих та підземних вод.

Аналіз публікацій по темі дослідження. Серед публікацій з вивчення впливу джерел забруднення калійних виробництв на навколишнє середовище можна виділити роботи таких вчених: Г.І. Рудька, Я.М. Семчука, П.К. Гаркушина, Е.Д. Кузьменка, Л.Є. Шкіци. Аналіз попередніх досліджень дає підстави стверджувати, що даний вид забруднення є найбільш екологічно небезпечним, оскільки охоплює всі компоненти навколишнього середовища.

Дослідження масштабів і рівня забруднення ґрунтів внаслідок аеротехногенного впливу солевідвалів Домбровського кар'єру проводяться експериментальним шляхом у польових умовах згідно з рекомендаціями [1-3]: зразки ґрунтів відбираються на відкритих ділянках, віддалених від доріг

не менше, ніж на 50 м, по конверту розміром 5×5 м (рис. 1) і об'єднуються в одну пробу. Відбір проводиться на глибині 10–20 см. Аналіз зразків ґрунту здійснюється аналітичним методом – методом водних витяжок, який полягає в наступному: відібрані проби ґрунту осушуються при температурі не більше 50 °С. Осушені проби роздрібнюються до фракцій не менше 1 мм. З роздробленої проби ґрунту відбирається наважка вагою 100 г, яку з'єднують із 500 мл дистильованої води. Потім суміш енергійно розмішується протягом трьох хвилин, після чого суміш відстоюється протягом доби, фільтрується і тільки після цього проводиться аналіз складу цієї суміші. Здійснити такий аналіз досить непросто, а зі збільшенням ділянок, на яких відбираються проби, процес дослідження стає ще більш трудомістким.

Постановка задачі. Розробити спрощену процедуру визначення ареалу забруднення ґрунтів.

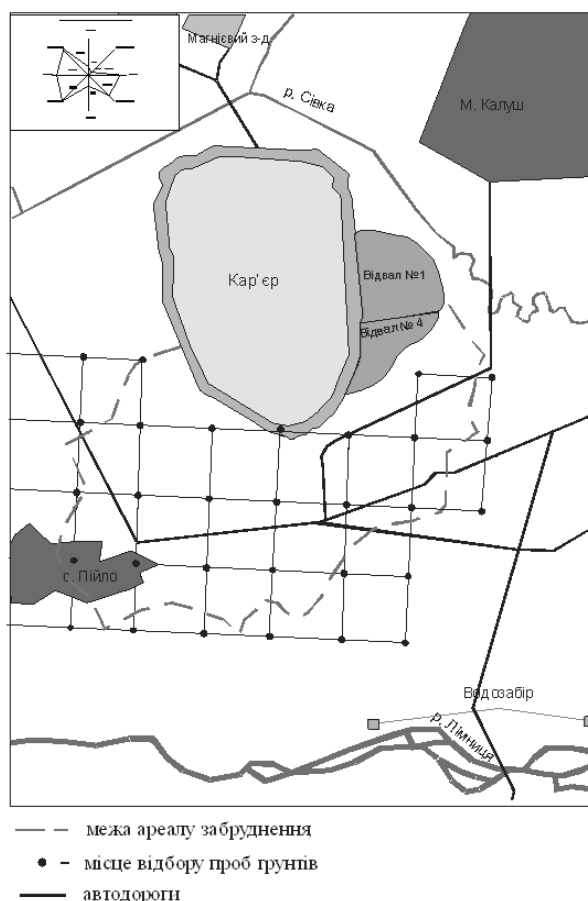


Рис. 1. Карта аеротехногенного забруднення ґрунтів хлоридами солевідвалів Домбровського кар'єру, М 1:25000

Основна частина. З рисунка 1 видно, що спосіб відбору зразків ґрунту полягає насамперед в дискретизації досліджуваної області, що приводить до наявності сітки з квадратними комірками. Це підштовхнуло нас до розробки спрощеної процедури визначення рівня забруднення у

внутрішніх вузлах сітки. Щодо граничних вузлів залишається право за існуючою методикою. Для внутрішніх вузлів ми пропонуємо спрощену схему метода скінченних елементів у вигляді способу обертання симплекса (СОС), який добре зарекомендував себе в задачах Діріхле. При цьому розв'язок у будь-якій внутрішній точці області визначається, як зважене усереднення крайових значень. Особливість СОС полягає в тому, що використовуючи лише один симплекс-елемент (трикутник з вершинами на межі області), з'являється можливість визначити шукану величину в будь-якій окремо взятій точці. При цьому передбачена можливість повертати його і розглядати серію «стоп-кадрів» для отримання уточненого значення цієї величини. Так, при обертанні симплекса вузли змінюються, а отже відбувається накопичення крайової інформації в досліджуваній точці А (рис. 2 а). Значення шуканої величини U , яка є розв'язком рівняння Лапласа $\Delta U = 0$, визначається як середнє арифметичне значень, одержаних для кожного положення симплекса (i_1, j_1, k_1) , (i_2, j_2, k_2) і т.д., тобто за формулою:

$$U(A) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N U_n(A),$$

де N – число «стоп-кадрів»,

$U_n(A)$ – середнє зважене шуканого розв'язку за трьома крайовими значеннями, яке дорівнює:

$$U_n(A) = U_i \xi_i + U_j \xi_j + U_k \xi_k.$$

Тут ξ_i , ξ_j , ξ_k – вагові коефіцієнти, які визначаються як геометричні ймовірності:

$$\xi_i = \frac{\text{mes } \omega_i}{\text{mes } \omega},$$

де $\text{mes } \omega$ – площа трикутника з вершинами в точках (x_i, y_i) , (x_j, y_j) , (x_k, y_k) ,

$\text{mes } \omega_i$ – площа трикутника з вершинами в точках (x_A, y_A) , (x_j, y_j) , (x_k, y_k) (рис. 2 б).

Аналогічно визначаються вагові коефіцієнти ξ_j і ξ_k .

Скінченні елементи доцільно вибирати так, щоб вони не мали дуже гострих кутів та бажано, щоб досліджувана точка містилася всередині елементів. Порухення цих правил може призвести до спотворення отриманого результату [4]. Кількість елементів береться виходячи з потрібної точності розрахунків. Покращення точності можна також досягти не за рахунок збільшення кількості елементів, а завдяки використанню методу зважування мір [5].

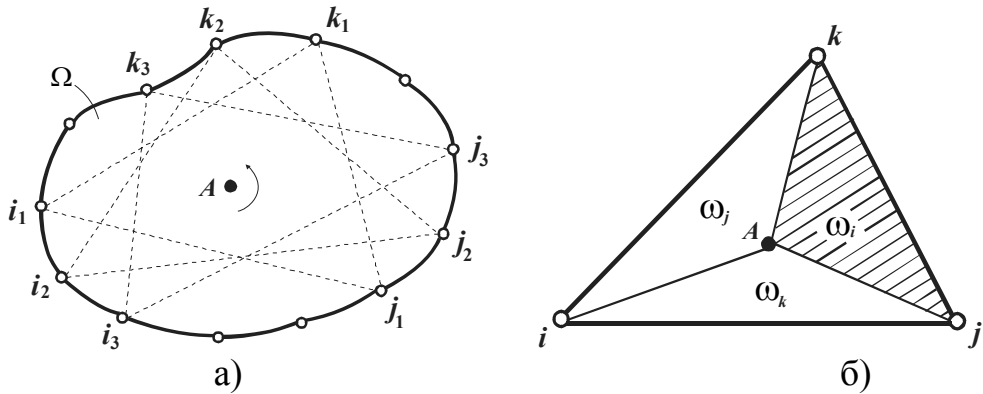


Рис. 2. Спосіб обертання симплекса (а) та підобласті симплекса, що відповідають досліджуваній точці A (б)

Проведемо апробацію запропонованої процедури на задачі Діріхле по визначенню концентрації забруднення U у внутрішніх вузлах сітки (рис. 1) при відомих значеннях у вузлах на межі області. Розрахункова схема показана на рисунку 3.

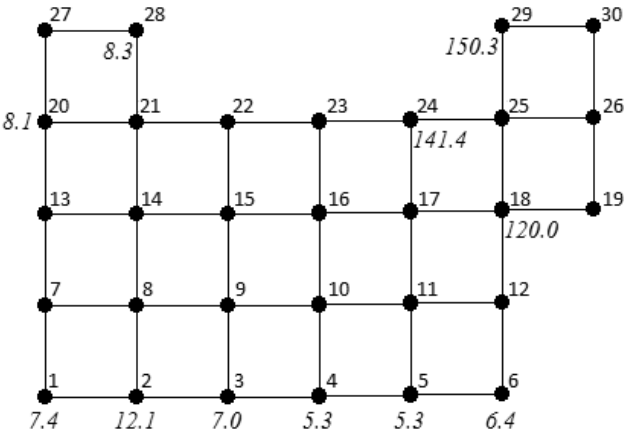


Рис. 3. Розрахункова схема з нанесеними величинами концентрації забруднення в деяких вузлах на межі області

Для проведення комп'ютерного аналізу ареалу забруднення ґрунтів була написана програма в середовищі C++. Дослідження провели для ряду внутрішніх точок. В таблиці 1 наведені результати розрахунків в деяких з них за допомогою відбору зразків ґрунту з подальшим їх дослідженням та за допомогою комп'ютерного експерименту, використовуючи СОС.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика результатів обчислень

Точка	Кількість «стоп-кадрів»	Симплекс-елементи	Комп'ютерний експеримент (мг/100 г ґрунту)	Методика відбору ґрунту (мг/100 г ґрунту)	Відносна похибка (%)
9	2	1-6-28; 2-18-20	24.816	25.3	1.913
10	2	5-20-29; 3-18-28	30.559	30.8	0.782
15	2	5-20-24; 4-20-29	30.047	30.1	0.176
16	2	5-20-29; 3-18-28	50.071	50.4	0.653

Як видно з таблиці навіть двох «стоп-кадрів» буває достатньо для отримання задовільної точності результатів. Будучи по своїй природі безсітковим, СОС може ефективно застосовуватись для дослідження областей складної конфігурації, а це дозволяє граничні вузли, в яких здійснюються заміри, вибирати в найбільш зручних місцях (криниці, бурові свердловини, тощо). Він дає можливість визначити рівень забруднення в будь-якій точці області і, таким чином, змодельовати ареал забруднення ґрунту.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Комп'ютерний експеримент показав, що задачу по визначенню концентрації забруднення деякої області можна розв'язати досить швидко і з меншими затратами матеріальних ресурсів. Таким чином, нам вдалось розробити спрощену процедуру визначення ареалу забруднення ґрунтів при задовільній точності обчислень. В подальшому планується продовжити дослідження по удосконаленню існуючих методів і пошуку альтернативних.

Література:

1. Білоус Л.І. Елементи моніторингу в геологічних та агроґрунтових дослідженнях / Л.І. Білоус, І.М. Волошин // Моніторинг природних комплексів. – Львів, 1995. – С. 37-50.
2. Білявський Г.О. Практикум із загальної екології : навч. посіб. / Г.О. Білявський, Р.С. Фурдуй. – К. : Либідь, 1997. – 160 с.
3. Еколого- геохімічна оцінка забруднення ґрунтів, донних відкладів, ґрунтових вод : метод. рекомендації ДПП «Геоінформ». – К.: Геоінформ, 1998. – 33 с.
4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 541 с.
5. Камаєва С.О. Відновлення температурного поля пластини неопуклої форми / С. О. Камаєва // Эффективные инструменты современных наук – 2009 (м. Дніпропетровськ, 27 квітня – 5 травня 2009 р.).

Abstract

The simplified procedure of definition the area of soil contamination, made in consequence of wind erosion on the salt dumpes of Dombrov quarry, is offered. The concentration of soil contamination defines partly by old methodic (on the border of explored area), on interior area by new methodic, based on using one of the finite element method schemes. The computer experiment visually demonstrated the legitimacy and efficacy of the present approach.

УДК 721.01

Клевец К.Н., архитектор

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СХОЖИХ С КРЫМСКИМИ

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, Украина*

Аннотация

Рассмотрены приемы повышения энергоэффективности зданий в климатических условиях имеющих сходства с крымскими, на примере энергоэффективного высотного здания в Манчестере, штат Нью-Хэмпшир, США, архитекторов Николаса Исаака и Эндрю Исаака. В результате анализа солнцезащиты здания, сделан вывод, что солнцезащитный козырек на южном фасаде здания можно сократить вдвое, сохранив при этом необходимый уровень солнцезащиты, а на восточном и южных фасадах солнцезащитные козырьки не нужны вовсе.

Энергоэффективность, первое демонстрационное энергоэффективное здание, энергоэффективное строительство в климатических условиях Крыма

Введение

Наша планета находится на грани экологического бедствия, к чему привели неразумное использование ресурсов, огромные объемы выбросов промышленных предприятий, неконтролируемая вырубка лесов, повсеместная застройка и т.д.

Человечество, в погоне за покорением природы вступило в эру сверхпотребления. Все это ведет к глобальным катастрофам, поэтому необходимо постараться максимально замедлить и остановить этот процесс.

Постановка проблемы

Энергоэффективные здания, как новое направление в экспериментальном строительстве, появились после мирового энергетического кризиса 1974 года. Они стали ответом на критику специалистов Международной энергетической конференции ООН (МИРЭК) о том, что современные здания обладают огромными резервами повышения их тепловой эффективности, но исследователи недостаточно изучили особенности формирования их теплового режима, а проектировщики не умеют оптимизировать потоки тепла и массы в ограждениях и здании.

В том же докладе специалистов МИРЭК была сформулирована главная идея экономии энергии: энергоресурсы могут быть использованы

более эффективно путем применения мер, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения, т. е. использованы с минимумом изменений привычного образа жизни [1].

Анализ основных исследований и публикаций

Каждая климатическая зона имеет свои особенности, и должна подвергаться внимательному и детальному изучению перед проектированием. Используя опыт зарубежных стран, можно выделить основные принципы энергоэффективного строительства для крымского климата.

Крым находится на 45° с.ш., климат северной части умеренно-континентальный, на южном берегу — с чертами субтропического.

Средняя температура января от -2°C на севере степной зоны, до 0°C на юге степной зоны, на Южном берегу Крыма от $+2$ до $+4^{\circ}\text{C}$. Средняя температура июля везде $+23-24^{\circ}\text{C}$. Осадков от 300—500 мм за год на севере, до 1000—1200 мм в горах [2].

Важной характеристикой климата любой местности, а особенно рекреационных территорий, являются данные о продолжительности солнечного сияния. В течение года солнце светит на Южном берегу 2250, в равнинном Крыму в предгорье и на вершинах гор 2280 - 2470 часов [3].

Основная часть

Рассмотрим опыт энергоэффективного строительства в схожих климатических условиях на примере первого демонстрационного энергоэффективного здания (рис.1), построенного в 1974 году архитекторами Николасом Исааком (Nicholas Isaak) и Эндрю Исааком (Andrew C. Isaak).

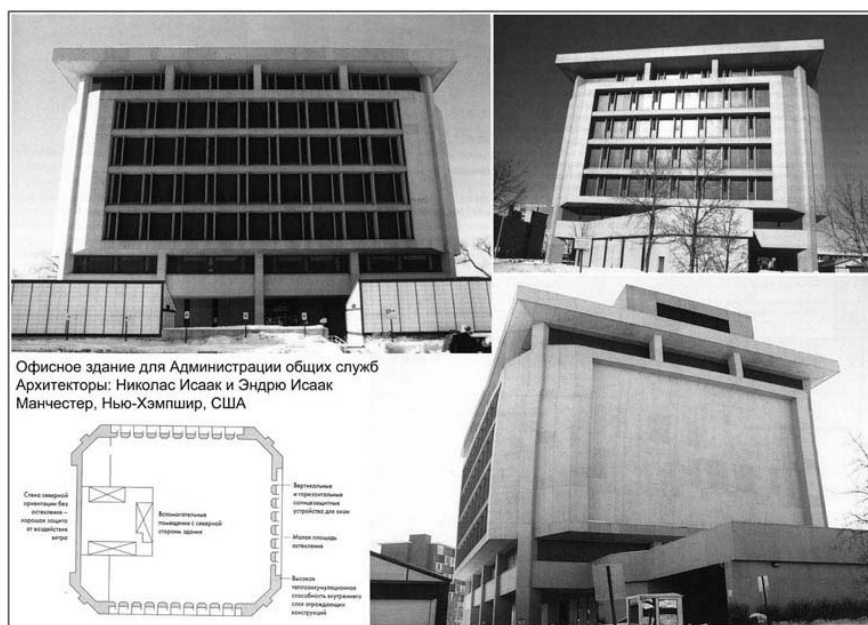


Рис.1 Офисное здание Администрации общих служб, Манчестер, США

Климатические характеристики района строительства:

Географические координаты - 43° с.ш., 71° з.д. Расположение – Манчестер, штат Нью-Хэмпшир, США. Среднегодовая температура +8,1°С, средняя температура наиболее холодного месяца -5,4° С, средняя температура наиболее жаркого месяца +20,9° С; среднее количество осадков - 1030 мм [5]. Количество солнце-часов за год – 2200-2500 часов.

Использованные приемы снижения энергопотребления здания:

- *Форма и ориентация здания.* Было решено придать форме здания кубическую форму с целью уменьшения площади поверхности наружных ограждений, которые являются основным источником теплопотерь.

- *Система освещения.* Устройство избирательного рабочего освещения в местах, где оно больше необходимо, наряду с уменьшением освещения в местах, где оно не является достаточно важным (например, в коридорах и технических комнатах). Светлоокрашенные полы, стены и потолки благодаря большему взаимному отражению между поверхностями, также позволяют снизить затраты энергии на освещение.

- *Уменьшение площади остекления и использование солнцезащиты.* Коэффициент остекления в здании равен 12% на южном, восточном и западном фасадах, а на северном остекление отсутствует вовсе. Для солнцезащиты на южном фасаде здания устроены козырьки глубиной 91 см, которые обеспечивают защиту от высокостоящего дневного солнца, и вертикальное оребрение с каждой стороны окна, обеспечивающее защиту от солнечных лучей при восходе и закате солнца в летнее время. На восточном и западном фасаде оребрение имело разную глубину: с южной стороны окон - 20 см, с северной - 7,6 см, что определялось траекторией движения солнца в зимнее и летнее время.[4]. Но выполнив карту солнечной радиации этого здания (рис.2), можно увидеть, что нет необходимости делать козырьки на южном фасаде глубиной 91 см - их можно уменьшить вдвое, что обеспечит требуемую солнцезащиту [6]. А ведь это лишние материальные и технологические затраты, нагрузка на несущие конструкции. Что же касается козырьков на западном и восточном фасадах, то они вовсе не нужны, т.к. не выполняют защиту от низких лучей восходящего и заходящего солнца.

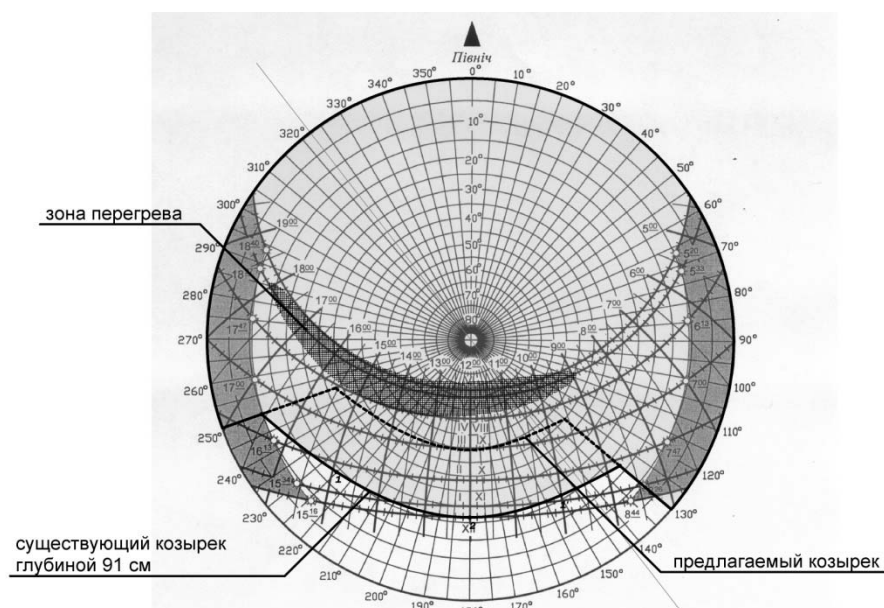


Рис. 2 Карта солнечной радиации для г. Манчестер, штат Нью-Хэмпшир, США (43° с.ш.)

- *Система вентиляции.* Для экономии энергии, затрачиваемой на вентиляцию здания, было уделено особое внимание правильной, компактной планировке, группировке внутренних помещений по функциям, выделению специальных мест для курения, созданию больших открытых пространств, которые позволяют распространяться теплоте, выделяемой людьми и осветительными приборами, по всему зданию. Устройство системы рекуперации воздуха позволяет снизить количество необходимой энергии для нагрева или охлаждения приточного воздуха на 60-75%.

- *Повышение теплозащиты и теплоаккумуляционной способности наружных ограждающих конструкций.* Наружные стены выполнены в виде двухслойной конструкции: внешний слой - теплоизоляционные панели толщиной 7,6 см, покрытый с наружной и внутренней стороны алюминиевыми листами, а внутренний - бетонные блоки толщиной 30 см.

- *Использование солнечной радиации в системе теплоснабжения здания.* Экспериментальная солнечная энергосистема представляла собой солнечный коллектор площадью около 400 м² и являлась вспомогательной системой энергосбережения. Солнечные коллекторы имели южную ориентацию и располагались под углом от 20° до 80° по отношению к горизонту [4].

Что же касается установки солнечных коллекторов в Крыму, то в том случае, если они устанавливаются стационарно, то, в зависимости от сезона работы, угол установки должен рассчитываться исходя из средней угловой высоты солнца за расчетный период. Если же работа коллекторов предполагается в течение всего года, то угол установки 45°.

Стоит отдать должное, что при проектировании данного здания была проведена большая исследовательская работа. В этом здании, которое строилось почти 40 лет назад, было предусмотрено использование тепла солнечной радиации и возможностей компьютерной техники для управления инженерным оборудованием.

Но наука и технологии не стоят на месте. Если бы это здание строилось в наше время, то можно было бы использовать современную систему регулирования климата в помещениях, рекуперации воздуха, энергосберегающие лампы, утеплитель с лучшими теплоизоляционными показателями и более эффективную систему солнечных коллекторов.

Выводы

Для повышения энергоэффективности зданий необходимо соблюдать следующие правила:

1. Соблюдать правильную ориентацию и планировочное решение здания.
2. Устраивать больше остекления на южных фасадах, и минимизировать его количество на северных фасадах. Солнцезащита должна рассчитываться для конкретных зданий и климатических условий. На примере рассмотренного здания, видно, что солнцезащитные козырьки на восточном и западном фасадах не нужны, а козырьки на южном фасаде можно уменьшить вдвое.
3. Осуществлять не только качественную термоизоляцию наружных стен с целью теплозащиты внутренних помещений, но и их солнцезащиту. Система климатизации должна предусматривать как обогрев, так и охлаждение помещений.

Литература

1. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г.: Пер. с англ. – М.: Энергия, 1980. – 255 с.
2. <http://ru.wikipedia.org>
3. Важев В.И. Целебный климат.- Симферополь: Таврия,1983. - 96 с.
4. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергосберегающие здания. -М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. - 200с.
5. Дворецкий А.Т. Энергоэффективный коттедж с максимальным использованием солнечной энергии/ Дворецкий А.Т., Максименко А.Е.,Денисова Т.В.// Материалы международного симпозиума «Устойчивая архитектура», Москва, ноябрь 2011. С. 142.
6. ДСТУ-НБВ.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення

Анотація

Розглянуто прийоми підвищення енергоефективності будівель в кліматичних умовах, що мають схожості з кримськими, на прикладі енергоефективного висотного будинку в Манчестері, штат Нью-

Гемпшир, США, архітекторів Ніколаса Ісаака і Ендрю Ісаака. В результаті аналізу сонцезахисту будівлі, зроблено висновок, що сонцезахисний козирок на південному фасаді будівлі можна скоротити вдвічі, зберігши при цьому необхідний рівень сонцезахисту, а на східному і південних фасадах сонцезахисні козирки не потрібні зовсім.

Енергоефективність, перша демонстраційна енергоефективна будівля, енергоефективне будівництво у Криму

Abstract

Methods of increasing energy efficiency of the buildings constructed in climatic conditions similar to the Crimean are considered, using the example of energy-efficient high-rise building in Manchester, New Hampshire, USA, architects Nicholas Isaac and Andrew Isaac. Analysis of the shading of the building shows that the sun visor on the southern facade of the building can be reduced by half, while maintaining the necessary level of sun protection; at the same time, the sun visors on the eastern and the southern facades are not needed at all.

Energy efficiency, first demonstration energy-efficient building, energy-efficient construction in Crimea

УДК 658.264

А.А. Климчук, к.т.н., доц.;
А.Н. Шраменко, студ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ ТВЕРДЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛА ОТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Анотація

Розглянуто варіант використання нічного тарифу на електроенергію для потреб теплопостачання. Досліджено процеси зарядки твердих акумуляторів тепла при різних розташуваннях нагрівальних елементів.

Ключові слова. Акумулятори тепла, системи теплопостачання.

Введение.

Рациональное использование энергоресурсов сегодня является одним из приоритетных направлений в энергетике. Одной из задач этого направления является выравнивание потребляемой электрической мощности в течении суток.

Как известно, график потребления электроэнергии является очень неравномерным. Пики потребления в среднем приходятся на утренний период между 8:00 и 11:00 и на вечерний период между 18:00 и 21:00 часами. В ночное время наблюдается провал в потреблении электроэнергии. Такой график отрицательно влияет на эффективность работы электростанций.

Одним из путей решения данной проблемы является стимулирование потребителей использовать электроэнергию в ночной период времени. В связи с этим был введен дифференцированный тариф на электроэнергию, для использования которого необходим только многотарифный счётчик.

Согласно ему, ставки тарифов, дифференцированных по периодам времени, определяются путем умножения величины розничного тарифа, на тарифный коэффициент для соответствующего периода времени.

Использовать ночной тариф для большинства общественных зданий целесообразно в системах теплоснабжения. Однако такие системы требуют аккумулирование тепла в ночной период с дальнейшей выдачей его потребителю.

В настоящее время известно множество способов аккумулирования тепла среди них – использование в качестве аккумулирующего тела твердых материалов. Одним из наиболее подходящих с точки зрения теплоемкости и диапазона рабочих температур является хромомагнетит.

Однако с точки зрения эксплуатации имеется ряд вопросов повышения эффективности использования теплоаккумулирующего материала. Одним из них является устройство нагревательных элементов в каналах аккумулирующего материала. Расположение нагревательных

элементов в аккумуляторе влияет на толщину насадки, скорость зарядки, перепад температур по сечению насадки и т.д.

Цель работы – определить наиболее эффективное расположение нагревательных элементов в каналах аккумулятора тепла из хромомagneзитовых блоков.

Моделирование процесса зарядки аккумулятора. Для использования в качестве ночного накопителя тепла была предложена следующая модель аккумулятора: хромомagneзитовый блок размерами 280x280x500 мм (ШxВxГ) в котором находятся 4 канала размером 90x90 мм, толщина аккумулялирующего слоя - 25мм, толщина изоляции – 50мм. Для определения оптимального расположения нагревательных элементов в каналах в специализированной программе было произведено моделирование процесса зарядки аккумулятора для трех вариантов расположения нагревательных элементов (рис. 1).

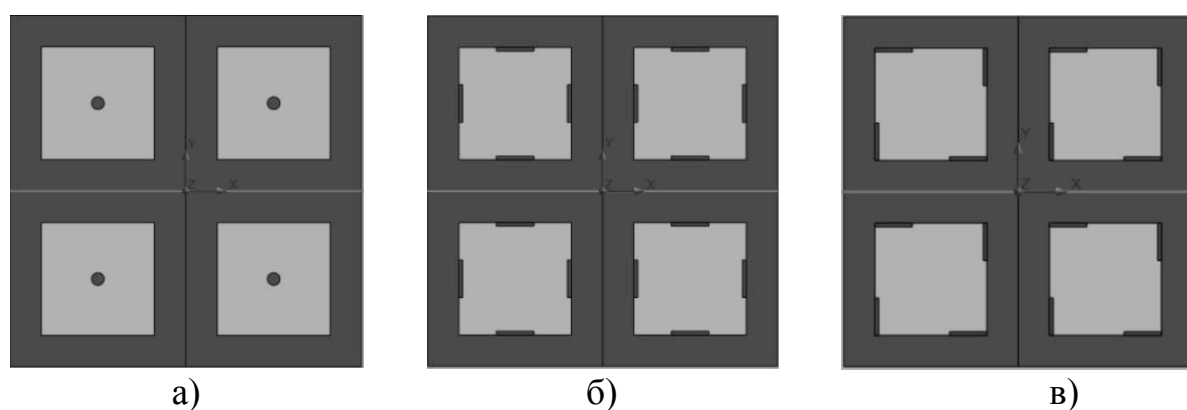


Рис.1. Схемы расположения нагревателей в аккумулялирующей насадке:

а) модель 1: ТЭН в центре канала; б) модель 2: плоский нагреватель посередине стенки канала; в) модель 3: плоский нагреватель в углу канала.

В результате моделирования были получены следующие результаты:

- средняя температура аккумулялирующего материала в конце нагрева во всех случаях практически одинакова: 182 ° С;
- температура центра насадки в первом случае 119 ° С, во втором - 87 ° С, в третьем - 140 ° С
- разница между максимальной и минимальной температурами внутри насадки в конце нагрева 65 ° С, 155 ° С и 32 ° С (рис.2) соответственно.

Из полученных данных видно, что третий вариант расположения нагревателей более приемлем с точки зрения равномерности распределения температур по сечению, что ведет к уменьшению температурных напряжений.

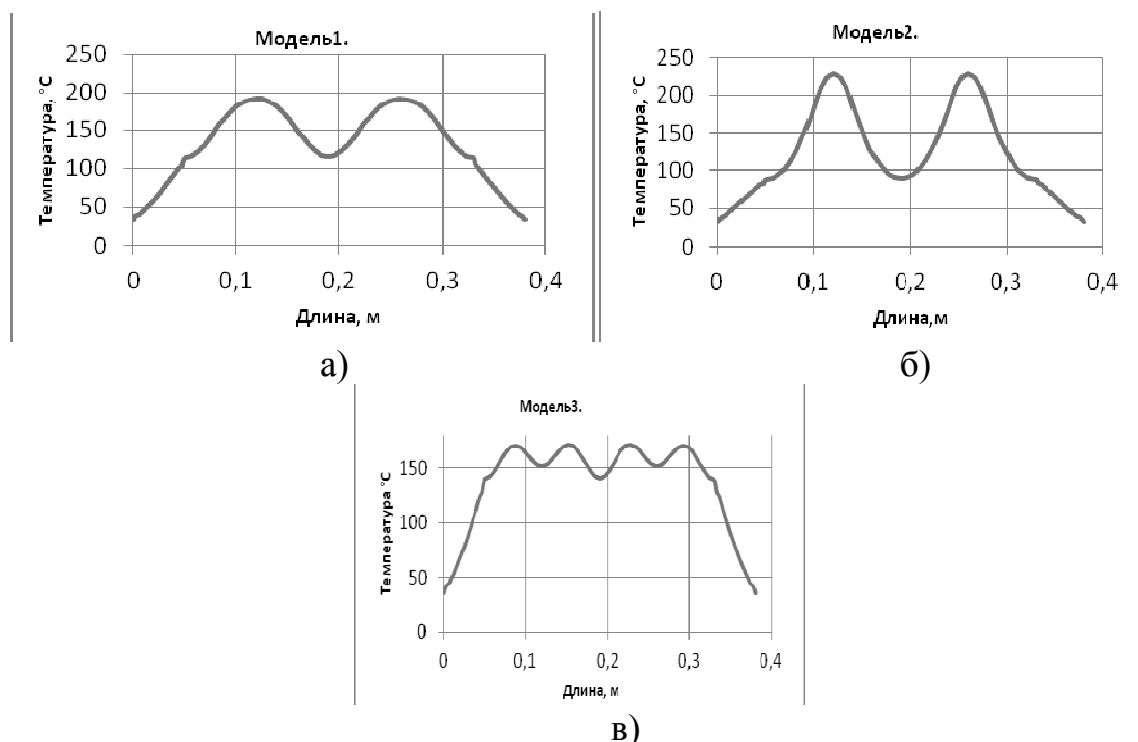


Рис. 2. Графики распределения температур по сечению аккумулирующей насадки для первой (а), второй (б) и третьей (в) моделей соответственно.

Выводы.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- исследуемые типы расположения нагревательных элементов в канале существенно не влияют на среднюю температуру насадки;
- с точки зрения равномерности нагрева насадки наиболее предпочтительным является 3-я модель.

Следует отметить, что при полной оценке эффективности применения представленных моделей необходимо учитывать процесс разрядки аккумулятора и работы его в различных режимах.

Литература

1. Левенберг В.Д. Аккумулирование тепла/ В.Д.Левенберг, М.Р.Ткач, В.А.Гольстрем. – Киев: Техника, 1991. – 84 с.
2. Бекман Г. Тепловое аккумулирование энергии/ Г.Бекман, П.Гилли. – Москва: Мир, 1987.– 271 с.

Abstract

A Klimchuk, PhD.; A Shramenko, stud.

STUDY OF SOLID BATTERY CHARGE OF HIGH HEAT SOURCES.

The variant use of the night tariff for electro-energy for needs of a heat supply is considered. Processes of gymnastics of firm accumulators of heat at various positions of heating elements are investigated.

Keywords. Accumulators of heat, heat supply system.

УДК 69.003.13

Кобелева С.А., к.т.н.

БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА КОМПЛЕКСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

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

Аннотация.

При производстве строительных материалов, возведении жилых зданий, их эксплуатации расходуются различные виды природно-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Выбор архитектурно-конструктивной системы жилого здания – один из важнейших факторов, оказывающих влияние, как на его сметную стоимость, так и на ресурсосбережение на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации. В статье приведены примеры ресурсосберегающих конструктивных систем зданий. Для технико-экономической оценки инновационных проектных решений целесообразно применять балансовый метод, который требует учета обеспеченности различными видами ресурсов.

Постановка проблемы. Существующая инфраструктура строительной отрасли слишком ресурсо- и материалоёмка на всех стадиях жизненного цикла строительной продукции. Поток сырья начинается с извлечения ресурсов из природной среды и заканчивается выбросами в неё, он представляет собой издержки, необходимые для поддержания уровня материального производства и населения. Точно так же обстоят дела и с энергетическим сырьем в силу полной невозобновляемости энергии, полученной из него. Вопросы ресурсо- и энергосбережения в строительной отрасли и жилищно-коммунальном хозяйстве в настоящее время актуальны. Они связаны с решением сопутствующих проблем: рационального природопользования, экологии возводимых и реконструируемых объектов, модернизации технологического оборудования на предприятиях строительной индустрии, сокращения числа техногенных аварий, повышением эффективности экономики в целом. Переход российской экономики на ресурсо- и энергосберегающий путь развития не может быть решен без широкого использования потенциала сбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Анализ основных исследований и публикаций. Анализ строительной продукции во всём многообразии характеризующих её связей целесообразно осуществлять в рамках междисциплинарного исследования, базирующегося на системотехнике строительного производства, экономике

строительства, экономике природопользования, безопасности строительства и т.п. Общие вопросы управления строительным комплексом, экологической безопасности строительства исследовались в работах С.С. Бачуриной, А.Л. Большеротова, В.К. Донченко, И.Н. Ильиной, Ю.В. Кононовича, А.С. Курбатовой, Ю.Л. Максименко, Л.В. Плотниковой, В.И. Теличенко и других авторов.

Новые подходы в решение проблемы снижения антропогенного воздействия на Биосферу предложены В.А. Ильичевым в концепции биосферной совместимости городов и поселений [1].

Вместе с тем вопросы, имеющие прикладную направленность и посвященные технико-экономической оценке ресурсо- и энергоёмкости строительной продукции во взаимосвязи с совершенствованием хозяйственного механизма использования всех видов ресурсов в данной области не получили должного развития.

Основная часть. На всех стадиях жизненного цикла жилых зданий затрачивается определенное количество природно-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Компенсировать их можно только в процессе длительной эксплуатации ресурсоэффективных и безопасных объектов. Поэтому выбор архитектурно-конструктивной системы жилого здания – один из важнейших факторов, оказывающих влияние, как на его сметную стоимость, так и на ресурсосбережение на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации [2].

Например, при изготовлении всех сборных железобетонных элементов каркасного здания из высокопрочных бетонов классов по прочности В45-В50 взамен тяжелого бетона на плотных природных заполнителях масса здания снижается до 30%. Это позволяет сократить расход высокоэнергоёмкой арматурной стали: в горизонтальных элементах на 10-15% (13-20 кг) на 1 м³ железобетона; в колоннах – на 15 – 20% (85 – 110 кг) на 1 м³ железобетона; в фундаментах - на 15 – 20% (15 – 35 кг) на 1 м³ железобетона. Значительный резерв в снижении расходов ресурсов может быть реализован за счет совершенствования конструкций стыков элементов сборного каркаса. Помимо конструктивных систем зданий значительный эффект ресурсосбережения достигается при использовании альтернативных низкоэнергоёмких строительных материалов. Так, применение в бетонах пористых заполнителей (продуктов переработки металлургических шлаков и топливной энергетики) позволяет при равных свойствах материалов снизить энергозатраты на их производство на 12 – 35%. При этом одновременно решаются вопросы утилизации отходов промышленного производства и охраны окружающей среды [3].

Для технико-экономической оценки инновационных проектных решений целесообразно применять балансовый метод, который требует учета обеспеченности различными видами ресурсов (энерго-сырьевых, производственных, технологических, инфраструктурных и т.п.) при производстве и эксплуатации конструкций, а также обеспечение условий

для воспроизводства и рационального использования каждого вида ресурсов. В балансовом методе среди показателей эффективности целесообразно выделить следующие виды ресурсов: приведенные затраты на изготовление конструкций (сырье, материалы, условное топливо, и т.п.), приведенные затраты на возведение конструкций на строительной площадке (трудоемкость, продолжительность, время эксплуатации строительных машин и механизмов и т.д.), коэффициент изменения срока службы конструктивных систем с высоким уровнем конструктивной безопасности и живучести по сравнению с базовым вариантом, приведенную экономию в сфере эксплуатации конструкций за срок их службы и др.

Оценку ресурсоэффективных конструктивных систем целесообразно производить путем сравнения с конкурирующим проектом, применяемым в настоящее время в практике строительства. Оценочный эффект рассчитывается по формулам (1, 2):

$$\Delta \Phi = \Phi_k - \Phi_j \quad (1)$$

где Φ_k, j – оценочный экономический эффект соответственно по k -му и j -му вариантам сравниваемых конструктивных решений.

$$\Phi = CC + \sum_{(1; T)} \Phi / (1+d)^t \rightarrow \min \quad (2)$$

где CC – сметная стоимость конструкций (единовременные затраты), определяемая по сметным документам в составе рабочей документации; T – жизненный цикл здания; Φ – эксплуатационные затраты; d – коэффициент дисконтирования; t – годы реализации затрат.

Единовременные затраты на строительство включают: затраты на сырье и материалы для изготовления строительных конструкций; общепроизводственные расходы и прибыль предприятий строительной индустрии; затраты на возведение конструкций на строительной площадке; общепроизводственные расходы и прибыль строительно-монтажных организаций; транспортные расходы, прочие издержки. Эксплуатационные расходы по содержанию жилых и общественных зданий - совокупность материальных, энергетических и трудовых затрат на проведение соответствующих работ и мероприятий по содержанию в технически исправном состоянии элементов и отдельных конструкций здания и обеспечению внутри него необходимого уровня комфорта и микроклимата.

В современном многоэтажном жилищном строительстве применяют различные конструктивные схемы и системы. Для оценки ресурсоэффективности по формулам (1, 2) выполнены расчеты (Таблица 1) следующих альтернативных вариантов конструктивных решений многоэтажных жилых зданий:

1) конструктивное решение, разработанное и запатентованное Орловским государственным техническим университетом и Орловским АНТЦ РААСН: с несущим внутренним каркасом из железобетонных панельных элементов, изготавливаемых с использованием модифицированной опалубки бывшей серии 25 с шагом несущих стен до 6,4 м; сопряжение перекрытий из многопустотных плит с несущими внутренними стенами осуществляется посредством платформенных стыков [4];

2) конструктивная система «КУБ-2,5» – сборно-монолитная безригельная система рамного каркаса, в котором пространственная жесткость и устойчивость обеспечивается жестким (рамным) соединением неразрезных замоноличенных дисков перекрытий с колоннами в уровне каждого этажа, а в случае рамно-связевой схемы включение в работу элементов жесткости;

3) универсальная открытая архитектурно-строительная система многоэтажных зданий АРКОС-2.

Таблица 1. Расчет оценочного эффекта конструктивных систем жилых зданий балансовым методом

№ п/п	Наименование конструктивных систем	Материалоёмкость в основных строительных материалах на 1 м ² общей площади жилого здания			Расход условного топлива на производство основных строительных материалов на 1 м ² общей площади жилого здания, кг.у.т	Оценочный эффект в базисных сметных ценах по состоянию на 01.01.2000 г. (без учета НДС) на 1 м ² общей площади, тыс.руб.
		цемент, кг (в переводе на цемент М-400)	сталь, т (в натуральном исчислении и приведенная к классу А-I)	железобетона и бетона, м ³		
1	конструктивная система Орловского АНТЦ РААСН и ОрелГТУ	71,3	23,2	0,195	56,91	6,478
2	конструктивная система «КУБ-2,5»	79,4	25,3	0,223	63,35	7,151
3	универсальная открытая архитектурно-строительная система многоэтажных зданий АРКОС-2	75,2	23,6	0,214	59,89	6,772

Использование в проектах жилых зданий ресурсоэффективных конструктивных систем открывает большие возможности для снижения материалоемкости (на 4,2 – 11,3 %), энергоёмкости (на 5,3-11,2 %) строительства. Общий оценочный экономический эффект в базисных

сметных ценах по состоянию на 01.01.2000 г. (без учета НДС 18%) составляет 0,294 - 0,673 тыс.руб. на 1 кв.м общей площади здания, а в текущих ценах по состоянию на III квартал 2012 года (с учетом НДС 18%) – 1,883 – 4,307 тыс.руб. на 1 кв.м общей площади здания.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования. Таким образом, основные факторы, влияющие на ресурсосбережение при проектировании и строительстве жилых зданий следующие: рациональный выбор объемно-планировочных и конструктивных решений; длительный срок службы; снижение ресурсоемкости зданий и, как результат, снижение использования невозобновляемых природных ресурсов. Предлагаемый метод позволит на новой качественной основе выявить перспективные архитектурно-конструктивные решения гражданских зданий и будут способствовать дальнейшему развитию базы строительной индустрии. Внедрение результатов исследований планируется осуществлять при проектировании, строительстве зданий и производстве эффективных, экологических, безопасных материалов, изделий, конструкций.

Литература

1. Ильичев В.А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека / В.А. Ильичев. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 240 с.
2. Кобелева С.А. Методические подходы проектирования ресурсо- и энергоэффективных зданий // Строительство и реконструкция.- 2011.- № 5 (37). - С. 18-20.
3. Ярмаковский В.Н., Семченков А.С., Козелков М.М., Шевцов Д.А. О ресурсоэнергосбережении при использовании инновационных технологий в конструктивных системах зданий в процессе их создания и возведения // Вестник МГСУ. – 2011. - № 3, том 1. – С. 209- 214.
4. Андросова Н.Б., Ключева Н.В., Колчунов В.И., Некоторые предложения к нормированию параметров живучести сооружений // Вестник отделения строительных наук, выпуск 15. Москва-Орел-Курск: РААСН, 2011.- 328 с., С.17-25.

Abstract

BALANCE METHOD OF CALCULATION OF COMPLEX EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OBJECTS

Kobeleva S.

At the production of building materials, erection of dwellings building, the different types of natural, raw material and fuel and energy resources are expended their exploitation. Choice of the architectonically-structural system of dwelling building - one of major factors, having influence, both on his estimate cost and on pecypcосбережение on the stages of planning, building and exploitation. To the article the examples of the resource-economy structural systems of building are driven. For the technical and economic estimation of

innovative project decisions it is expedient to apply a balance method that requires the account of material well-being the different types of resources.

Аннотация

**БАЛАНСОВИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ КОМПЛЕКСНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Кобельова С. А.

При виробництві будівельних матеріалів, зведенні житлових будівель, їх експлуатації витрачаються різні види природно-сировинних і паливно-енергетичних ресурсів. Вибір архітектурно-конструктивної системи житлового будинку – один з найважливіших факторів, що впливають, як на його кошторисну вартість, так і на ресурсозбереження на стадіях проектування, будівництва та експлуатації. У статті наведені приклади ресурсозберігаючих конструктивних систем будівель. Для техніко-економічної оцінки інноваційних проектних рішень доцільно застосовувати балансовий метод, який вимагає обліку забезпеченості різними видами ресурсів.

УДК 692.232:624.042.5

Колесник Є.С., н.с.

ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ ЗОВНІШНІХ СТІН МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДИНКІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ДОПУСТИМОЇ ВЕЛИЧИНИ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

*Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних
конструкцій» (ДП НДІБК), Україна*

Анотація

У статті наведені результати розрахунків необхідної товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін монолітно-каркасного будинку при влаштуванні фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками та з вентиляльованим повітряним прошарком. Розрахунки проведені за критерієм забезпечення необхідних існуючих та перспективних нормативних показників з приведенного опору теплопередачі, використовуючи удосконалену методику розрахунків. Показано, що отримані величини товщини теплоізоляційного шару значно перевищують загально прийняті у сучасній практиці будівництва, що потребує перегляду принципів розрахункової оцінки приведенного опору теплопередачі на стадії проектування.

Постановка проблеми. Складна економічна ситуація в Україні та постійне здороження паливно-енергетичних ресурсів потребує впровадження термінових заходів для зниження енергоспоживання у будівельному секторі. Одним із шляхів по вирішенню вказаного загальнодержавного завдання є встановлення відповідних нормативних вимог до теплоізоляції зовнішніх огорожень для будинків нового будівництва та при реконструкції існуючих будівель. На сьогодні в Україні розроблено проект зміни до основного нормативного документу з теплоізоляції будівель [1], де передбачено підвищити вимоги до приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожень, в тому числі для зовнішніх стін – до рівня $3,3 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ (для I-ої температурної зони). Водночас, **аналіз існуючих методів розрахунку** приведенного опору теплопередачі показав, що два визначених у [1] методичні підходи мають значні недоліки і обмеження щодо застосування, як було описано у роботі [2]. Також у [2] здійснено виведення кінцевої формули для розрахунку, що базується на фізичному змісті поняття приведенного опору теплопередачі.

Визначені проблеми обумовили наукове завдання даної роботи по удосконаленню методики розрахунку приведенного опору теплопередачі та визначенню, на її підставі, мінімально необхідної товщини теплоізоляції

зовнішніх стін, що дозволить забезпечити заплановані нормативні характеристики.

Мета роботи. Встановити товщину теплоізоляційного шару конструкцій зовнішніх стін різних типів за критерієм допустимої величини приведенного опору теплопередачі.

Об'єкт досліджень. Зовнішні стіни монолітно-каркасних будинків.

Основна частина. Удосконалена методика розрахунку приведенного опору теплопередачі враховує тепловий вплив усіх наявних в огорожувальній конструкції елементів: плоских (однорідних), лінійних та точкових (теплопровідних включень). Формула, що описує даний методичний підхід, має вигляд:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k}, \quad (1)$$

де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$; F_{Σ} – загальна площа конструкції, м^2 ; $R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої однорідної частини конструкції, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$; F_i – площа i -ої однорідної частини конструкції, м^2 ; k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі, j -го теплопровідного включення, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; L_j – лінійний розмір (проекція), j -го теплопровідного включення, м ; ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі, k -го теплопровідного включення, $\text{Вт}/\text{К}$; N_k – загальна кількість k -их теплопровідних включень, шт.

Визначення опору теплопередачі, лінійного та точкового коефіцієнтів теплопередачі необхідно здійснювати на підставі розрахунків двовірних та тривірних температурних полів. Методика розрахунків приведена в [1,3,4].

Вказаний метод також визначений у європейських нормативних документах [5] та у практиці проектування РФ [6].

Розрахунки товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін за формулою (1) здійснені на прикладі монолітно-каркасного житлового будинку розмірами в плані 33 x 16 м (рис.1). В якості заповнення зовнішніх стін розглядається цегляна кладка товщиною 250 мм. Розрахунок здійснений для двох варіантів фасадної теплоізоляції на основі мінеральної вати – з опорядженням штукатуркою та з вентильованим фасадом. Розрахунок проведений для одного поверху висотою 3,0 м.

1. Визначення характерних ділянок та елементів для розрахунків

Зовнішні стінові огорожувальні конструкції об'єкту досліджень мають наступні характерні ділянки:

- цегляна кладка, що ззовні утеплена мінераловатними плитами з відповідним опорядженням – плоский елемент;
- монолітний залізобетон (пілони), що ззовні утеплений мінераловатними плитами з відповідним опорядженням – плоский елемент;

- залізобетонне перекриття в зоні цегляної кладки та залізобетонних пілонів – лінійні елементи;
- монолітне залізобетонне перекриття балконів та лоджій в зонах цегляної кладки, монолітних вертикальних елементів, балконного блоку – лінійні елементи;
- кутове з'єднання монолітної та цегляної частини зовнішньої стіни – лінійний елемент;
- Т-подібне з'єднання стіни на основі цегляної кладки та монолітних вертикальних елементів – лінійний елемент;
- відкоси віконних та дверних блоків в зонах надвіконних перемичок, підвіконня, рядового примикання тощо – лінійні елементи;
- дюбелі з пластиковим стрижнем для кріплення мінераловатних плит – точкові елементи;
- несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентиляваного фасаду – точкові елементи.

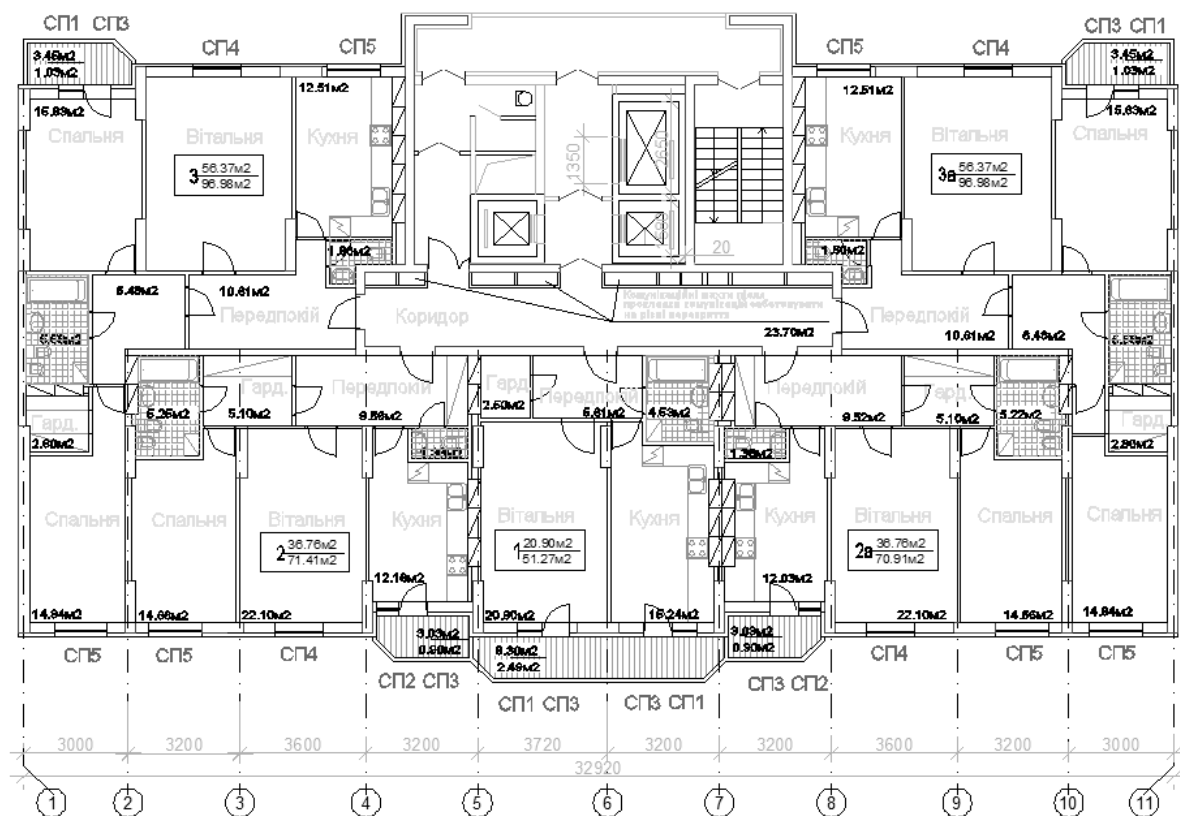


Рис.1 – План типового поверху монолітно-каркасного житлового будинку

2. Визначення геометричних характеристик характерних елементів

Загальна площа непрозорої частини зовнішніх стін фасаду будинку (в межах одного поверху) становить 222,5 м². Площа однорідних ділянок

становить: в межах цегляної кладки – 123 м², в межах монолітних ділянок – 64 м².

Зведена інформація по визначальним показникам теплопровідних включень для об'єкта досліджень наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення	Тип включення	Протяжність, м	Кількість, шт
Монолітне перекриття в зоні цегляної кладки	Лінійне теплопровідне включення	43	
Монолітне перекриття в зоні монолітних ділянок		20,4	
Балконне перекриття в зоні цегляної кладки		12,4	
Балконне перекриття в зоні монолітних ділянок		2,1	
Балконне перекриття в зоні дверного блоку		4,8	
Кутове з'єднання монолітної та цегляної частини зовнішньої стіни		27	
Т-подібне з'єднання стіни на основі цегляної кладки та монолітних вертикальних елементів		5,4	
Віконний відкос в зоні перемички		23,6	
Віконний відкос в зоні підвіконня		18,8	
Віконний відкос в зоні рядового примикання		55,2	
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	Точкове теплопровідне включення		2225/1850*
Несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентильованого фасаду			375

Примітка: * - для фасадних систем з опорядженням штукатуркою/вентильованим фасадом

Результати розрахунків характерних ділянок та елементів огорожувальної конструкції, що розглядається, приведені в табл. 2 та табл.3 відповідно для варіантів фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою та з вентильованим фасадом. Розрахунки здійснені з використанням методів двомірного та тримірного моделювання. За даними таблиць 1-3 проведені розрахунки за формулою (1) на підставі чого визначені залежності приведеного опору теплопередачі огорожувальної конструкції з відповідною системою фасадної теплоізоляції від товщини теплоізоляційного шару (рис.2).

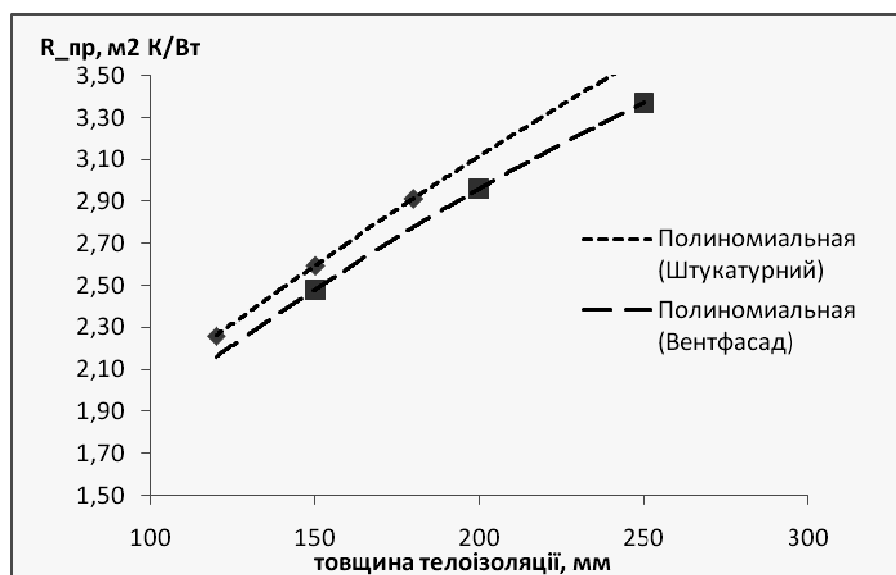


Рис.2 – Залежність приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін з відповідною системою фасадної теплоізоляції від товщини теплоізоляційного шару

Таблиця 2

Результати розрахунків характерних ділянок та елементів при влаштуванні фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою

Найменування характерної ділянки або елемента	Товщина теплоізоляції, мм		
	120	150	180
<i>Плоскі елементи</i>	Величина опору теплопередачі, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$		
Цегляна кладка – МВ плити – штукатурка	3,15	3,82	4,48
Моноліт – МВ плити – штукатурка	2,99	3,66	4,32
<i>Лінійні елементи</i>	Величина лінійного коефіцієнту теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$		
Монолітне перекриття в зоні цегляної кладки	0,087	0,082	0,069
Монолітне перекриття в зоні монолітних ділянок	0,106	0,085	0,073
Балконне перекриття в зоні цегляної кладки	0,833	0,793	0,754
Балконне перекриття в зоні монолітних ділянок	0,97	0,916	0,865
Балконне перекриття в зоні дверного блоку	0,914	0,872	0,833
Кутове з'єднання монолітної та цегляної частини зовнішньої стіни	0,173	0,15	0,133
Т-подібне з'єднання стіни на основі цегляної кладки та монолітних вертикальних елементів	0,103	0,084	0,071
Віконний відкос в зоні перемички	0,081	0,081	0,08
Віконний відкос в зоні підвіконня	0,059	0,064	0,068
Віконний відкос в зоні рядового примикання	0,068	0,071	0,073
<i>Точкові елементи</i>	Величина точкового коефіцієнту теплопередачі, $\text{Вт}/\text{К}$		
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	0,0015		

Таблиця 3

Результати розрахунків характерних ділянок та елементів при влаштуванні фасадної теплоізоляції з вентильованим фасадом

Найменування характерної ділянки або елемента	Товщина теплоізоляції, мм		
	150	200	250
<i>Плоскі елементи</i>	Величина опору теплопередачі, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$		
Цегляна кладка – МВ плити – штукатурка	3,8	4,91	6,02
Моноліт – МВ плити – штукатурка	3,64	4,75	5,86
<i>Лінійні елементи</i>	Величина лінійного коефіцієнту теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$		
Монолітне перекриття в зоні цегляної кладки	0,082	0,063	0,051
Монолітне перекриття в зоні монолітних ділянок	0,082	0,063	0,051
Балконне перекриття в зоні цегляної кладки	0,793	0,731	0,675
Балконне перекриття в зоні монолітних ділянок	0,916	0,833	0,761
Балконне перекриття в зоні дверного блоку	0,872	0,809	0,757
Кутове з'єднання монолітної та цегляної частини зовнішньої стіни	0,15	0,124	0,107
Т-подібне з'єднання стіни на основі цегляної кладки та монолітних вертикальних елементів	0,085	0,064	0,052
Віконний відкос в зоні перемички	0,063	0,062	0,062
Перемичка в зоні балконного блоку	0,081	0,08	0,08
Віконний відкос в зоні підвіконня	0,035	0,041	0,046
Перемичка в зоні балконної плити	0,064	0,07	0,076
Віконний відкос в зоні рядового примикання	0,049	0,053	0,058
Рядове примикання в зоні балконної плити	0,071	0,075	0,079
<i>Точкові елементи</i>	Величина точкового коефіцієнту теплопередачі, $\text{Вт}/\text{К}$		
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	0,0015		
Несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентильованого фасаду	0,015		

За даними залежностями встановлені мінімально необхідні товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін розглянутого монолітно-каркасного будинку для забезпечення існуючих та перспективних вимог за критерієм приведенного опору теплопередачі, що наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Результати розрахунків мінімально необхідної товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін монолітно-каркасного будинку

Тип фасадної системи	Товщина теплоізоляції, для забезпечення необхідної величини опору теплопередачі зовнішніх стін, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$		
	2,5	2,8	3,3
Фасадна система з опорядженням штукатуркою	140 мм	170 мм	220 мм
Фасадна система з вентильованим повітряним прошарком	150 мм	180 мм	240 мм

Висновки. Як видно з представлених результатів при врахуванні теплового впливу усіх наявних в огорожувальній конструкції елементів, що є обов'язковим згідно з [1], товщина теплоізоляційного шару значно перевищує величини, які є загально прийнятими у сучасній практиці проектування, а при затвердженні перспективних нормативних величин необхідна товщина теплоізоляційного шару взагалі потребує переходу на нові типорозміри при виготовленні теплоізоляційних матеріалів. Визначені товщини теплоізоляції при перспективних нормах перевищують загальноприйняті товщини, що використовуються у фасадних системах багатьох розвинутих, з точки зору забезпечення енергоефективності, країн Європи і є характерними для будинків з пасивним енергоспоживанням (до $15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$).

Таким чином, проведенні розрахунки показують, що введення нових підвищених норм до мінімально допустимої величини приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін не можливе без відповідного перегляду принципів розрахункової оцінки даного показника на стадії проектування та запровадження нової методики розрахунків.

Література

1. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Колесник Є.С. Методичні положення розрахунку приведенного опору теплопередачі стінових конструкцій з вентильованим повітряним прошарком / Є.С. Колесник, Г.С. Венжего // Науково-технічний збірник “Енергозбереження в будівництві та архітектурі”. Випуск 2. Відповідальний редактор А.М. Тугай. – К.: КНУБА, 2011. – С.45-52.
3. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи: ДСТУ ISO 10211-1:2005. – [Чинний з 01.03.2008 р.] – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 38 с. – (Національний стандарт України).
4. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення.: ДСТУ ISO 10211-2:2005. – [Чинний з 01.03.2008 р.] – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с. – (Національний стандарт України).
5. EN ISO 13790:2008, Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling.
6. СП 50.13330.2012 – Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – М.: Минрегион России, 2011. – 89 с. – (Свод правил).

Аннотация

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО
СЛОЯ НАРУЖНЫХ СТЕН МОНОЛИТНО-КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ
ЗА КРИТЕРИЕМ ДОПУСТИМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРИВЕДЕННОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ**

Е.С. Колесник

В статье приведены результаты расчетов необходимой толщины теплоизоляционного слоя наружных стен монолитно-каркасного здания при устройстве фасадной теплоизоляции с отделкой штукатурками и вентилируемой воздушной прослойкой. Расчеты проведены за критерием обеспечения необходимых существующих и перспективных нормативных показателей по сопротивлению теплопередаче, используя усовершенствованную методику расчетов. Показано, что полученные величины теплоизоляционного слоя значительно превышают общепринятые в современной практике строительства, что требует пересмотра принципов расчетной оценки приведенного сопротивления теплопередаче на стадии проектирования.

Abstract

**DETERMINATION OF THE THICKNESS OF INSULATION
LAYER OF EXTERNAL WALLS CAST-FRAME BUILDINGS BY THE
CRITERION OF LEGAL VALUES OF THERMAL RESISTANCE**

Ievgen S.Kolesnyk

The paper gives the results of the calculation required thickness of insulation layer of external walls cast-frame building with facade heat-insulation and stucco facing and ventilated air layer. Calculations performed by the criterion of ensuring the necessary existing and future regulatory indicators of thermal resistance, using the improved method of calculation. It is shown that the resulting thickness of insulation layer is much higher than generally accepted in modern construction, which requires revisions to the estimated assessment reduced thermal resistance on the design stage.

С. А. Крайник, аспірант

МОДЕЛЮВАННЯ АСФЕРИЧНИХ ЛІНЗ ЗА ДОПОМОГОЮ NURBSПОВЕРХОНЬ

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Анотація

У роботі пропонується рішення, що покращує сумісність даних у процесі виготовлення асферичних лінз. Залежно від типу поверхні, використовуються відповідні методи наближення поверхонь NURBS до асферичних поверхонь кожного різновиду з заданою точністю і, відповідно, забезпечується простий метод спряження даних лінзи з комерційною системою її виготовлення.

Постановка проблеми. Асферичні лінзи широко використовуються як важливі частини комерційних оптичних приладів на зразок лазерних принтерів, променевих проекторів, проекційних телевізійних установок, дисководів для зчитування компакт-дисків та цифрових універсальних дисків. Специфіка цих лінз вимагає формування асферичних поверхонь, що визначаються дуже складними функціями, несумісними з комерційними виробничими системами. Це погіршує сумісність даних в процесі виготовлення лінз. Тому необхідно описати такі поверхні у стандартному форматі на зразок NURBS (нерівномірні раціональні В-сплайни), причому так, щоб наближення не погіршило точності.

Аналіз основних досліджень. Л. П'єгль і В. Тіллер [1] є основоположниками та головними авторитетами у NURBS-моделюванні. Багато вчених займалися проблемою зменшення кількості вузлів апроксимованої кривої, серед них Роджерс [2], Веслі [3] та ін. В роботі [4] Парк запропонував підхід до апроксимації NURBS поверхонь на основі приблизної розмітки.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи є опис асферичних лінз у форматі NURBS, причому так, щоб наближення не погіршило точності. Відомо, що поміж схем представлення кривих та поверхонь у комп'ютерному геометричному проектуванні, саме NURBS було прийнято в якості промислового стандарту [1, 2, 3].

Основна частина. Приклади асферичних лінз показано на рисунку 1. Відповідно до асферичного типу рівнянь, конвертор NURBS використовує відповідні методи представлення асферичних поверхонь кожного типу як поверхонь NURBS без втрати заданої точності. Плоска крива для поверхонь обертання або екструзивних представляється В-сплайнами, що наближають криві NURBS. Далі утворюється поверхня

NURBS через NURBS-обертання або NURBS-екструзію В-сплайнової кривої. Асферична поверхня загального типу представляється як поверхня NURBS через наближення поверхні NURBS.



Рис. 1а-в. Форми асферичних лінз: а – фігура обертання; б – екструзивний тип; в – загальний тип

Детальний опис основних компонентів конвертора NURBS надано далі.

Для початку необхідно вирішити задачу апроксимації кривої функції C до В-сплайнової кривої $\tilde{C}(t)$ в межах допуску δ , де крива C описується явно як графік однозначної функції $z=f(x)$. Цю криву можна описати як параметричну криву $C(t) = (t, f(t))$ де $t = x$. Крива вважається регулярною і з обмеженим числом екстремумів і точок перегину в області визначення. Нижче дано опис процедури наближення кривої NURBS.

1. Побудова багатокутника P , що наближує криву $C(t)$ в межах δ_1 .
2. Визначення значення параметрів точок багатокутника і вибір степеня кривої.
3. Визначення потрібного вузлового вектора T і наближення В-сплайнової кривої $\tilde{C}(t)$ до багатокутника P на вузловому векторі.

Процедура наближення кривої NURBS багатокутником і В-сплайновою кривою дає змогу контролювати похибку наближення ε через утримання похибки наближення багатокутником ε_1 і похибки наближення кривою ε_2 меншими, відповідно, від допуску апроксимації багатокутником δ_1 і кривою δ_2 . Похибка ε_1 визначається як висота хорди відхилення між багатокутником P і кривою $C(t)$, похибка ε_2 – як висота хорди відхилення між багатокутником P і В-сплайновою кривою $\tilde{C}(t)$. У цій роботі допуски визначено як $\delta_1 = \delta_2 = (\delta - \varepsilon)/2$, де ε – дуже мала позитивна величина.

Наближення В-сплайновою кривою можна визначити як задачу побудови В-сплайнової кривої з даного набору точок [1, 2]. Якщо дано параметри t_i точок P_i ($i = 0, \dots, m$), порядок p В-сплайнів і вузловий вектор T В-сплайнової кривої $\tilde{C}(t)$, контрольні точки B_i ($i = 0, \dots, n$) можна визначити мінімізацією похибки за методом найменших квадратів:

$$E(B_0, \dots, B_n) = \sum_{i=0}^m ||P_i - \tilde{C}(t_i)||^2$$

Важливою проблемою процесу наближення В-сплайновою кривою є зменшення числа вузлів і, відповідно, числа контрольних точок

апроксимованої кривої. Зменшення об'єму даних можна досягти одним з двох поетапних підходів. В одному з них процес починається з застосування лише кількох контрольних точок, далі йдуть наближення, перевірка відхилення, за необхідності – додання контрольних точок. У іншому варіанті, процес починається з великим числом точок, далі йдуть наближення, перевірка відхилення, за необхідності – видалення контрольних точок [1].

Після отримання, через наближення, кривої NURBS можна утворити, через її обертання або екструзію, поверхні NURBS. Обертання NURBS – це процес отримання NURBS-представлення певної поверхні обертання кривої NURBS на 360° навколо певної осі [1]. Крива NURBS(v) трансформується в площині xz і обертається навколо осі z . Припустимо, $C^w(u, v) = \sum_{j=0}^n N_{j,q}(v) B_j^w$ ($v_{q-1} \leq v \leq v_{n+1}$) – крива NURBS q -го порядку на вузловому векторі $V = \{v_0, v_1, \dots, v_{n+q-1}, v_{n+q}\}$ з контрольними точками $B_j = (x_j, z_j)^t$ і ваговими коефіцієнтами w_j . Тоді поверхня обертання NURBS має вигляд

$$S^w(u, v) = \sum_{i=0}^8 \sum_{j=0}^n N_{i,3}(u) N_{j,q}(v) V_{i,j}^w$$

$$(u_2 \leq u \leq u_9, v_{q-1} \leq v \leq v_{n+1})$$

На заключному етапі розв'язується задача апроксимації функціональної поверхні S поверхнею NURBS $\tilde{S}(u, v)$ в межах допуску δ . Тут поверхня S визначається явно як графік однозначної функції двох змінних $z=f(x, y)$. Поверхню можна виразити як параметричну $S(u, v) = (u, v, f(u, v))$ де $u = x$, $v = y$. Ізопараметричні криві поверхні S можуть бути також не поліноміальними або поліномами високого порядку. Вважається, що криві мають обмежене число екстремумів та точок перегину в межах області визначення. Задачу наближення поверхні NURBS можна легко вирішити, застосувавши підхід з приблизною розміткою, запропонований Парком [4]. Повну процедуру вирішення цієї задачі наведено нижче.

1. Вибір напрямку розмітки. З двох осьових напрямків обирається той, у якому область визначення має більший розмір. Не втрачаючи узагальнення, припустимо, що напрямком розмітки буде вісь v (або y).

2. Адаптивна вибірка із кривої. Визначається набір u -параметрів кривої $C_i(u) = S(u, v=\bar{v}_i)$ ($i=0, \dots, n$) стосовно їхньої локальної геометрії на поверхні, так щоб будь-яка частина поверхні між двома послідовними кривими лежала в межах допуску від δ_a від поверхні $S(u, v)$.

3. Наближення множиною кривих NURBS. Для кожної кривої $C_i(u)$ обираються точки $\tilde{P}_{i,j}$, що утворюють u -параметричний багатокутник P_i через його апроксимацію в межах допуску δ_b , і визначаються величини їхніх параметрів.

4. Визначення множини сумісних B-сплайнових кривих $\tilde{C}_i(u)$ через наближення кривими з множини B-сплайнів u -параметричних багатокутників $\tilde{P}_i$ з допуском δ_c .

5. Приблизна розмітка NURBS. Визначаються v -параметри В-сплайнових кривих $\tilde{C}_i(u)$. Далі отримуються багатокутники v -параметрів з колонок контрольних точок кривих $\tilde{C}_i(u)$. Визначаються контрольні точки В-сплайнової поверхні $\tilde{S}(u, v)$, накладаючи криву з множини В-сплайнів, що співпадають з v -параметричними багатокутниками з допуском δ_d .

Наближення множиною В-сплайнових кривих породжує множину сумісних В-сплайнових кривих $\tilde{C}_i(t)$, що наближені до своїх апроксимацій багатокутниками $\tilde{P}_i(I=0, \dots, n)$ в межах допуску δ_c . Всі сумісні В-сплайнові криві мають бути нераціональними, однакового степеня і визначені на одному вузловому векторі.

Призначення приблизної розмітки NURBS – отримання В-сплайнової поверхні, що проходить приблизно через множину В-сплайнових кривих [4]. Розмітка В-сплайнами визначається наступним чином:

$$\bar{C}_k(u) = \bar{S}(u, \bar{v}_k) = \sum_{i=0}^m \left\{ \sum_{j=0}^m V_{i,j} M_{j,q}(\bar{v}_k) \right\} N_{i,p}(u) = \sum_{i=0}^m B_{k,j} N_{i,p}(u), \quad (k = 0, \dots, n)$$

де $(m+1)$ точок $V_{k,i}$ утворюють контрольний багатокутник В-сплайна k -ї В-сплайнової кривої $\tilde{C}_k(u)$. Всі задані криві $\tilde{C}_k(u)$ створено сумісними, і вони вважаються u -параметричними кривими В-сплайнової поверхні $\tilde{S}(u, v)$. $(m+1) \times (n+1)$ контрольних точок $V_{i,j}$ поверхні $\tilde{S}(u, v)$ легко визначаються наближенням В-сплайнової кривої $(m+1)$ разів, що є процедурою багаторазового наближення множини В-сплайнових кривих. j -ту колонку контрольних точок $V_{i,j}$ можна визначити наближенням В-сплайнової кривої до l -ї колонки контрольних точок $B_{k,l}$ ($k = 0, \dots, n$; $l = 0, \dots, m$) кривих $\tilde{C}_k(u)$. Колонки переміщуються від однієї кривої до наступної.

Запропоноване рішення було програмно реалізовано на персональному комп'ютері. В проведених експериментах було отримано якісні поверхні NURBS з компактними сітками управління. Графічні результати апроксимації для асферичної лінзи, що складається з поверхонь обертання, наведені на рисунку 2.

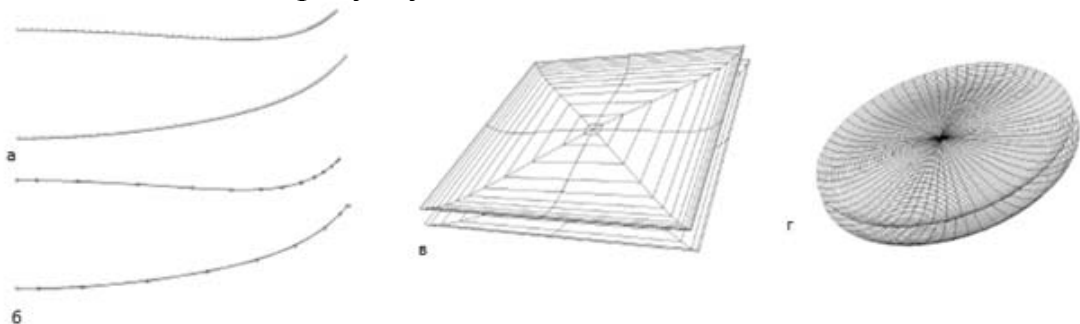


Рис. 2 а-г Апроксимація поверхонь NURBS в застосуванні до двох поверхонь обертання: а – точки, відібрані на плоских кривих, б – наближення В-сплайновими кривими й їхні контрольні точки, в – сітки управління двох поверхонь NURBS, утворених обертанням NURBS, г – каркасні схеми поверхонь NURBS

Висновки. У цій роботі пропонується рішення для покращення сумісності даних лінз. Відповідно до типів асферичних поверхонь, що використовуються при проектуванні й виробництві лінз, пропонуються відповідні методи апроксимації функціональних поверхонь кожного типу поверхнями NURBS з заданою точністю. Запропоноване рішення може допомогти суттєво зменшити об'єм даних зі збереженням прийнятної точності. Імпортовані в комерційні системи в стандартних форматах обміну даних, поверхні NURBS можуть використовуватися в ряді виробничих процесів на зразок моделювання частин лінз, генерування сіток для аналізу й швидкого створення прототипів, числового управління, програмування грубої механічної обробки і аналізу лиття під тиском. Подальші дослідження направлені на впровадження запропонованого рішення в процес виробництва лінз.

Література

1. Piegl L, Tiller W (1995) The NURBS book. Springer, New York
2. Rogers DF, Fog NG (1989) Constrained B-spline curve and surface fitting. Comput Aid 21(10):p. 641-648
3. Vassilev TI (1996) Fair interpolation and approximation of B-splines by energy minimization and point insertion. Comput Aid 28(9): p. 753-760
4. Park H (2001) An approximate lofting approach for B-spline surface fitting to functional surfaces. Int J AdvManufTechnol 18(7): p. 474-482

Аннотация

В работе предложено решение, улучшающее совместимость данных в процессе производства асферических линз. В зависимости от типа поверхности, используются соответствующие методы приближения NURBS-поверхностей к асферическим поверхностям с заданной точностью и, следовательно, обеспечивается простой метод сопряжения данных линзы с коммерческой системой ее производства.

Abstract

This paper presents solution for improving product data interoperability in aspheric lens manufacture. According to the surface type, the solution employs appropriate methods for approximating NURBS surfaces to aspheric surfaces of each type within a specified accuracy and correspondingly provides a simple way of interfacing lens data with commercial manufacturing systems.

УДК 658.512.23

А.Е. Максименко, к.т.н., доцент.
М.Д. Резник

ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА СКУЛЬПТУРНОЙ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ

*Национальная Академия Природоохранного и
Курортного Строительства, Украина*

Аннотация Специфика скульптуры - ее объемность - требует иных условий показа, чем плоскостные изобразительные объекты. С помощью освещения можно вызывать впечатление цвета и формы там, где их нет, и уничтожить это впечатление там, где оно фактически должно было быть.

Постановка проблемы. Глаза, как аппарат оптический, не различают формы предметов непосредственно; они оценивают лишь различие между более светлым и более темным и разницу в цвете. Лишь в результате деятельности сознания мы различаем формы предметов, благодаря чему создаются зрительные восприятия внешнего мира. Таким образом, замечает Гёте, только благодаря свету мы зрением познаем окружающий нас видимый мир. Необходимо исходить из законов физиологии зрения при сознательном использовании света, как средства архитектурной выразительности.

Формулировка целей и задач статьи. Подобно тому, как любой мастер должен научиться пользоваться своим инструментом, так и тот, кто хочет использовать свет, как средство выразительности, должен полностью познать присущие свету свойства, изучить физиологическое и психологическое воздействие света на человека.

При этом необходимо учитывать возможность неполной достоверности, приблизительности созданных в результате чувственного восприятия образов, не абсолютного совпадения восприятия с объективной действительностью. Важно также и то, что воспринятые образы могут противоречить реальной действительности.

Анализ последних исследований и публикаций. Зрительные ощущения обусловлены светом, освещением. Именно оно открывает нам окружающий мир - его пространство, формы и цвета. Сетчатка обладает резко выраженной избирательной способностью; она по-разному воспринимает раздражения от разных участков диапазона световых излучений, по-разному оценивает качественную и количественную характеристику этих раздражений в зависимости от длины волн световых излучений. Поэтому можно говорить о спектральной чувствительности глаза (V_λ), являющейся мерой относительной яркости световых волн различной длины. При световой адаптации глаза обладают высокой спектральной чувствительностью, достигающей максимума при зеленовато-желтых лучах. При темновой адаптации глаза также обладают

различной чувствительностью к световым лучам разной частоты или длины волн, причем максимум чувствительности смещен в сторону более коротких волн (рис. 1).[1]

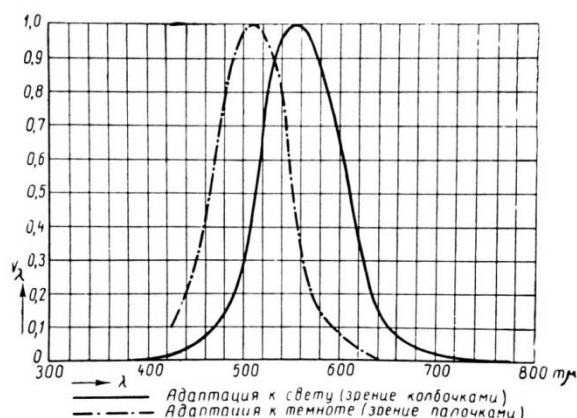
Падающий на поверхность скульптуры световой поток создает определенную *освещенность* (E) поверхности. Единица измерения

освещенности - *люкс* (лк) - выражает собой поверхностную плотность падающего светового потока в 1 лм. равномерно распределенного на поверхности площадью в 1 м^2 . Освещенностью E поверхности называют отношение падающего светового потока к площади освещаемой поверхности:

$$E = \frac{\text{падающий световой поток, (люмен)}}{S, (\text{м}^2)}$$

Отношение плотности светового потока к телесному углу, в пределах которого он распространяется, называется *силой света* (I), единицей измерения для которой принята международная свеча (св).

Основными светотехническими величинами являются: световой поток (в люменах), количество света (в люмен-часах), сила света (в свечах), освещенность (в люксах) и яркость (в стильбах). Если источник света, помещенный в центре шара с радиусом в 1 м. излучает по всем направлениям, под всеми углами, равномерный свет силой в 1 св, то внутренняя поверхность шара будет освещена равномерно. При этих условиях на каждый квадратный метр поверхности шара падает световой поток в 1 люмен, и освещенность поверхности шара будет равна 1 люксу (рис. 2).[2]



(Рис. 1) Относительная спектральная чувствительность



(Рис. 2) Зависимость между силой света, световым потоком и освещенностью

Днем положение скульптуры по отношению к солнцу является определяющим. Вечером проблема невыгодной ориентации памятника по

отношению к свету, разумеется, отсутствует. Когда город отступает в темноту, скульптура воспринимается на более спокойном фоне.[3]

На практике, ограничиваются соблюдением рекомендуемых уровней средней освещенности (табл). [4]

Средняя освещенность скульптурных объектов:

Материал	Коэффициент отражения	Средняя освещенность в ЛК при яркости фона		
		малой < 1 нт	средней 1—5 нт	большой > 5 нт
Гипс, светлый мрамор	0,6	30	50	75
Бетон светло-серый	0,45—0,5	75	85	100
Гранит, бетон и мрамор серые	0,3 —0,45	100	125	150
Гранит и мрамор темные	0,15—0,3	150	175	200
Лабрадор, чугун	0,15	200	250	300

Эти обстоятельства, должны были привлечь внимание архитекторов к проблеме вечернего освещения. Тем не менее очень трудно найти примеры, где бы искусственный свет стал частью скульптурной композиции; в лучшем случае скульптура «подсвечивается», в худшем «исчезает» с наступлением темноты. Так же, как у архитектора, творческие поиски скульптора ограничены обычно мыслями о естественном освещении.[5]

Оригинальная часть. Восприятие реальной формы предметов тесно связано со стереоскопическими, бинокулярными свойствами нашего зрительного аппарата. При сосредоточенном интенсивном освещении предмета он может производить впечатление плоского, его формы воспринимаются в виде отдельных линий; и, если, несмотря на это, мы воспринимаем трехмерность предмета, то объясняется это «зрительной памятью», предшествующим опытом восприятий. На зрительные восприятия влияют накопленные опытом знание перспективного сокращения, знание контурных очертаний предметов. Этот опыт подкрепляется характером собственных теней, выявляющих форму предмета, отличающихся друг от друга по глубине, рисунку, положению и направлению, которые сопровождаются игрой падающих теней. Цветные тени, образующиеся при освещении двумя или большим числом источников цветного света, также могут быть использованы в качестве средства живописной выразительности. Пользуясь светом, мы имеем возможность использовать пластическую выразительность игры теней не только для выявления формы и пространства, но и в определенных условиях в качестве средства подчеркивания или трансформации форм и пространства.

Для освещения скульптуры очень хорош естественный свет - рассеянный верхнебоковой и боковой, выявляющий пластичность

изображения. При искусственном освещении желателен рассеянный свет. Широко используют для выделения отдельных произведений направленный свет (прожекторы, софиты, круглые отверстия в потолке и т. п.) с тем, чтобы освещение приближалось к условиям, которые предназначались автором для скульптуры.

Скульптуру не рекомендуется ставить перед окнами, так как лицевая сторона ее оказывается при этом в глубокой тени. Простенки между окнами также невыгодны для установки в них скульптур.

Для мелкой скульптурной пластики можно использовать оконные проемы, устраивая в них витрины, в которых зеркальные экраны позволяют хорошо и со всех сторон осветить отраженным светом скульптурное произведение. Мелкая пластика, поставленная на высоте стола перед окном, освещается достаточно хорошо естественным светом, падающим на нее не только с боков, но и сверху.

Скульптура, в силу своей объемности, может быть освещена с разных сторон, так как приобретает светотеневое решение со стороны от источника света. В скульптуре светотень зависит от характера освещения среды. Поэтому светотеневое решение у скульптуры не является навсегда заданным, а меняется в зависимости от освещения. Эта особенность открывает для архитектора большие возможности для нахождения выгодных условий освещения, в зависимости от поворота скульптуры к источнику света. При экспонировании скульптуры надо учитывать, под каким углом к источнику света она должна быть поставлена, чтобы получить наилучшее впечатление, а также под каким ракурсом должна быть обращена скульптура к зрителям. Если скульптурный портрет имеет выразительный, резко очерченный профиль, то лучше всего смотреть на него в профиль, но осветить в фас с тем, чтобы свет скользил по поверхности лица произведения и смягчал его обостренные формы (рис.3). При этом линия взгляда зрителя будет перпендикулярна по отношению к направлению светового потока. Другие портретные лица скульптур обладают, наибольшей выразительностью в фас. Такие скульптуры не следует освещать спереди, так как в портрете пропадает объемность, выявляемая моделировкой света и тени. Освещение лучше осуществить в повороте 3/4 вправо или 3/4 влево для того, чтобы создать цельный образ с легким контрастом освещенной и затененной стороны лица. Если лицо выразительнее всего в 3/4 вправо или 3/4 влево,



(Рис. 3) Искажение форм
При различном направлении
лучей света

Маска освещена:

- 1)-спереди; 2)-снизу
- 3)-сбоку; 4)-сверху

тогда его следует рассматривать под этими же соответствующими углами, а освещение лучше выбирать в таком направлении, которое совпадает с взглядом зрителя на скульптуру.

Для объемного восприятия скульптуры (выявления ее фактуры и пластики) необходимо построить соответствующим образом систему освещения (рис.4). Основной источник света должен в достаточной степени освещать скульптуру, создавая односторонние тени, направленные, сверху вниз; дополнительный источник предназначается для смягчения этих теней, общее освещение, рассеянное, создает световую среду.

Выводы. Способность проецировать луч света не только позволила нам создавать новые формы визионерского искусства; она также наделила искусство скульптуры новым одухотворенным качеством.

Перспективы дальнейшего исследования. Благодаря достижениям в технологии освещения, мы интерпретируем архитектурно - скульптурные объекты, преуспеваем в изменении физического и эмоционального облика этих произведений.

Литература

1. А.И.Михайловская «Музейная экспозиция» - Москва, 1964
2. В.Келер, В.Лукхардт «Свет в архитектуре» - Москва 1961,-80-83 с.с.
3. Методические вопросы построения экспозиции – Москва, 1967
4. Рекомендации по проектированию искусственного освещения музеев - Москва, 1988
5. Н.М.Гусев В.Г.Макаревич «Световая архитектура»-Москва, стройиздат 1973,-184-187 с.с.

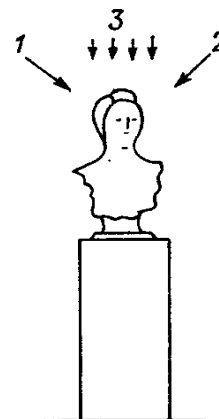


Рис 4.Схема
освещения
скульптуры

- 1-основной свет
2-дополнительный свет
3-рассеянный свет

ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ В ЯКОСТІ ЗАСОБУ СКУЛЬПТУРНОЇ ВИРАЗНОСТІ.

Специфіка скульптури - її об'ємність - потребує інакших умов показу, ніж площинні зображувальні об'єкти. За допомогою освітлення можна викликати враження кольору та форми там, де їх нема, та знижити це враження там, де воно фактично мало бути.

ARTIFICIAL LIGHTNING AS A WAY OF SCULPTURAL EXPRESSIVENESS.

The specificity of sculpture, its voluminosity, requires other conditions for demonstration rather than two-dimensional visual objects. The illumination can bring an effect of colour and form where it doesn't exist or destroy the effect where it must be.

Малишев О.М., кандидат технічних наук, доцент
Костира Н.О., кандидат технічних наук, доцент

ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙНОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПРИРОДНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна
Національний авіаційний університет, Україна

Постановка проблеми. Згідно постанови Кабінету Міністрів №..... всі будівлі та інженерні споруди повинні пройти технічне обстеження та паспортизацію. Основною задачею при паспортизації є визначення категорійності технічного стану будівельних конструкцій, яка залежить від деформацій і пошкоджень в процесі будівництва та експлуатації з урахуванням проценту фізичного та морального зносу [1, 2, 3].

Оцінювання ступеню зносу конструкцій будівлі або інженерної споруди виконують, як правило, для прийняття економічних (переоцінювання, умови продажу, страхування тощо) рішень.

Фізичний знос – це втрата будівлями та спорудами у цілому, а також їх окремими елементами первісних заданих техніко-експлуатаційних показників (міцності, стійкості, надійності, вогнестійкості) внаслідок дії природно-кліматичних, технологічних впливів та життєдіяльності людини.

Будівлі та споруди незалежно від їх класу капітальності, піддані фізичному та моральному зносу.

Відсоток фізичного зносу будівлі або споруди у цілому визначають як середню зважену величину, визначену з відсотка зносу окремих конструктивних елементів [1]:

$$V = \sum \gamma_i v_i / 100, \quad (1)$$

де відносна втрата несучої здатності i -го елемента:

$$v_i = \min(N_{ij}^{\phi} / N_{ij}^n) \quad (2)$$

У формулах (1) та (2) позначено:

V – ступінь загального фізичного зносу, %; n – число основних конструктивних елементів; γ_i – питома вага вартості конструктивного елемента у загальній вартості будівлі або споруди на момент обстеження, %; N_{ij}^{ϕ} – фактична несуча здатність i -го елемента з урахуванням наявних дефектів і пошкоджень при перевірці j -го типу; N_{ij}^n – те ж саме, по проекту.

Мінімум у (2) визначається за усією множиною перевірок (міцність, стійкість, жорсткість, міцність з'єднань) та за усією множиною конструктивних елементів і-го типу (пояси, ґратки).

Вартість значення розміру зносу експлуатованих будівель або споруд у цілому визначають залежно від його відновлюваної вартості, тобто вартості його відтворення у сучасних стінах, і відсоткового виразу величини фізичного зносу:

$$Q = VB / 100, \quad (3)$$

де V – фізичний знос будівлі або споруди, %; B – вартість відтворення, грн.

Величина фізичного зносу окремих конструкцій, технічного обладнання у % визначають за спеціально розробленими таблицями зовнішніх ознак зношення під час обстеження.

При цьому для різних видів будівель застосовуються різні нормативні документи щодо визначення категорій технічного стану.

Для житлових будинків за СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009 «Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків», які передбачають наступну класифікацію технічного стану (категорії технічного стану) в залежності від проценту технічного зносу:

- 0-20% - добрий технічний стан (перша категорія);
- 21-40% - задовільний технічний стан (друга категорія);
- 41-60% - незадовільний технічний стан (третя категорія);
- 61-80% - ветхий технічний стан (четверта категорія);
- 81-100% - непридатний технічний стан (п'ята категорія).

Для будівель з металевим каркасом за ДБН 362-92 «Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що експлуатуються», які передбачають наступну класифікацію технічного стану (категорії технічного стану) в залежності від проценту фізичного зносу:

- 0-20% - справний технічний стан (перша категорія);
- 21-40% - роботоспроможний технічний стан (друга категорія);
- 41-80% - обмежено роботоспроможний технічний стан (третя категорія);
- 81-100% - аварійний технічний стан (четверта категорія).

Для будівель з залізобетонними конструкціями та цегляним (кам'яним) муруванням – нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд, які передбачають наступну класифікацію технічного стану:

- 0-20% - нормальний технічний стан (перша категорія);
- 21-40% - задовільний технічний стан (друга категорія);
- 41-80% - технічний стан, непридатний до нормальної експлуатації (третя категорія);
- 81-100% - аварійний технічний стан (четверта категорія).

При визначенні технічного стану особливу увагу слід звертати на дефекти та пошкодження, які свідчать про можливість крихкого руйнування. На основі встановлення категорій станів приймають рішення з безпеки функціонування конструкцій, а також заміни конструкцій, що експлуатуються, або їх частин. Категорії стану конструкцій у подальшому уточнюють на основі даних інструментальних обстежень, а також за результатами перевірочних розрахунків. На основі аналізу характеру та величин пошкоджень слід також визначити причини їх виникнення та шляхи ліквідації.

Уся сукупність чинників, що викликають зменшення несучої здатності як будівлі в цілому, так і окремих її елементів, може бути умовно поділена на дві групи чинників – внутрішнього або зовнішнього характеру.

До чинників внутрішнього характеру відносять:

- якість проектування, виготовлення та монтажу;
- фізико-хімічні процеси, що протікають у матеріалах;
- навантаження, що виникають при експлуатації.

До чинників зовнішнього характеру відносять:

- кліматичні дії – температуру, вологість, сонячну радіацію;
- фактори оточуючого середовища;
- умови експлуатації.

Дефекти проектування, як правило, пов'язані з нераціональними або помилковими конструктивними рішеннями, невідповідністю розрахункової схеми дійсним умовам роботи, відхиленням від норм проектування. Невдале конструювання вузлів і стиків у багатьох випадках призводить до прискореного корозійного руйнування внаслідок утворення застійних зон, нещільностей у зварних і болтових з'єднаннях.

Дефекти виготовлення визначаються відхиленнями від проектних геометричних розмірів, зниженням міцності та підвищенням проникливості матеріалу у порівнянні з проектними, порушенням армування, товщини захисного шару, наявністю тріщин, каверн у зварних з'єднаннях.

Дефекти монтажу та зведення проявляються у зміщеннях конструкцій від проектного положення, недостатній площі спирання, низькій якості монтажних з'єднань, неякісному виконанні антикорозійного захисту, гідроізоляції.

Порушення правил експлуатації найчастіше веде до механічних пошкоджень несучих конструкцій. До цього можуть призвести, зокрема, необґрунтовані дії експлуатаційного персоналу, пов'язані з пробиванням отворів, прорізів, оголенням і вирізуванням арматури, ударами та іншими порушеннями, які часто зустрічаються у процесі експлуатації.

Конструктивно-технологічні пошкодження та дефекти будівель і споруд викликані двома групами чинників:

- перевантаженням конструкцій зовнішніми або внутрішніми зусиллями та перерозподілом навантажень у загальній системі споруди;
- фізичним зносом матеріалів конструкцій.

При встановленні чинників дефектів і пошкоджень слід враховувати, що низка дефектів може бути наслідком одночасної дії двох чи більше чинників.

Встановлення чинників дефектів або пошкоджень є необхідним для прогнозування можливості подальшої експлуатації конструкцій, призначення заходів з встановлення чинників пошкоджень, їх стабілізації, а також розробки заходів для підсилення конструкцій.

Висновки. Дефекти та пошкодження в першу чергу залежать від силових та несилових навантажень, які призводять до зниження несучої здатності і експлуатаційної придатності конструкцій. В Україні спостерігається тенденція збільшення характеристичних значень навантажень [4], внаслідок більш детального районування території.

По визначеним дефектам і пошкодженням будівельних конструкцій згідно таблиць СОУ ЖКГ визначається категорія технічного стану по трьом нормативним документам. Щоб уникнути потрійні стандарти необхідно визначити єдині чинники категорій технічного стану.

Література

1. Барашиков А. Я., Малишев О.М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд: Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. – К.: Основа, 2008. – 320 с.

2. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Норми проектування : ДБН В.1.2-14-2009. – К.: Мінбуд України, 2009.

3. Технічне обстеження та нагляд за безпечною експлуатацією будівель та інженерних споруд / О.М. Малишев, В.Д. Віроцький, О.О. Нілов, О.В. Сергійчук, В.С. Бачинський, Н.О. Костира, Л.І. Лавриненко, М.А. Новгородський: Навч. посіб. – К.: ДП «Головний навчально-методичний центр», 2001 – 705 с.

4. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2 – 2:2006. – К.: Мінбуд України, 2006.

Abstract

All buildings and engineering structures must pass a technical inspection and have a technical state passport. A basic task of the technical state passport system is determination of the technical state category of building constructions that depends on deformations and damages in the process of building and maintenance with taking into account to the percent of physical and moral wear out.

Аннотация

Все здания и инженерные сооружения должны пройти техническое обследование и паспортизацию. Основной задачей при паспортизации является определение категории технического состояния строительных конструкций, которая зависит от деформаций и повреждений в процессе строительства и эксплуатации с учётом процента физического и морального износа.

УДК 515.2

В. Л. Мартинов, к. т. н.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФОРМИ, УТЕПЛЮВАЧА, РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН У БЛОКОВАНИХ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДІВЛЯХ

*Кременчуцький національний університет імені Михайла
Остроградського, Кременчук, Україна*

Анотація

Пропонується спосіб оптимізації параметрів багатогранної форми енергоекономічної блокованої будівлі, параметрів утеплювача, розташування вікон по огорожувальних конструкціях з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду. Кількість граней будівлі, об'єм, кількість утеплювача залишаються незмінними.

Постановка проблеми. При проектуванні енергоефективних та енергоекономічних будівель постає задача підвищення їх енергоефективності. Це можливо за рахунок оптимізації геометричних параметрів форми з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій з навколишнім середовищем (атмосферою та землею і блокованим будинком), оптимізації параметрів утеплювача стін (опору тепловтратам при визначеній його кількості) та розташування вікон. Тепловий баланс ураховує як тепловтрати через огорожувальні конструкції, так і надходження тепла від сонячної радіації. Оптимізація параметрів може підвищити енергоефективність до 30 відсотків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячено роботи [1–3], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції за одним параметром пропорцій. У роботах [4, 5] окремо оптимізувалася форма будівлі та окремо параметри утеплювача непрозорих конструкцій будівлі з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій. У роботі [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель. У роботі [7] оптимізувалася форма циліндричної будівлі та розподіл утеплювача для опалювального періоду. У роботі [8] пропонувався спосіб оптимізації багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях.

Постановка задачі. Для підвищення енергоефективності будівель запропонувати спосіб оптимізації геометричних параметрів багатогранної форми блокованого будинку, параметрів опору тепловтратам огорожувальних конструкцій, оптимального розташування вікон з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій з навколишнім середовищем.

Основна частина. Будівлі можуть блокуватися однією, або декількома гранями, повністю або частково (рис.1).

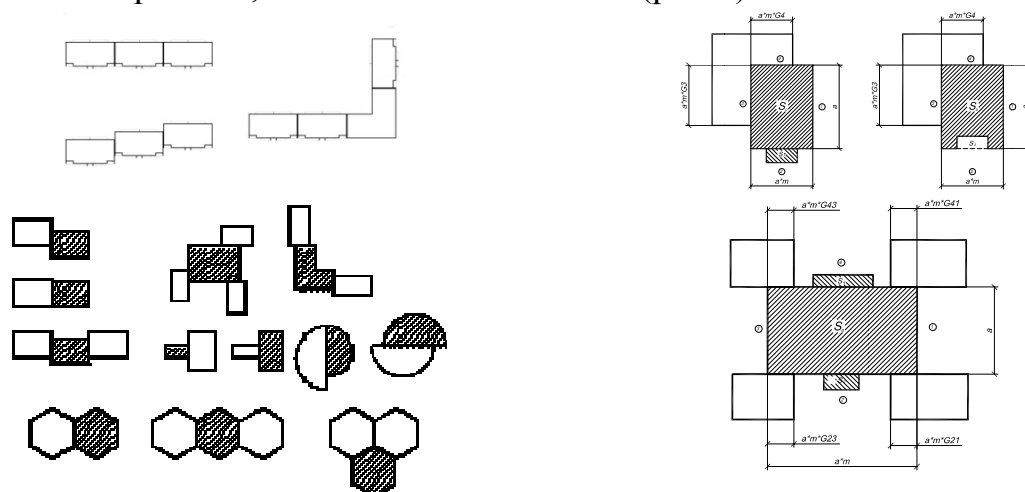


Рис.1. Варіанти блокування будівель

Для розрахунків оптимальних параметрів блокованої багатогранної форми, де змінними є параметри будівлі, складається тепловий баланс огорожувальних конструкцій з оточуючим середовищем та блокованою будівлею. При цьому об'єм будинку, кількість утеплювача, площа вікон залишається незмінною. При цьому враховується можливість блокування будівлі не повною гранню, а частково. Площа блокованої грані $S_{\text{блокі}}$ дорівнює добутку блокованої частини G на висоту грані h

$$S_{\text{блокі}} = G h. \quad (1)$$

Цільова функція теплового балансу грані згідно з [6] визначається

$$\Delta Q_i = \left[\frac{1}{R_{cmi}} \right] * [S_{cmi} - S_{\text{блокі}}] \cdot (t_{vi} - (t_{zi} + \frac{r_i \cdot Q_{cpi}}{\alpha_{зcmi}})) \cdot 183 + \left[\frac{1}{R_{ei}} \right] * S_{ei} \cdot D_{di} - Q_{cpi} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_{oi} \cdot S_{vi} \quad (2)$$

Тепловий баланс будівлі

$$\Delta Q_{\bar{o}} = \sum \Delta Q_i \Delta Q_{\bar{o}} \rightarrow \min \quad (3)$$

Система обмежень:

кількість утеплювача, площа вікон залишається незмінною, обмежуються параметри опору тепловтратам утеплювача та площа вікон на кожній із граней

$$\sum R_{cmi} \cdot S_{cmi} + \sum R_{ei} \cdot S_{ei} = \text{const} \quad (4)$$

$$1 \leq R_{cmi} \leq 7$$

$$0.5 \leq R_{ei} \leq 0.7 \quad (5)$$

$$\sum S_{ei} = \text{const} \quad (6)$$

$$V = abh = \text{const} . \quad (7)$$

Для дослідження розглядалася блокована будівля об'ємом $V=968\text{м}^3$ у вигляді прямокутного паралелепіпеда з частковим блокуванням однією стороною, яка розташована в м. Київ (50 градус північної широти). Азимут будівлі $A_0=195$ градусів (рис. 2). Азимути вертикальних стін $A_{cm1}=15^0$, $A_{cm2}=105^0$, $A_{cm3}=195^0$, $A_{cm4}=285^0$.

У плані будівля має вигляд.

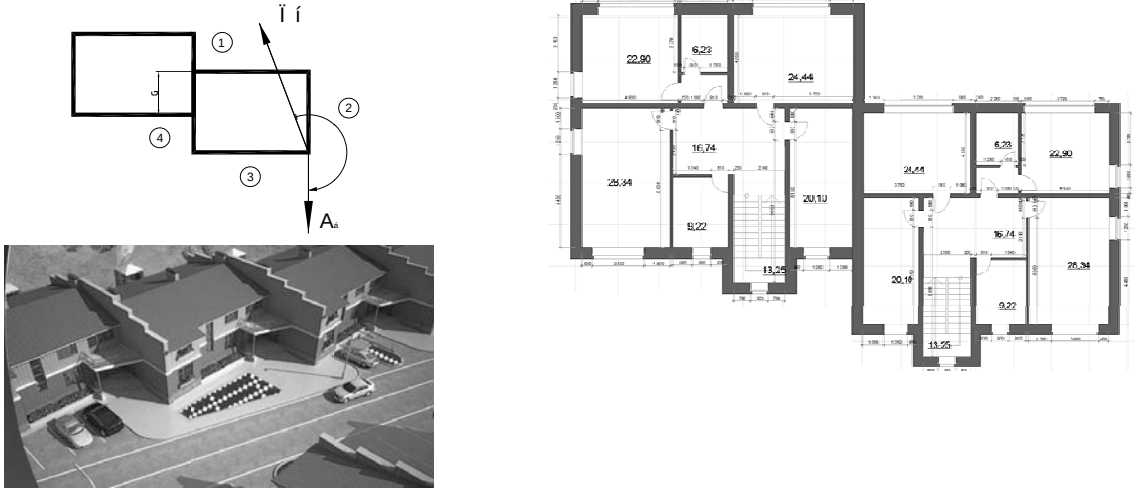


Рис. 2 Блокована будівля

Будівля має є наступні параметри, що є змінними три параметри форми ($a=13\text{ м}$, $b=10,8\text{ м}$, $h=6,6\text{ м}$), шість параметрів опору тепловтратам непрозорих огорожувальних конструкцій кожної з граней $R_{cm1}=2,8\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{cm2}=2,8\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{cm3}=2,8\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{cm4}=2,8\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{\partial ax}=4,0\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{ni\partial}=4,0\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, п'ять параметрів площі вікон кожної з граней $S_{\partial 1}=22,32\text{ м}^2$, $S_{\partial 2}=7,50\text{ м}^2$, $S_{\partial 3}=15,60\text{ м}^2$, $S_{\partial 4}=0\text{ м}^2$, $S_{\partial \partial ax}=0\text{ м}^2$, п'ять параметрів опору тепловтратам світлопрозорих конструкцій кожної з граней $R_{\partial 1}=0,7\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{\partial 2}=0,7\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{\partial 3}=0,7\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{\partial 4}=0,7\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{\partial \partial ax}=0,7\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$. Будівля блокується однією стороною, частково на величину $G=6.7\text{ м}$.

За наведеним алгоритмом з використанням програми *OPTIMPARAM* оптимізувалися параметри будівлі.

Оптимізація двох груп параметрів будівлі.

Спочатку оптимізувалися дві групи параметрів: опору тепловтратам огорожувальних конструкцій R_{cmi} , $R_{\partial i}$ та площі $S_{\partial i}$ світло прозорих конструкцій кожної грані. Скорочення тепловтрат через огорожувальні конструкції становило 12,95 відсотка (рис. 3).

Оптимальні параметри будівлі становили: шість параметрів опору тепловтратам непрозорих огорожувальних конструкцій (граней) будівлі $R_{cm1}=3,93\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{cm2}=3,42\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{cm3}=2,76\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{cm4}=3,81\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{\partial ax}=3,32\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, $R_{ni\partial}=3,45\text{ м}^2\text{K}^0/\text{Вт}$, п'ять параметрів площі вікон $S_{\partial 1}=2,5\text{ м}^2$, $S_{\partial 2}=6,92\text{ м}^2$, $S_{\partial 3}=21,0\text{ м}^2$, $S_{\partial 4}=0\text{ м}^2$, $S_{\partial \partial ax}=15\text{ м}^2$.

Оптимізація трьох груп параметрів будівлі.

Оптимізація трьох групи параметрів: параметрів форми будівлі (a, b, h), опору тепловтратам огорожувальних конструкцій R_{cmi} , $R_{\partial i}$ та площі

S_{gi} світло прозорих конструкцій кожної грані. Скорочення тепловтрат через огорожувальні конструкції становило 25,54 відсотка (рис.4).

Оптимальні параметри форми становлять ($a=10,06\text{м}$, $b=9,72\text{м}$, $h=9,9\text{м}$), параметри опору тепловтратам непрозорих конструкцій $R_{cm1}=4,2\text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{cm2}=3,73\text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{cm3}=3,10\text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{cm4}=4,05\text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{\text{dax}}=3,53\text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{\text{nid}}=3,67\text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, параметрів площі вікон $S_{61}=2,5\text{ м}^2$, $S_{62}=6,92\text{ м}^2$, $S_{63}=21,00\text{ м}^2$, $S_{64}=0\text{ м}^2$, $S_{6\text{dax}}=15,00\text{ м}^2$.

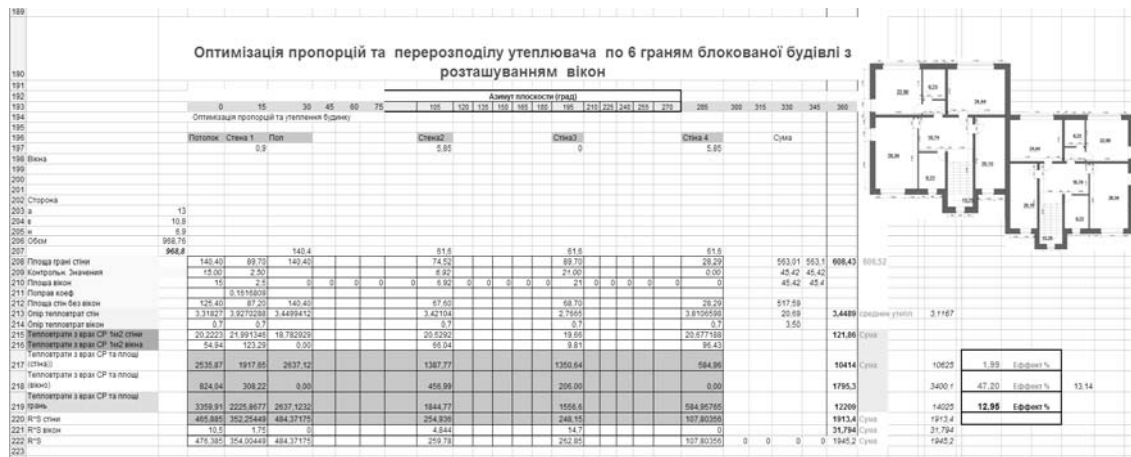


Рис. 3. Оптимізація параметрів утеплювача та розташування вікон



Рис. 4. Оптимізація параметрів (пропорцій), утеплювача та розташування вікон

Висновок. Розроблено спосіб для оптимізації геометричних параметрів блокованих будівель гранної форми, параметрів опору тепловтратам світло- прозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій кожної грані, площі вікон на кожній з граней будівлі з точки зору мінімального теплового балансу з навколишнім середовищем, з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду.

У будинку, у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що блокується частково однією стороною оптимізація параметрів (форми, утеплювача, площі вікон) приведе до скорочення тепловтрат на 25,54 відсотка.

Література

1. Маркус Т. А., Морис Э. Н. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. — М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
3. Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків/ В. Л. Мартинов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харьков, 2009. – С. 153–158.
4. Сергейчук О. В. Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності/ О. В. Сергейчук // Матеріали VI Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн». – Сімферополь, 2009. – С. 44–49.
5. Сергейчук О. В. Оптимізація форми енергоефективної будівлі, зовнішня оболонка якого n-параметрична поверхня / О. В. Сергейчук // Матеріали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.
6. Мартинов В. Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель / В. Л. Мартинов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн : теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. – С. 135–139.
7. Мартинов В. Л. Оптимізація циліндричної форми енергоефективних будівель та розподілу утеплювача / В. Л. Мартинов // Матеріали XIII Міжнародна науково-практичної конференції “Актуальні проблеми геометричного моделювання”. – Мелітополь, 2011. – С. 133–138.
8. Мартинов В. Л. Оптимізація багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу його утеплювача //Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн».Випуск 89. – К. :КНУБА, 2012.– С. 143–147.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ, УТЕПЛИТЕЛЯ, РАСПОЛОЖЕНИЕ ОКОН ДЛЯ БЛОКИРОВАННЫХ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНЫХ ЗДАНИЙ

В. Л. Мартынов

Аннотация

Предлагается способ оптимизации параметров многогранной формы энергоэкономичных блокированных зданий, параметров утеплителя и размещения окон на ограждающих конструкциях с целью повышения

энергоэффективности в течение отопительного периода. Количество граней здания, объем, количество утеплителя остаются неизменными.

**OPTIMIZATION OF THE SHAPE PARAMETER, INSULATION,
LOCATION OF THE WINDOWS TO BLOCK THE ENERGY
EFFICIENCY OF BUILDINGS**

V. Martynov

Abstract

Find a way to optimize the parameters of the multifaceted forms blocked energy efficient building insulation parameters, the location of windows on the envelope structures to improve energy efficiency during the heating period. The number of faces of the building, the volume of insulation remain unchanged.

УДК 515.2

С.А. Митрофанова, к.т.н.

ПОВЕРХНОСТЬ КАУСТИКИ ДЛЯ СОСТАВНЫХ ОТРАЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

*Национальная академия природоохранного и курортного
строительства, Украина*

Анотація

Розглянуто отримання комп'ютерної моделі поверхні каустики, як дискретно заданої для відбиваючих поверхонь обертання, за твірну яких прийнята складова крива з регулярною або іррегулярною вершиною. Дискретний каркас поверхні каустики визначає геометрію карстової області для розглянутих відбиваючих поверхонь. В основі рішення просторової задачі лежить рішення плоскої задачі апарату відбиття.

Карстовая область, поверхность каустики, составная кривая с регулярной вершиной, составная кривая с иррегулярной вершиной, составная поверхность

Постановка проблемы. Решение плоской задачи аппарата отражения позволяет определить картину изменения положения линии каустики при переменном направлении солнечных лучей только для случая, когда падающие солнечные лучи лежат в плоскости отражающей кривой. Решение пространственной задачи отражения на основе плоской задачи применительно к отражающим поверхностям вращения возможно для каждого осевого сечения в отдельности и основано на инцидентности нормалей образующей осевым сечениям поверхности. Получение поверхности каустики являющейся границей карстовой области для пространственной картины отражения, позволяет более точно определить положение приемника к отражающей поверхности.

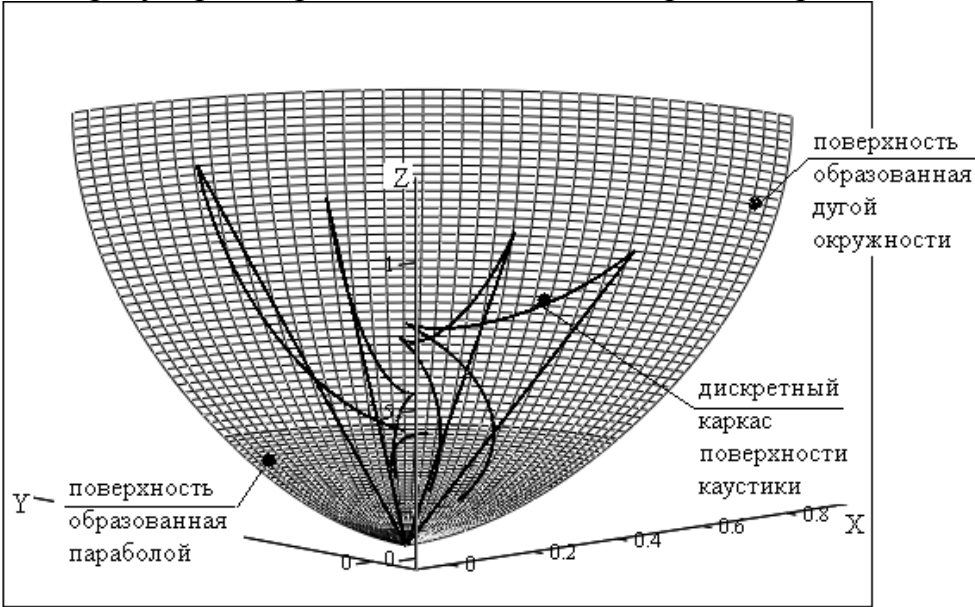
Анализ основных исследований и публикаций. В предыдущих работах, рассматривалось решение плоской задачи аппарата отражения для составных кривых с регулярной вершиной [1] и составных кривых с иррегулярной вершиной [2], при переменном направлении солнечных лучей с источником в несобственной точке. Данное решение можно применить к отражающим поверхностям вращения, за образующую которых принята составная кривая с регулярной или иррегулярной вершиной. Поскольку в осевых сечениях поверхностей вращения нормали в точках образующей принадлежит плоскости сечения, то соблюдается закон равенства проекции углов падающего и отраженного лучей к нормали в данной точке отражающей поверхности [3]. В работе [4] рассмотрен алгоритм решения пространственной задачи на основе решения плоской задачи аппарата отражения.

Постановка цели и задачи исследования. Целью исследований является получение компьютерной модели поверхности каустики, как ограждающей карстовую область для отражающей поверхности вращения, за образующую которой принята составная кривая с регулярной или иррегулярной вершиной.

Основная часть. Рассмотрим получение пространственной картины отражения для отражающей поверхности вращения за образующую, которой принята составная кривая с регулярной вершиной. Данная кривая также называется регулярной. Радиусы кривизны сторон составной кривой в регулярной вершине равны. Линия каустики для отражающей регулярной кривой, имеет особую точку, принадлежащую отраженному лучу, выходящему из вершины составной кривой линии [1]. Следовательно, поверхность каустики, полученная в виде дискретного каркаса для отдельно взятых сечений отражающей поверхности, будет иметь линию перегиба. Поскольку в каждом осевом сечении поверхности вращения нормали образующей инцидентны плоскости сечения, то проекции углов между падающим и отраженным лучами с нормалью будут равны.

Таким образом, получение поверхности каустики в виде дискретного каркаса возможно на основе решения плоской задачи аппарата отражения. Получаемая поверхность каустики определяет положение и геометрию карстовой области для данного вида отражающей поверхности.

На рис.1 показана компьютерная модель дискретного каркаса поверхности каустики для наклона солнечных лучей 45^0 к оси вращения отражающей поверхности. За образующую отражающей поверхности принята регулярная кривая с сочетанием сторон – парабола и окружность.



$(X_1, Y_1, Z_1), (X_2, Y_2, Z_2), C_1, C_2, C_3, C_4, (X_{k1e}, Y_{k1e}, Z_{k1e}), (X_{k2e}, Y_{k2e}, Z_{k2e}), (X_{k3e}, Y_{k3e}, Z_{k3e}), (X_{k4e}, Y_{k4e}, Z_{k4e})$

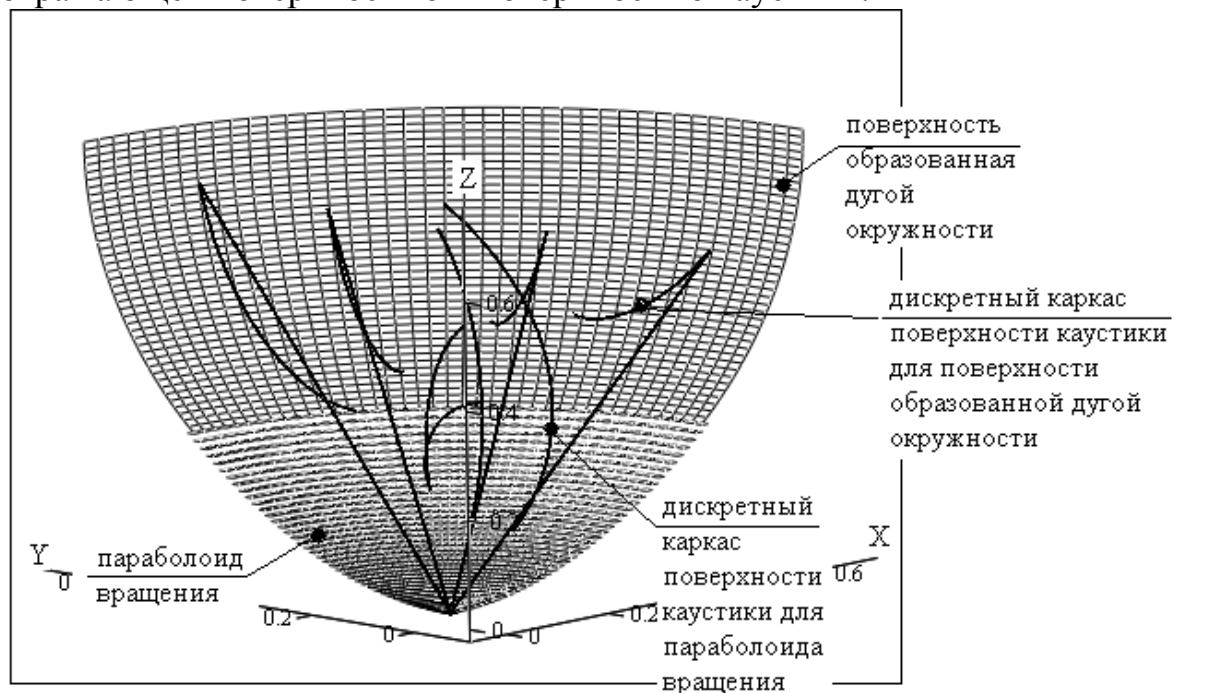
Рис. 1. Дискретный каркас поверхности каустики для отражающей поверхности вращения образующей, которой является составная регулярная кривая

При любом наклоне солнечных лучей поверхность каустики для отражающей поверхности вращения образующей, которой является регулярная кривая, будет иметь линию перегиба.

Рассмотрим также получение поверхности каустики для отражающей поверхности вращения за образующую, которой принята составная кривая линия с иррегулярной вершиной (рис. 2). Радиусы кривизны у такой кривой в ее вершине различны.

Сторонами данной составной кривой приняты парабола и окружность, центры кривизны, которых лежат на нормали сторон составной кривой в ее вершине. Для составной отражающей кривой с иррегулярной вершиной линия каустики представляет собой сочетание каустик сторон кривой и имеет разрыв по линии отраженного луча в вершине кривой. Соответственно этому получаем компьютерную модель дискретного каркаса поверхности каустики. На рис. 2 поверхность каустики представляет собой две отдельные поверхности для каждой части составной отражающей поверхности.

На всех рисунках зона отраженных лучей находится между отражающей поверхностью и поверхностью каустики.



$(X_1, Y_1, Z_1), (X_2, Y_2, Z_2), C_1, C_2, C_3, C_4, (X_{k1e}, Y_{k1e}, Z_{k1e}), (X_{k2e}, Y_{k2e}, Z_{k2e}), (X_{k3e}, Y_{k3e}, Z_{k3e}), (X_{k4e}, Y_{k4e}, Z_{k4e})$

Рис. 2. Дискретный каркас поверхности каустики для отражающей поверхности вращения образующей, которой является составная кривая с иррегулярной вершиной

Выводы.

1. Компьютерная модель дискретного каркаса поверхности каустики позволяет наглядно определить геометрию карстовой области для отражающих поверхностей вращения, образующая которых - составная кривая.

2. Для отражающей поверхности вращения образующей, которой, является составная регулярная кривая, поверхность каустики, имеет линию перегиба и не имеет разрывов при любом наклоне солнечных лучей. Данная поверхность наиболее эффективна для применения в энергоустановках из рассмотренных в этой работе.

Литература

1. Митрофанова С.А. Определение линии каустики для составных отражающих плоских кривых / С.А. Митрофанова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 4, т. 54. – 2012. – Мелітополь: ТДАТА - С. 96-100.
2. Митрофанова С.А. Определение линии каустики для составной кривой с иррегулярной вершиной / С.А. Митрофанова // Сборник научных трудов «Строительство и техногенная безопасность». – Вып. 41 - 2012. – Симферополь, НАПКС – С. 125-129.
3. Дворецкий А.Т. Каустика для осевого сечения концентратора в виде поверхности вращения / А.Т. Дворецкий, С.А. Митрофанова // Труды VIII Международной научно-практической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования». – 2004. – Мелітополь: ТДАТА. – С. 29-31.
4. Митрофанова С.А. Аналитическое описание поверхности отраженных лучей для концентраторов в виде поверхности вращения / С.А. Митрофанова // Збірник наукових праць Київського національного університету технологій та дизайну (спецвипуск): Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2005. – К.: ДОП КНУТД. – С. 136-141.

SURFACE CAUSTICS FOR COMPOSITE REFLECTIVE SURFACES ROTATION

S. A. Mitrofanova

Abstract

Consider getting a computer model of the surface of the caustic, as a discrete set of reflective surfaces of revolution, with the images of which are taken from the composite curve regular or irregular top. Discrete framework defines the geometry of the caustic surface karst area considered reflective surfaces. At the core of the solution space problem lies the solution of the plane problem of reflection apparatus.

УДК 662.612-428.4

Наконечный В.А., аспирант

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

*Одесская государственная академия строительства
и архитектуры, Украина*

Анотація

Наведені результати досліджень ефективності взаємодії терморегуляторів нагрівальних приладів систем опалення в залежності від теплової інерції останніх. Визначена область оптимальної роботи терморегуляторів.

Ключові слова: системи опалення, терморегулятор, теплова інерція.

Анализ основных исследований и публикаций.

Системы отопления являются основным инструментом, позволяющим создавать и поддерживать тепловые комфортные условия в зданиях и сооружениях. В настоящее время к этим функциям добавилась функция управления параметрами микроклимата, что в совокупности с требованиями энергосбережения выводит на первую роль именно системы отопления.

Современные системы отопления имеют принципиально иной подход к регулированию – это не процесс наладки перед пуском с последующей работой в постоянном гидравлическом режиме, это системы с постоянно изменяющимся тепловым режимом в процессе эксплуатации, что соответственно требует оборудования для отслеживания этих изменений и реагирования на них. К примеру, изменение теплового режима зависит от способности терморегулятора изменять расход тепловой энергии на приборы в системе отопления, что вызывает цепную реакцию других систем (либо терморегуляторов, что может вызвать как разрегулировку системы, так и выход из строя циркуляционного насоса, либо перегрузку системы электроснабжения).

Системы отопления можно разделить:

1. По радиусу действия – местные и центральные;
2. По виду циркуляции теплоносителя – естественные и искусственные (насосные);
3. По типу теплоносителя – воздушные, водяные, паровые, электрические, комбинированные;
4. По способу разводки – с верхней, нижней, комбинированной, горизонтальной, вертикальной;

5. По способу присоединения приборов – однетрубные, двухтрубные, комбинированные;

6. По типу применяемых приборов – конвекционные, лучистые, конвекционно-лучистые;

7. По ходу движения теплоносителя в магистральных трубопроводах – тупиковые и попутные;

8. По тепловым режимам – с постоянным и изменяемым режимом.

9. По величине перепада температур в подающей и обратной магистрали – бифилярные системы.

Все эти признаки системы в реальности, как правило, смешиваются – например, водяная система с нижней разводкой, тупиковая, с изменяемой гидравликой, с нагревательными приборами – конвекторами, электрическая – прямого действия и воздушная или водяная системы отопления

Очевидно, что задачей проектирования и расчета является определение двух взаимосвязанных показателей: количества энергии и способа ее распределения [3], соответственно, энергосберегающие решения зданий, рассматриваемые при проектировании систем отопления, включают в себя следующие мероприятия:

- тепловая защита здания: утепление стен, покрытия, потолков подвалов, замена оконных заполнений, балконных и входных дверей;

- реконструкция тепловых вводов в здание с установкой приборов учета, контроля и регулирования расхода энергоносителей;

- переход от систем отопления с постоянным гидравлическим режимом к системам с регулируемым гидравлическим режимом;

- модернизация систем вентиляции с устройством отбора и повторного использования теплоты;

- реконструкция систем горячего водоснабжения с установкой счетчиков расхода воды и дискретно регулирующей запорной арматуры.

При этом реакция отопительного прибора на работу автоматики управления теплоотдачей при установке терморегулятора и автоматических регуляторов на стояках системы отопления [2] должна быть минимизирована по времени.

Однако регулирование уже вышло из границ поддержания гидравлической устойчивости системы и решает задачи в более обширной области - энергосбережения. В связи с тем, что терморегулятор должен быть установлен на каждом нагревательном приборе, возможно, представляет интерес рассмотрение взаимодействия этих двух элементов с точки зрения их эффективной работы.

По величине тепловой инерции нагревательные приборы подразделяют на приборы малой тепловой инерции, имеющие малый вес и водоёмкость на единицу площади изготовленные из материалов с высоким коэффициентом теплопроводности (конвекторы, металлические и биметаллические штампованные радиаторы) и большой тепловой инерции

соответственно с большой массой материала, водоёмкостью на единицу площади и низким коэффициентом теплопроводности материала из которого изготовлены (чугунные радиаторы, чугунные ребристые трубы, отопительные панели «теплый пол» и т.д.). То есть, нагревательные приборы малой инерционности быстрее нагреваются и остывают при изменении расхода температуры теплоносителя проходящего через них, что при эксплуатации систем отопления с терморегуляторами является более эффективным, чем использование приборов с большой инерционностью [4].

Однако, нагревательные приборы большой инерционности, как правило, дешевле и более долговечны, что определяет их большую распространенность. Кроме того, в настоящее время все большее распространение получают так называемые периодические системы отопления – основанные на аккумуляции тепла нагревательными приборами (например, при использовании нагревательных элементов в ограждающих конструкциях).

Исследование работы терморегулятора в системе отопления.

В связи с этим **целью настоящей работы** является сопоставление времени полного закрытия терморегулятором подачи теплоносителя в нагревательный прибор с временем остывания самого нагревательного прибора.

Данные о времени полного закрытия терморегулятора приняты согласно требований нормативных документов (до 40 мин.), что согласовывается с данными, приведенными в каталогах ведущих фирм–производителей терморегуляторов. Время остывания нагревательного прибора определялось по темпу остывания нагревательного прибора, достаточно обоснованные данные которых приведены в исследованиях [1].

Анализ приведенного графика показывает, что терморегуляторы наиболее эффективно работают в случае установки конвекторов и стальных, алюминиевых, биметаллических радиаторов. В случае установки терморегуляторов на чугунные радиаторы при изменении температуры внутреннего воздуха (например, при повышении) произойдет полное закрытие потока теплоносителя в нагревательный прибор, поскольку время остывания последнего значительно больше времени полного закрытия клапана терморегулятора. То есть, регулирование в данной системе будет осуществляться в двух позициях – клапан терморегулятора либо полностью открыт, либо закрыт, что, по всей вероятности, уменьшает эффективность регулирования с точки зрения энергосбережения. Что же касается систем отопления с нагревательными элементами в стене или перекрытии, то возможно, в данном случае использовать качественное регулирование в котельном агрегате.

Выводы.

1. Терморегуляторы наиболее эффективно работают в случае установки конвекторов и стальных, алюминиевых, биметаллических радиаторов.

2. В случае установки терморегуляторов на нагревательные приборы большой инерционности произойдет полное закрытие потока теплоносителя в нагревательный прибор, поскольку время остывания последнего значительно больше времени полного закрытия клапана терморегулятора.

3. В системах отопления с нагревательными элементами в стене или перекрытии возможно использовать качественное регулирование теплоносителя в котельном агрегате.

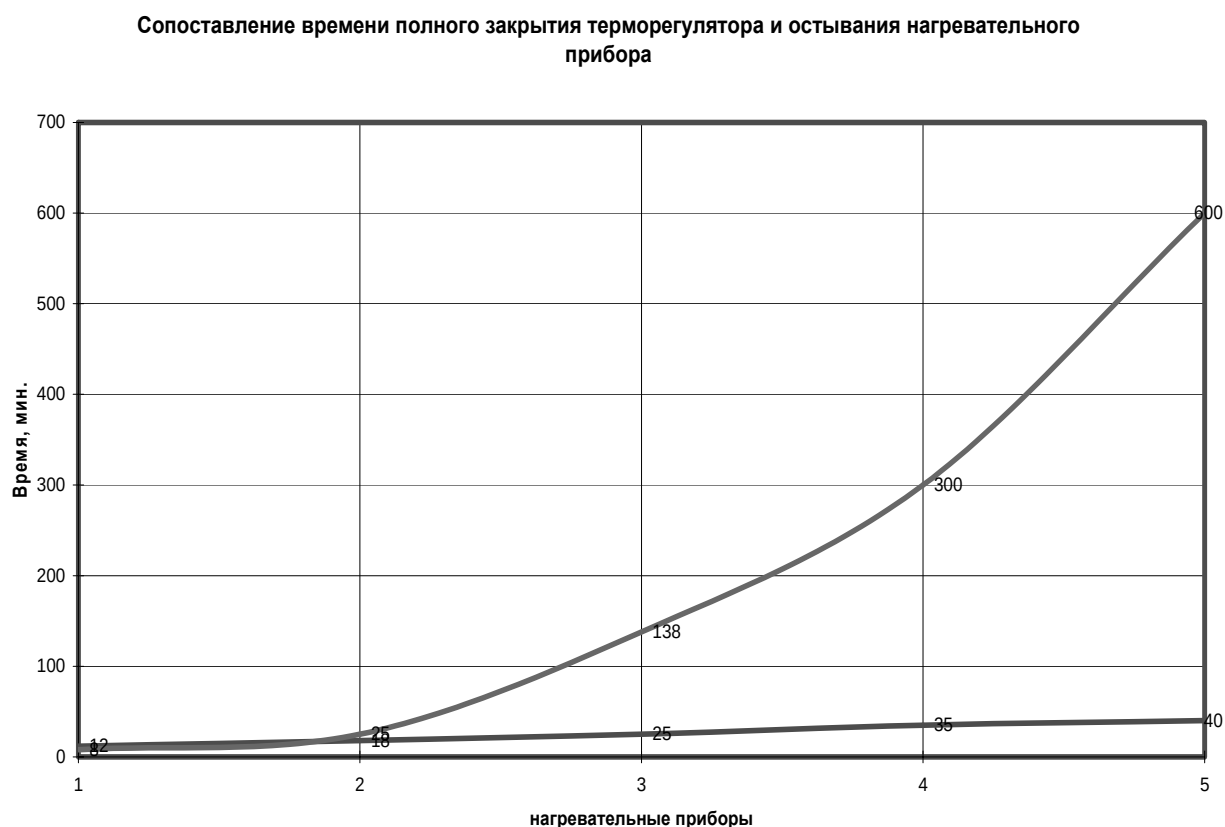


Рис.1. Сопоставление времени закрытия терморегулятора со временем остывания нагревательного прибора:

- время остывания нагревательного прибора (1- конвектор, 2- стальной радиатор, 3 – чугунный радиатор, 4 – нагревательная панель в стене, 5 – нагревательная панель в перекрытии).

— - время полного закрытия терморегулятора.

Литература:

1. Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки.-М.: Стройиздат, 1986. – 157с.
2. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. К.: Таки справи, 2005, с.302.
3. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю., Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1986
4. СНиП II-3-79^{**}. Строительная теплотехника. -М. : ЦНИИТП Госстроя СССР,1986-32с.

Abstract

Nakonechny VA, graduate student

EFFECTIVE INTERACTIONS CONTROLLED HEATING ELEMENTS

Odessa State Academy of Construction and Architecture, Ukraine

The results of studies on the effectiveness of interaction thermostat heaters heating depending on the thermal inertia of the past. The region of optimum performance thermostats.

Keywords: heating, thermostat, thermal inertia.

УДК 514.18

Ницын А.Ю., д.т.н.

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТЕРЖНЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКИ

НТУ «Харьковский политехнический институт» (г. Харьков)

Аннотация

В статье приводится решение системы нелинейных уравнений, в которой упругая деформация стержня определяется его геометрией и физическими свойствами материала.

Постановка проблемы. Геометрическое моделирование является основой для решения многих прикладных задач в разных областях науки и техники. Несмотря на то, что к настоящему времени разработаны эффективные методы геометрического моделирования, есть задачи, решение которых требует дальнейшего усовершенствования. В частности, это относится к формообразованию геометрического тела за счет аппроксимации его поверхности семействами продольных и поперечных линий и их деформации под действием сил, приложенных к узлам образованной ими сетки.

Анализ литературы. Деформационному моделированию геометрического тела посвящены работы многих ученых, работающих в области прикладной геометрии. Например, в трудах С.Н. Ковалева и представителей его научной школы разработаны основы статико-геометрического метода [1]. Труды С.И. Пустюльги и его учеников развивают идеи, заложенные С.Н. Ковалевым, и предлагают синтез статико-геометрического метода и теории числовых последовательностей [2]. Однако статико-геометрический метод не учитывает ни физических свойств материала, ни деформации изгиба. Поэтому его применение ограничивается проектированием архитектурных покрытий, которые под действием собственного веса не подвергаются значительным изгибающим моментам.

Цель работы. Таким образом, целью статьи является численное решение системы уравнений упругой деформации стержня, в которой приращения потенциальных энергий изгиба и растяжения определяются его геометрией и физическими свойствами материала.

Основная часть. Представим уравнение упругой деформации стержня в состоянии его движения под действием постоянной силы, приложенной к его точке [3], в виде системы двух дифференциальных уравнений первого порядка с двумя неизвестными:

$$\frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial t} = \mathbf{v}(u, t); \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} m \frac{\partial \mathbf{v}^2(u, t)}{\partial t} + \\ & + \frac{1}{2} EF \int_L \frac{\partial \varepsilon^2}{\partial t} \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du + \\ & + \frac{1}{2} EJ \int_L \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du + EJ \int_L \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 \frac{\partial}{\partial t} \left(\left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| \right) du = \\ & = \mathbf{P} \cdot \mathbf{v}(u, t), \end{aligned} \quad (2)$$

где F – площадь нормального сечения стержня; E – модуль Юнга; J – момент инерции площади нормального сечения стержня.

При этом относительное удлинение ε бесконечно малого участка стержня, совершающееся в течение конечного промежутка времени, и радиус его кривизны ρ вычисляются по следующим формулам [3]:

$$\varepsilon = \frac{\left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| - \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, 0)}{\partial u} \right|}{\left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, 0)}{\partial u} \right|}; \quad \rho = \frac{\left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right|^3}{\left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \times \frac{\partial^2 \mathbf{r}(u, t)}{\partial u^2} \right|}.$$

Пусть в некоторый момент времени потенциальные энергии растяжения и изгиба стержня уравниваются с работой, которую совершает сила $\mathbf{P}$ по перемещению точки, прикрепленной к аппроксимирующей стержень линии. Это значит, что в некоторый момент времени кинетическая энергия точки обращается в нуль.

Выведем уравнение упругой деформации стержня в состоянии его покоя. Выполним интегрирование левой и правой частей уравнения (2) из системы уравнений упругой деформации стержня в состоянии его движения по параметру t . Пусть пределами интегрирования являются начальный момент времени и тот момент времени, когда стержень приходит в состояние покоя:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} m \int_T \frac{\partial \mathbf{v}^2(u, t)}{\partial t} dt + \\ & + \frac{1}{2} EF \int_T \int_L \frac{\partial \varepsilon^2}{\partial t} \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du dt + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{2} EJ \int_T \int_L \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du dt + \\
 & + EJ \int_T \int_L \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 \frac{\partial}{\partial t} \left(\left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| \right) du dt = \\
 & = \mathbf{P} \cdot \int_T \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial t} dt
 \end{aligned}$$

Введем следующие допущения:

при растяжении площадь поперечного сечения бесконечно малого участка стержня изменяется таким образом, чтобы его объем был постоянной величиной и равнялся ее значению в начальный момент

$$F(u, t) \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du = F dl = \text{const}$$

времени ;

при изгибе произведение момента инерции поперечного сечения стержня на длину его бесконечно малого участка является постоянной величиной и равняется ее значению в начальный момент времени

$$J(u, t) \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du = J dl = \text{const}$$

. Поэтому производная по времени от произведения момента инерции поперечного сечения стержня на длину его

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(J(u, t) \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| du \right) = 0$$

бесконечно малого участка равняется нулю .

Выполним в определенных интегралах, стоящих в левой и правой частях уравнения упругой деформации стержня, замены переменных и пределов интегрирования:

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{2} m \int_0^0 dv^2 + \\
 & + \frac{1}{2} EF \int_L \int_0^\varepsilon d\varepsilon^2 dl + \frac{1}{2} EJ \int_L \int_0^{\frac{1}{\rho}} d \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 dl + \\
 & + E \int_T \int_L \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 \frac{\partial}{\partial t} \left(J(u, t) \left| \frac{\partial \mathbf{r}(u, t)}{\partial u} \right| \right) du dt =
 \end{aligned}$$

$$= \mathbf{P} \cdot \int_0^{\mathbf{r}} d\mathbf{r}$$

После интегрирования с учетом принятых допущений уравнение упругой деформации стержня в состоянии его покоя преобразуется в уравнение, в котором интервалом интегрирования является длина стержня в начальный момент времени:

$$\frac{1}{2}EF \int_L \varepsilon^2 dl + \frac{1}{2}EJ \int_L \left(\frac{1}{\rho} \right)^2 dl = \mathbf{P} \cdot \mathbf{r} \quad (3)$$

Пусть параметр u принимает фиксированные значения, которые образуют числовую последовательность $u = u_1, \dots, u_i, \dots, u_n$. Выберем значения параметра u таким образом, чтобы длины отрезков, на которые разделяется стержень, в начальный момент времени были равными $\Delta l = r^1_i - r^1_{i-1}$, $i = 2, \dots, n$.

Разделим интервал изменения параметра u на множество отрезков $\Delta u_i = u_{i+1} - u_i$, $i = 1, \dots, n-1$. Заменяем интегралы, стоящие в левой части уравнения (3) на интегральные суммы, вычисленные на множестве отрезков интервала изменения параметра u , а векторы частных производных первого и второго порядков от радиус-вектора $\mathbf{r}(u, t)$ по параметру u на их первые и вторые разделенные разности [4]:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}EF \sum_{i=2}^n \left(\left(1 + \left(\frac{r^2_i - r^2_{i-1}}{\Delta l} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) \Delta l + \\ & + \frac{1}{2}EJ \sum_{i=2}^{n-1} \left(\frac{\frac{r^2_{i+1} - 2r^2_i + r^2_{i-1}}{\Delta l^2}}{\left(1 + \left(\frac{r^2_i - r^2_{i-1}}{\Delta l} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \right) \Delta l = \\ & = P^2 r^2_p. \end{aligned} \quad (4)$$

Введем $n-3$ уравнений, которые выражают постоянство вектора производной второго порядка в узловых точках линии, аппроксимирующей стержень [4]:

$$r_{i+2}^2 - 3r_{i+1}^2 + 3r_i^2 - r_{i-1}^2 = 0, \quad i = 2, \dots, n-2. \quad (5)$$

Введем уравнения, выражающие равенство нулю координат по оси x_2 радиус-векторов $\mathbf{r}(u, t)$ начальной и конечной точек линии, аппроксимирующей стержень [4]:

$$r_1^2 = 0, \quad r_n^2 = 0. \quad (6)$$

Рассмотрим зависимости потенциальной энергии растяжения стержня W_1 и потенциальной энергии его изгиба W_2 , представленные в формуле (4) соответственно первым и вторым слагаемыми, от наибольшего прогиба стержня. Предположим, что точка приложения силы $\mathbf{P}$ располагается посередине стержня, и получим, что наибольший прогиб стержня определяется положением точки приложения r_p^2 силы $\mathbf{P}$.

Возьмем стержень, выполненный из углеродистой стали с модулем упругости, равным $2,0 \cdot 10^5$ МПа. Пусть длина стержня l равняется 1.0 м. Поперечным сечением стержня является квадрат, длина стороны которого равняется 0.01 м. Предположим, что концы стержня прикрепляются к основанию с помощью шарниров.

Покажем на рис. 1 графики зависимости потенциальной энергии растяжения стержня W_1 и потенциальной энергии его изгиба W_2 от величины наибольшего прогиба. Как видно на рисунке, потенциальные энергии изгиба и растяжения стержня существенно расходятся, если его наибольший прогиб больше 1% от длины стержня.

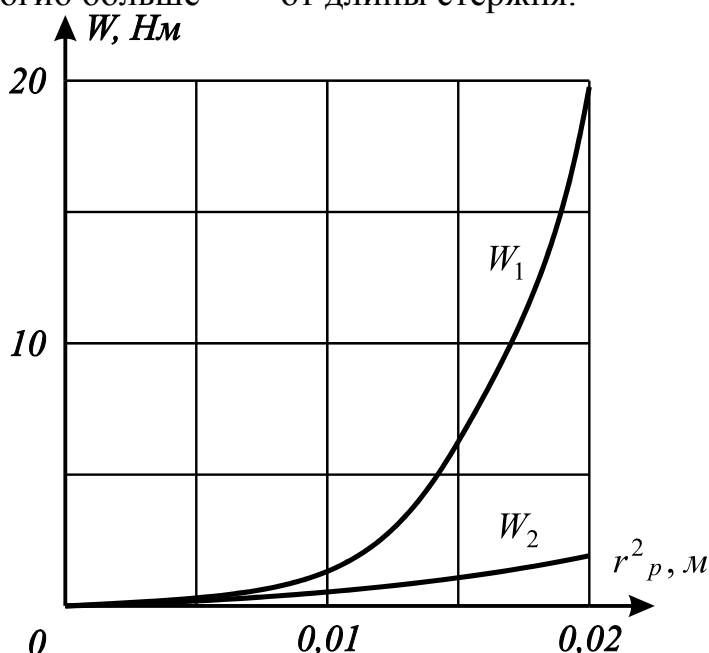


Рис. 1. Графики зависимости потенциальной энергии растяжения W_1 и потенциальной энергии изгиба W_2 от величины наибольшего прогиба

Покажем на рис. 2 графики зависимости суммы потенциальной энергии изгиба и растяжения стержня $W = W_1 + W_2$ и работ A_1, A_2 , которые производят силы, равные 100 Н и 1000 Н соответственно, по перемещению их точек приложения. Как видно на рисунке, задача имеет графическое решение, которое состоит в том, наибольший прогиб стержня определяется точкой пересечения графика зависимости работы A , которую совершает сила P , с графиком зависимости суммы потенциальной энергии изгиба и растяжения стержня W .

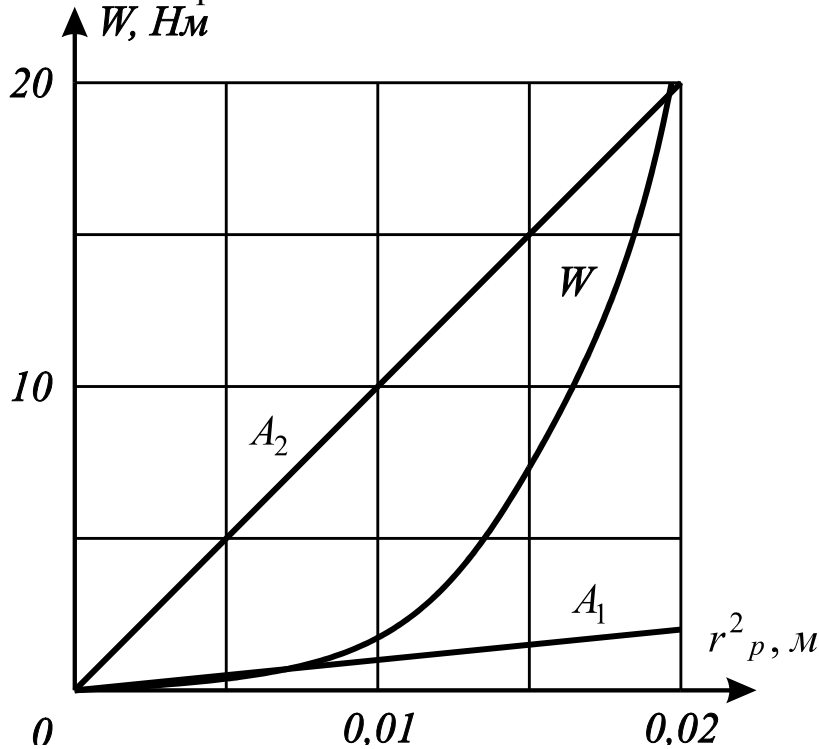


Рис. 2. Графическое решение задачи об упругой деформации стержня под действием поперечной сосредоточенной нагрузки

Дадим численное решение задачи. Уравнения (4)–(6) составляют систему n нелинейных уравнений с n неизвестными, решение которой позволяет найти координаты по оси x_2 радиус-векторов $\mathbf{r}(u, t)$ точек линии, аппроксимирующей стержень. Преобразуем уравнения (4)–(6) следующим образом:

$$r_1^2 = 0;$$

$$r_i^2 = \frac{1}{3} \left(r_{i-1}^2 + 3r_{i+1}^2 - r_{i+2}^2 \right), \quad i = 2, \dots, p-1,$$

$$r_p^2 = \frac{1}{2} \frac{EF}{P^2} \sum_{i=2}^n \left(\left(1 + \left(\frac{r_i^2 - r_{i-1}^2}{\Delta l} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) \Delta l +$$

$$+ \frac{1}{2} \frac{EJ}{P^2} \sum_{i=2}^{n-1} \left(\frac{\frac{r_{i+1}^2 - 2r_i^2 + r_{i-1}^2}{\Delta l^2}}{\left(1 + \left(\frac{r_i^2 - r_{i-1}^2}{\Delta l} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \right)^2 \Delta l ;$$

$$r_{i+1}^2 = \frac{1}{3} (r_{i+2}^2 + 3r_i^2 - r_{i-1}^2), \quad i = p, \dots, n-2;$$

$$r_n^2 = 0.$$

Решим систему уравнений (4)–(6) методом последовательных приближений. Присвоим неизвестному r_p^2 начальное значение, которое соответствует наибольшему прогибу стержня под действием сосредоточенной нагрузки, приложенной к его середине, при условии, что растяжения стержня не происходит [5]:

$$r_p^2 = \frac{P^2 l^3}{48EJ}. \quad (7)$$

Численное решение системы уравнений (4)–(6) дает следующие результаты: при нагрузке, равной 10 Н, наибольший прогиб стержня составляет 0,0018 м; при нагрузке, равной 100 Н, наибольший прогиб стержня составляет 0,0079 м; при нагрузке, равной 1000 Н, наибольший прогиб стержня составляет 0,0195 м.

Сравним эти данные с результатами расчета по формуле (7): при нагрузке, равной 10 Н, наибольший прогиб стержня составляет 0,0012 м; при нагрузке, равной 100 Н, наибольший прогиб стержня составляет 0,0125 м; при нагрузке, равной 1000 Н, наибольший прогиб стержня составляет 0,1251 м.

Расхождение объясняется тем, что формула (7) не учитывает растяжения, а при деформации стержня, имеющего шарнирное закрепление концов, работа, совершаемая силой P , расходуется не только на изгиб стержня, но и на его растяжение. Поэтому решения системы уравнений (4)–(6) меньше величин, полученных с помощью формулы (7), причем расхождение между ними усиливается с увеличением нагрузки, приложенной к стержню.

Выводы. Таким образом, в статье дано численное решение системы нелинейных уравнений, описывающей упругую деформацию стержня в состоянии покоя под действием поперечной сосредоточенной нагрузки.

Показано, что при расчете деформации стержня его изгибом можно пренебречь в случае, если наибольший прогиб стержня больше 1% от его длины, и наоборот, если наибольший прогиб стержня меньше 1% от его длины, при формообразовании геометрического тела под действием нагрузки необходимо учитывать как его изгиб, так и его растяжение. Следующим этапом работы является расширение приведенного в статье способа решения задачи об упругой деформации стержня на деформационное конструирование поверхности под действием сосредоточенной нагрузки.

Литература:

1. Ковалев С. Н. Структура автоматизированного формообразования растянутых систем / С. Н. Ковалев // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К. : Будівельник, 1980. – Вип. 30. – С. 12–17.
2. Пустюльга С. І. Принципи узагальнення статико-геометричного підходу до моделювання дискретних структур / С. І. Пустюльга // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2004. – Вип. 74. – С. 114–121.
3. Ницын А. Ю. Уравнение деформации линии под действием постоянной силы, приложенной к ее точке / А. Ю. Ницын // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків : ХДУХТ, 2010. – Вип. 26. – С. 99–109.
4. Ніцин О. Ю. Приведення рівняння пружної деформації нитки до системи нелінійних рівнянь / О. Ю. Ніцин // Праці Таврійського держ. агротехнолог. ун-ту. – Мелітополь : ТДАТУ, 2011. – Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 50. – С. 77–82.
5. Беляев Н. М. Сопротивление материалов / Н. М. Беляев. – М. : Наука, 1976. – 607 с.

РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМИ РІВНЯНЬ ПРУЖНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ СТЕРЖНЯ ПІД ВПЛИВОМ ЗОСЕРЕДЖЕНОГО НАВАНТАЖЕННЯ Ніцин О.Ю.

Анотація

У статті наводиться розв'язання системи нелінійних рівнянь, в якій пружна деформація стержня визначається його геометрією і фізичними властивостями матеріалу.

DECISION OF SYSTEM OF EQUALIZATIONS OF RESILIENT DEFORMATION OF BAR UNDER ACTION OF POINT LOAD

A. Nitsyn

Abstract

A decision over of the system of nonlinear equalizations, in which resilient deformation of bar is determined by its geometry and physical properties of material, is brought in the article.

МЕТАМОРФОЗЫ ФРАКТАЛЬНОГО ДЕРЕВА: ОТ «РАЙСКИХ КУЩЕЙ» ДО ХИМЕР СОБОРА ПАРИЖСКОЙ БОГОМАТЕРИ

Харьковский государственный университет питания и торговли

Аннотация

В статье приведены изображения фрактального дерева, построенные при изменении угла расхождения ветвей от 0° до 180° . Рассмотрено приложение фрактальных деревьев к медицинской диагностике.

Постановка проблемы. Наиболее простая модель развития многоклеточных организмов состоит в том, что их рост основывается на делении материнской клетки на две дочерние клетки, структура которых подобна структуре материнской клетки [1]. Например, результатом деления клеток по данному правилу является образование некоторых видов злокачественных опухолей. С другой стороны, рост дерева также представляет собой последовательное деление ствола на две подобные друг другу ветви. Следовательно, фрактальное дерево можно рассматривать как графическую модель многоклеточного организма, и закономерности, выявленные при изучении роста деревьев, можно распространить на закономерности, которым подчиняется рост многоклеточных организмов.

Это значит, что исследование того, как угол расхождения ветвей дерева от его ствола и соотношение между длинами ствола и ветвей влияют на форму фрактального дерева, является актуальной задачей прикладной геометрии.

Анализ последних достижений. Фрактальные деревья рассматриваются во многих работах отечественных и зарубежных авторов [2–4]. Однако в некоторых работах допускаются утверждения, не подкрепленные какими-либо доказательствами. Например, в работе [4, с. 222] утверждается, что «...размерность D варьируется между 1 и 2, причем для каждого D угол θ принимает наименьшее возможное без самокасаний значение». Вместе с тем в работе [5] доказана теорема 1, согласно которой фрактальная размерность D не зависит от угла расхождения ветвей θ и определяется соотношением между длиной ствола и длиной ветвей. Кроме того, ни один автор не попытывался, какие превращения претерпевает фрактальное дерево, если угол расхождения ветвей изменяется в интервале $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

Цель статьи. Таким образом, целью статьи является исследование зависимости формы фрактального дерева от угла расхождения его ветвей θ при их последовательных бифуркациях.

Формы фрактальных деревьев. Рассмотрим деревья, у которых соотношение между длиной ствола h и длинами ветвей h_1, h_2 является постоянным на каждом шаге бифуркации и равным $\lambda = \frac{h_1}{h} = \frac{h_2}{h} = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Покажем на рис. 1 формы фрактальных деревьев, полученные при условии, что угол расхождения ветвей изменяется в интервале $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$. Размеры изображений составляют 66% от размеров первоначальных изображений.

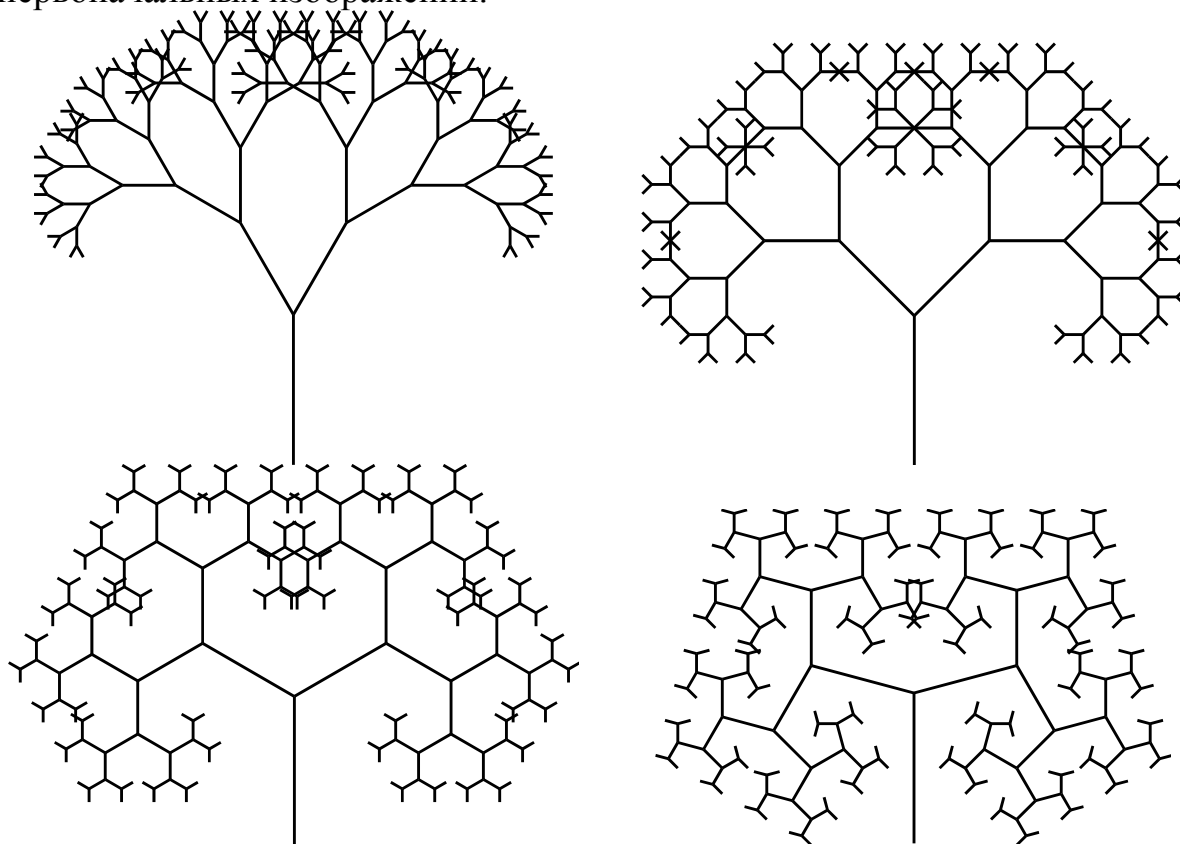


Рис. 1. Формы фрактальных деревьев, полученные при углах расхождения ветвей под $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$

На рис. 1 видно, как с уменьшением угла расхождения ветвей фрактальное дерево постепенно принимает образ обыкновенного растения. Впрочем, если дать волю воображению, то во фрактальном дереве, построенном при углах расхождения ветвей под 30° и меньше, можно увидеть библейское Древо познания.

Покажем на рис. 2 формы фрактальных деревьев, полученные при условии, что угол расхождения ветвей изменяется в интервале $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$. Размеры изображений составляют 100% от размеров первоначальных изображений.

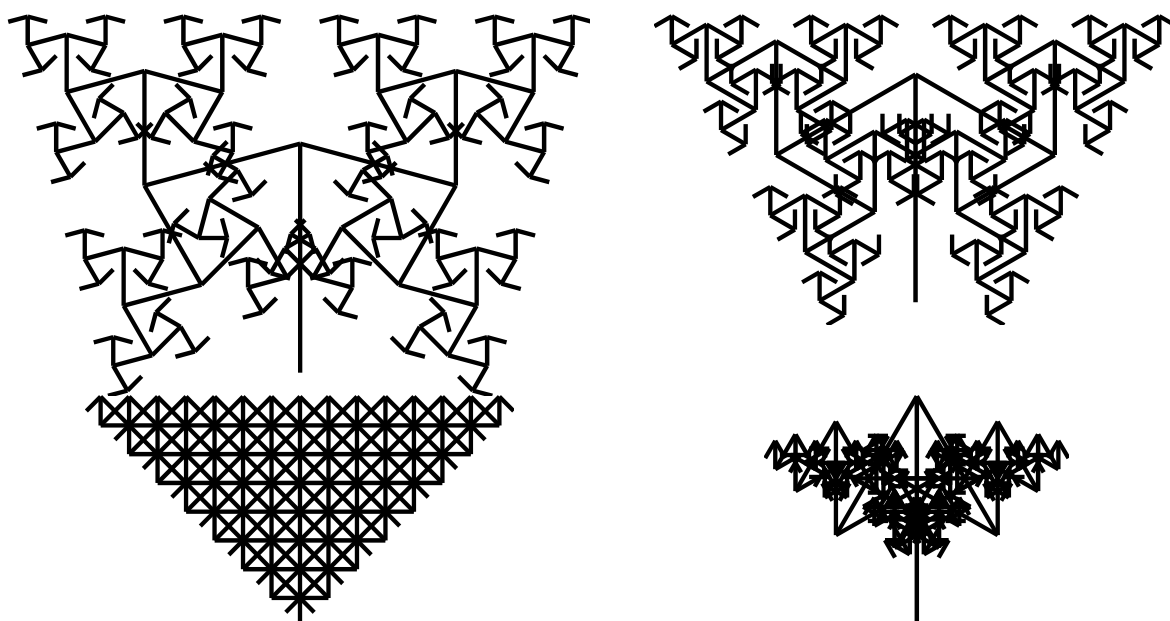


Рис. 2. Формы фрактальных деревьев, полученные при углах расхождения ветвей под 105° , 120° , 135° , 150°

Заметим, что наиболее выразительная форма фрактального дерева получается при угле расхождения ветвей под 115° и, на наш взгляд, с разительной ясностью напоминает одну из химер, притаившихся в основаниях башен собора Парижской Богоматери [6]. Покажем эту «химеру» на рис. 3. Размеры изображения составляют 166% от размеров первоначального изображения. Похоже, не правда ли?

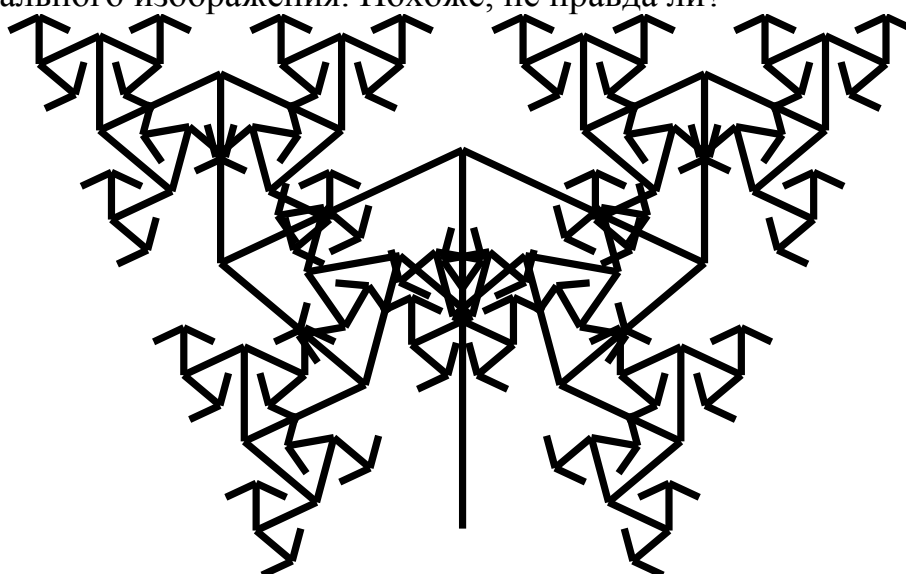


Рис. 3. Форма фрактального дерева, полученная при угле расхождения ветвей под 115°

Как показывают рис. 1 и рис. 2, при постоянном соотношении между длиной ствола и длинами ветвей кроны фрактальных деревьев, построенных при углах расхождения ветвей, отличающихся от 90° , имеют самопересечения. Чтобы при данном угле расхождения ветвей избежать самопересечения кроны, необходимо уменьшить их длину за счет уменьшения соотношения между длиной ствола и длинами ветвей. Как

следует из теоремы 1, доказанной в работе [5], с уменьшением соотношения между длинами ствола и ветвей фрактального дерева его фрактальная размерность уменьшается. Следовательно, фрактальная размерность деревьев, кроны которых не имеют самопересечения, заключается в интервале $1 \leq D \leq 2$ при изменении угла расхождения ветвей в интервале $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ и принимает наибольшее значение $D = 2$ при угле расхождения ветвей $\theta = 90^\circ$. Это объясняется тем, что, если соотношение между длиной ствола h и длинами ветвей h_1 , h_2 подчиняется условию $h_1 = h_2 = \frac{h}{\sqrt{2}}$, крона фрактального дерева не имеет самопересечения при одном значении угла расхождения ветвей, равном $\theta = 90^\circ$.

Рассмотрим, какое практическое приложение может иметь представление о том, что фрактальное дерево является графической моделью многоклеточного организма. Предположим, что микроорганизмы, проникающие в клетку, изменяют параметры, которые управляют ее делением. Пусть деление клеток осуществляется без самопересечений. Следовательно, фрактальная размерность множества клеток, зараженных микроорганизмами, будет отличаться от фрактальной размерности множества здоровых клеток.

Это значит, что определение фрактальной размерности множества клеток можно положить в основу диагностики заболеваний, одним из проявлений которых является аномальное деление клеток, например, некоторых видов онкологических заболеваний.

Выводы. Таким образом, в статье изложены результаты исследования формы фрактального дерева при изменении угла расхождения его ветвей в интервале $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$. Показано, какие противоположные образы в сознании человека вызывают виды фрактального дерева, построенного при разных углах расхождения его ветвей. Кроме того, показана возможность применения фрактальной размерности фрактального дерева для медицинской диагностики и, в частности, для выявления образований, являющихся результатом аномального деления клеток, например, некоторых видов раковых опухолей.

Литература:

1. Биология : справочные материалы / [ред. Д. И. Трайтак]. – М. : Просвещение, 1988. – 208 с.
2. Пайтген Х. О. Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем / Х. О. Пайтген, П. Х. Рихтер. – М. : Мир, 1993. – 176 с.

3. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая / М. Шредер. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая механика», 2001. – 528 с.

4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М. : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.

5. Ковальов Ю. М. Геометрія дерева бронхів у легенях людини / Ю. М. Ковальов, Д. О. Ніцин // Праці Таврійського держ. агротехнолог. ун-ту. – Мелітополь : ТДАТУ, 2011. – Вип. 4. Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Т. 51. – С. 55-63.

6. Всеобщая история искусств : в 6 т. / Академия художеств СССР. Институт теории и истории изобразительных искусств. – М. : Государств. изд-во «Искусство», 1956. – . – Т. 2 : Искусство средних веков ; кн. 1 / [Под общей ред. Б. В. Веймарна и Ю. Д. Колпинского]. – 1960. – 508 с.

МЕТАМОРФОЗИ ФРАКТАЛЬНОГО ДЕРЕВА: ВІД «РАЙСЬКИХ КУЩЕЙ» ДО ХИМЕР СОБОРУ ПАРИЗЬКОЇ БОГОМАТЕРІ

Ніцин Д.О.

Анотація

У статті наведено зображення фрактального дерева, побудовані при зміні кута розбіжності гілок від 0° до 180° . Розглянуто застосування фрактальних дерев до медичної діагностики.

METAMORPHOSES OF FRACTAL TREE: FROM «PARADISIAL GARDEN» TO CHIMERAS OF CATHEDRAL OF PARISIAN MOTHER OF GOD

D. Nitsyn

Abstract

The images of fractal tree are resulted in the article, divergences of branches built at the change of corner from 0° to 180° . The appendix of fractal trees is considered to medical diagnostics.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРИ РАЦИОНАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ.

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, г. Симферополь*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности обеспечения надежности железобетонных конструкций в жилых домах. Предложены некоторые меры по снижению излишнего запаса надежности на основе более точного учета прочности бетона с использованием вероятностного расчета исходя из заданного срока эксплуатации жилого дома.

Постановка проблемы. В течение всего срока эксплуатации жилых домов выполняются мероприятия по снижению физического износа их конструкций и домов в целом. Это позволяет обеспечивать безопасность и надежность жилья. Особенно важен технический ресурс безопасной работы несущих железобетонных конструкций, составляющих значительную часть объема конструкций жилых домов. На последнем этапе жизненного цикла здания, т.е. во время его сноса, выясняется, что большая часть объема железобетонных конструкций не исчерпала свой технический ресурс. Следовательно, они имели излишний запас надежности. Проблема в том, как не допускать этого излишества на стадии проектирования и возведения железобетонных конструкций, уменьшая тем самым их стоимость. Индуктивные методы исследования железобетонных конструкций недостаточно уделяют внимания этой проблеме.

Анализ основных исследований и публикаций. Особый интерес представляет нормируемый уровень надежности прочности бетона. Прочность бетона, являясь величиной случайной, колеблется в определенном диапазоне. Размер этого диапазона зависит от многих производственно-технологических причин и характеризуется среднеквадратическим отклонением (σ), или его относительным эквивалентом – коэффициентом вариации (ν). На протяжении последних десятилетий коэффициент вариации не принимался меньше 13,5% [2]. На объектах с высокостабильной технологией, коэффициент вариации может составлять 4-6%, а при неналаженном производстве достигает 22-25% [3]. При меньшем значении коэффициента вариации будет обеспечиваться более высокая однородность прочности бетона, что приводит к излишнему запасу надежности, а при больших значениях – к снижению запаса надежности до критического уровня. Исследования по этому направлению

не имели прикладного характера выраженного в нормативных документах. Основной причиной этому была слабая связь научных исследований с реальным строительством. Проектировщики в свою очередь не могли вести расчеты в разрез действующим нормам проектирования. В настоящее время, государство, планируя строительство социального и доступного жилья, заинтересовано в снижении его стоимости и сокращении эксплуатационных затрат. Для строительства такого жилья будут (это необходимо) привлекаться организации имеющие высокостабильные технологии, а это уже обязывает учитывать реальные условия строительства.

Основная часть. В течение срока эксплуатации жилого здания происходит физический износ отдельных конструкций и здания в целом. Под физическим износом конструкции, элемента, и здания в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека. Физический износ, на момент его оценки, выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, или здания в целом, и их восстановительной стоимости. Физический износ отдельных конструкций, элементов, оценивается путем сравнения признаков физического износа, выявленных в результате визуального и инструментального обследования, с их значениями, приведенными в таблицах [5]. Для железобетонных конструкций, основным характерным признаком, определяющим их износ, согласно таблицам [5], является техническое состояние бетона (особенно защитного слоя, а также, наличие сколов, трещин, расслоений и т.п.)

Физический износ предопределяет постепенный отказ железобетонных конструкций. Основным признаком постепенного отказа является то, что вероятность его возникновения в течение заданного периода времени от T_1 до T_2 зависит от длительности предыдущей работы системы T_1 . Основным признаком внезапного отказа является независимость вероятности его возникновения в течение заданного периода времени от T_1 до T_2 от длительности предыдущей работы системы T_1 .

Зависимости функциональных свойств железобетонных конструкций от их параметров можно описать системой уравнений

$$\begin{cases} y_1 = y_1(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{i1}, \dots, x_{m1}) \\ y_2 = y_2(x_{12}, x_{22}, \dots, x_{i2}, \dots, x_{m2}) \\ y_j = y_j(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj}) \\ y_n = y_n(x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{in}, \dots, x_{mn}) \end{cases} \quad (1)$$

где y_j - j - свойство конструкций, x_{ij} - расчетные параметры конструкций.

Внешние воздействия (агрессивная среда, попеременное замораживание-оттаивание бетона, влажностные воздействия, циклическая нагрузка, воздействие высоких температур при пожарах и т. д.) приводят к изменению технического состояния материалов конструкций, бетона и арматуры, что в свою очередь приводит к изменению некоторых параметров конструкций, определяющих их функциональные свойства. Вследствие этого, конструкции являются функцией целого ряда характеристик материалов, внешних воздействий и времени T :

$$x_{pj} = x_{pj}(z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{lj}, T).$$

Так как, характеристики материалов и внешних воздействий имеют стохастическую природу, их параметры являются случайными величинами x_{ij} , или случайными функциями времени: $x_{pj} = x_{pj}(z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{lj}, T)$. В силу этого и функциональные свойства конструкций также будут случайными функциями времени:

$$\begin{cases} Y_1(T) = Y_1[X_{11}, X_{21}, \dots, X_{l1}, \dots, X_{p1}(Z_{11}, Z_{21}, \dots, Z_{l1}, t), \dots, X_{m1}] \\ Y_2(T) = Y_2[X_{12}, X_{22}, \dots, X_{l2}, \dots, X_{p2}(Z_{12}, Z_{22}, \dots, Z_{l2}, t), \dots, X_{m2}] \\ Y_j(T) = Y_j[X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{lj}, \dots, X_{pj}(Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{lj}, t), \dots, X_{mj}] \\ Y_n(T) = Y_n[X_{1n}, X_{2n}, \dots, X_{ln}, \dots, X_{pn}(Z_{1n}, Z_{2n}, \dots, Z_{ln}, t), \dots, X_{mn}] \end{cases} \quad (2)$$

Пригодность конструкций задаются в виде условия системы ограничений (для деформаций и ширины раскрытия трещин учитывается обратное соотношение):

$$\begin{cases} Y_1(T) \geq S_1(T) \\ Y_2(T) \geq S_2(T) \\ \dots \\ Y_j(T) \geq S_j(T) \\ \dots \\ Y_n(T) \geq S_n(T) \end{cases} \quad (3)$$

где $S_j(T)$ - предельное значение свойства, регламентируемое нормами проектирования или величиной внешних воздействий.

Надежность конструкций выражается вероятностью удовлетворения неравенств:

$$\begin{cases} P_1(T) = P[Y_1(T) \geq S_1(T)] = P[Y_1(T) - S_1(T) \geq 0] \\ P_2(T) = P[Y_2(T) \geq S_2(T)] = P[Y_2(T) - S_2(T) \geq 0] \\ \dots \\ P_j(T) = P[Y_j(T) \geq S_j(T)] = P[Y_j(T) - S_j(T) \geq 0] \\ \dots \\ P_n(T) = P[Y_n(T) \geq S_n(T)] = P[Y_n(T) - S_n(T) \geq 0] \end{cases} \quad (4)$$

Таким образом, задача определения надежности конструкций по тому или иному функциональному свойству сводится к получению m -мерной функции плотности распределения случайного процесса. Вероятность безотказной работы определяется как m -мерный интеграл от упомянутой функции плотности распределения:

$$P_j(T) = \iint \dots \int_{Y_j(T) - S_j(T) \geq 0} f(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{lj}, \dots, x_{mj}, T) dx_{1j} dx_{2j} \dots dz_{1j} dz_{2j} \dots dz_{lj} \dots dx_{mj} \quad (5)$$

При этом функция надежности $P_j(T)$ характеризует не только безотказность, но и долговечность конструкций. Срок службы определяется продолжительностью эксплуатации конструкции до выхода их свойств за допустимые пределы.

Получить функцию (5) в явном виде чаще всего не представляется возможным. Поэтому достаточно определить надежность конструкций после окончания определенного времени ее эксплуатации, т.е. определить $P_j(T)$ для фиксированных моментов времени, или, иначе, дать так называемую точечную оценку надежности, что и выполняется в процессе диагностики и оценки технического состояния. В этом случае задача сводится к получению m -мерной функции распределения случайных величин $f(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{lj}, \dots, z_{mj})$ в сечении случайного процесса в заданный момент времени и вычислению выражения:

$$P_j(T = T_k) = \iint \dots \int_{Y_j(T=T_k) - S_j(T=T_k) \geq 0} f(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{lj}, \dots, x_{mj}, t) dx_{1j} dx_{2j} \dots dz_{1j} dz_{2j} \dots dz_{lj} \dots dx_{mj} \quad (6)$$

При известных плотностях распределения свойств конструкций $f(Y_j)_{T=T_k}$ и величин внешних воздействий $f(S_j)_{T=T_k}$, выражение для определения вероятности безотказной работы (при условии, что свойства конструкций и внешние воздействия независимы) имеет вид:

$$P_j(T = T_k) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(S_j) \left[\int_S^{\infty} f(Y_j) dy_j \right] dS_j \quad (7)$$

При известных внешних силовых воздействиях, детерминированных величинах предельных значений свойств:

$$P_j(T = T_k) = P\{Y_j \geq S_{j,u}\} = \int_{S_{j,u}}^{+\infty} f(Y_j) dy_j, \quad (8)$$

где $S_{j,u}$ - усилия от максимально возможных (расчетных) или фактических нагрузок на конструкции при рассмотрении надежности по прочности; усилия от нормативных нагрузок при рассмотрении надежности по трещинообразованию; допускаемая ширина раскрытия трещин при

расчете надежности по трещиностойкости; допустимый прогиб при расчете надежности по деформациям. В последних двух случаях данная запись определяет вероятность отказа.

В случае нормального распределения функции свойства Y_i вероятность безотказной работы определяется интегралом от плотности распределения

$$P_j(\gamma_y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{\gamma_y} e^{-0.5(Y_j)^2} \cdot dy_j ; \quad (9)$$

или

$$P_j(\gamma_y) = F[\gamma_y] , \quad (10)$$

где: F – табулированное значение функции нормированного нормального распределения;

γ_y – характеристика безопасности:

$$\gamma_y = \frac{\bar{Y} - [Y]}{\sigma_y} , \quad (11)$$

$\bar{Y}$ – математическое ожидание функции свойства;

$[Y]$ – предельно допустимое значение свойства;

σ_y – среднее квадратичное отклонение функции свойства.

С достаточной для практических целей точностью значение функции нормируемого нормального распределения может быть определено по приближенной зависимости

$$F[\gamma_y] = 1 - z(\gamma_y)(b_1\chi + b_2\chi^2 + b_3\chi^3) , \quad (12)$$

где

$$z(\gamma_y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-0.5[\gamma_y]^2} , \quad (13)$$

$$\chi = 1/(1 + b_0\gamma_y) , \quad (14)$$

значения коэффициентов: $b_0 = 0,33267$; $b_1 = 0,4361836$; $b_2 = -0,1201676$; $b_3 = 0,937298$.

Конструкция удовлетворяет требованиям надежности по j -му свойству если

$$P_j(T) \geq R_{j,u} , \quad (15)$$

где $R_{j,u}$ – нормируемый уровень надежности j -го свойства.

Выводы. Исследования свидетельствуют, что уровень надежности для предельных состояний первой группы соответствует вероятности безотказной работы 0,99865, а для второй группы предельных состояний – 0,95, т.е. соответствует обеспеченности расчетных сопротивлений материалов при расчете по первой и второй группам предельных состояний.

Перспективы дальнейших исследований. Важным, в дальнейших исследованиях, является анализ и соответствующие расчеты по совершенствованию схемы связи проектной марки бетона с численными значениями расчетных сопротивлений. Учет коэффициентов вариации прочности бетона, достигаемых на объектах с высокостабильной технологией.

Литература

1. ДБН В.1.2-14-2009 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009, 32с.
2. ДБН В.2.6-98-2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ, Мінрегіонбуд України, 2011, 71с.
3. Ю.Г. Хаютин. Монолитный бетон. - М., Стройиздат, 1991, 576с.
4. Железобетонные конструкции: Спец. Курс. Учеб. пособие для вузов/ В.Н. Байков, П.Ф. Дроздов, И.А. Трифонова и др.; Под ред. В.Н. Байкова. – 3-е изд. перераб. – М., Стройиздат, 1981, 767с.
5. ВСН 53 – 86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий. М., Госгражданстрой, 1986, 32с.

Анотація.

У статті розглянуто особливості забезпечення надійності залізобетонних конструкцій в житлових будинках. Запропоновано деякі заходи по зниженню зайвого запасу надійності на основі більш точного врахування міцності бетону з використанням імовірнісного розрахунку виходячи із заданого терміну експлуатації житлового будинку.

Abstract.

In the article the features of reliability of reinforced concrete structures in residential buildings. Proposed some measures to reduce excess inventory reliability based on a more accurate account of concrete strength using probabilistic calculation based on the specified lifetime of a house.

УДК: 662.612 — 428.4

Петрикевич Л.В., аспирант

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства, Украина*

Анотація

Виявлено доцільність застосування низькотемпературного опалення з точки зору скорочення витрат тепла на підігрів вентиляційного повітря. У приміщеннях із значною часткою тепловтрат з відпрацьованим вентиляційним повітрям ефект від такого рішення може досягти 20%.

Ключові слова: системи опалення, променисте опалення, вентиляція.

Постановка проблемы и анализ основных публикаций.

Уменьшение запасов ископаемых топлив приводит к их постоянному удорожанию. Особенно ощутимо это для Украины, так как доля затрат энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве нашей страны составляет около 40% суммарного энергопотребления экономики, что значительно превышает аналогичный показатель в европейских странах [1]. Таким образом, снижение энергозатрат на отопление помещений представляет собой важную задачу как для всей страны, так и для каждого потребителя тепла в отдельности. Достигнуть этого можно следующими известными способами:

- повышением эффективности работы существующего энергетического оборудования;
- применением нового экономного оборудования, такого как конденсационные котлы, тепловые насосы, солнечные коллекторы;
- увеличением термического сопротивления ограждающих конструкций зданий;
- утилизацией тепла отработанного вентиляционного воздуха;
- регулированием теплового потока отопительных приборов и, следовательно, производительности генератора тепла.

На наш взгляд, существует еще один эффективный способ снижения энергопотребления отопительных систем. Он связан с применением низкотемпературного лучистого отопления, которое позволяет использовать низкопотенциальное тепло окружающей среды с помощью специальных устройств (тепловых насосов, солнечных коллекторов, конденсационных котлов и т.д.) [2-5].

Целью настоящей работы является повышение эффективности применения систем водяного отопления за счет применения радиационных нагревательных приборов.

Исследование целесообразности применения низкотемпературного отопления в жилых и общественных зданиях.

Нагревательные приборы в таких системах имеют развитую площадь поверхности и температуру, ограниченную нормативными документами. Так, СНиП 2.04.05-91* предусматривает следующие ограничения температуры поверхности для строительных конструкций со встроенными нагревательными элементами:

26°С - для полов помещений с постоянным пребыванием людей;
 30°С - для обходных дорожек, скамей плавательных бассейнов;
 31°С - для полов помещений с временным пребыванием людей;
 28, 30, 33, 36, 38°С для потолков при высоте помещения, не превышающей соответственно 2,8, 3,0, 3,5, 4 и 6 м. [6].

Таким образом, средняя радиационная температура поверхностей t_R , обращенных в помещение, может значительно превышать таковую при конвективном отоплении. Следовательно, температура воздуха t_B в таком помещении может быть понижена согласно графической зависимости, известной как первое условие комфортности [7]:

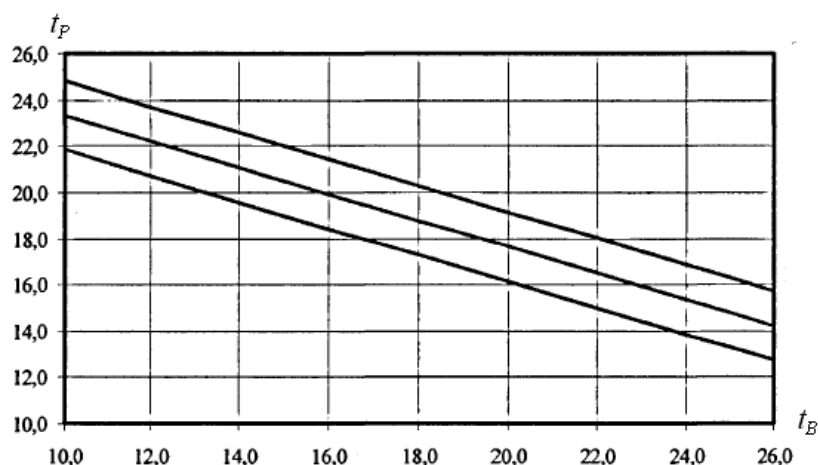


Рис.1. Диаграмма теплового комфорта.

Как видно из рисунка, при $t_R = 19^{\circ}\text{C}$ достаточно поддерживать температуру воздуха $t_B = 18^{\circ}\text{C}$, при $t_R = 20^{\circ}\text{C}$ $t_B = 16^{\circ}\text{C}$, при $t_R = 21^{\circ}\text{C}$ $t_B = 14^{\circ}\text{C}$. Возможная экономия энергии ΔQ , %, для подогрева вентиляционного воздуха составит в расчете на $1\text{ м}^3/\text{ч}$:

$$\Delta Q = \frac{Q_{\text{тк}} - Q_{\text{тл}}}{Q_{\text{тк}}},$$

$$Q_{\text{тк}} = mc\Delta t = mc(t_{\text{БК}} - t_{\text{Н}}),$$

$$Q_{\text{тл}} = mc\Delta t = mc(t_{\text{БЛ}} - t_{\text{Н}}),$$

$$\Delta Q = \frac{Q_{\text{тк}} - Q_{\text{тл}}}{Q_{\text{тк}}} = \frac{t_{\text{БК}} - t_{\text{БЛ}}}{t_{\text{БК}} - t_{\text{Н}}}$$

$t_{\text{БК}}$ – температура воздуха в помещении при конвективном отоплении, принята равной 20°C ;

$t_{БЛ}$ – температура воздуха в помещении при лучистом отоплении;
где $Q_{тк}$ – количество теплоты, необходимой для подогрева наружного воздуха до температуры $t_{БК}$,
 $Q_{тл}$ – количество теплоты, необходимой для подогрева наружного воздуха до температуры $t_{БЛ}$,
 m – расход вентиляционного воздуха,
 c – изобарная теплоемкость воздуха,
 $t_H=-18^{\circ}\text{C}$ – расчетная температура наружного воздуха для г.Одессы [6].

Численные значения ΔQ представлены в табл. 1:

Табл.1. Возможная экономия энергии для подогрева вентиляционного воздуха при снижении температуры внутреннего воздуха и температуре наружного воздуха $t_H=-18^{\circ}\text{C}$.

$t_R, ^{\circ}\text{C}$	19	20	21	22
$t_{БК}, ^{\circ}\text{C}$	20	20	20	20
$t_{БЛ}, ^{\circ}\text{C}$	18	16	14	12,5
$\Delta Q, \%$	5,3	10,5	15,8	19,7

По результатам расчетов построен следующий график зависимости ΔQ от t_R (рис.1):

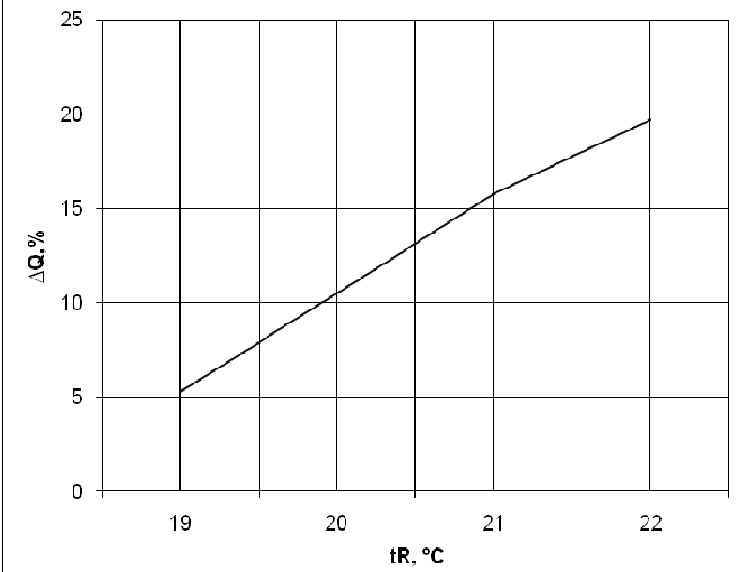


Рис.1. Зависимость $\Delta Q, \%$, от t_R

Примем, что средняя радиационная температура помещения поддерживается на уровне $t_R=21^{\circ}\text{C}$. Тогда при доли вентиляции в суммарных тепловых потерях помещения $\Delta Q_B, \%$, возможная экономия энергии для обогрева помещения $\Delta Q_{П}, \%$, составит (табл.2):

Табл.2. Возможная экономия энергии для отопления помещения при снижении температуры внутреннего воздуха и наружной температуре $t_H=-18^{\circ}\text{C}$.

$\Delta Q, \%$	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8
$\Delta Q_B, \%$	30	40	50	60	70	80
$\Delta Q_{П}, \%$	4,7	6,3	7,9	9,5	11,1	12,6

По результатам расчетов построен график зависимости ΔQ_{Π} , %, от ΔQ_B , % (рис.2):

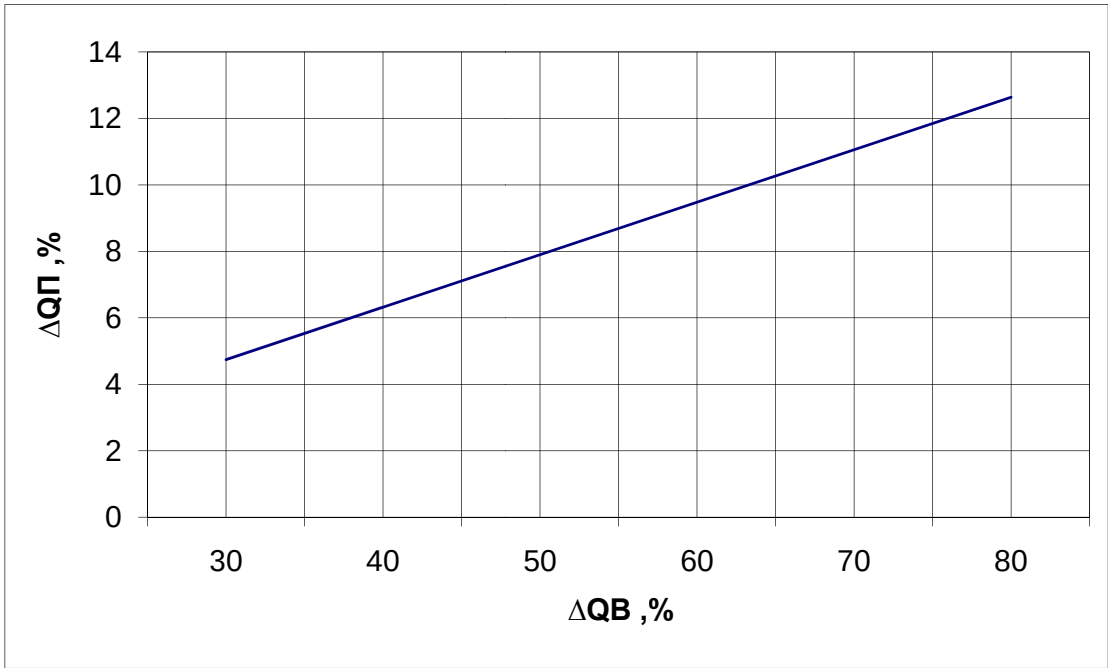


Рис. 2. Зависимость возможной экономии энергии для отопления помещения ΔQ_{Π} , %, от доли потерь тепла на нагревание вентиляционного воздуха в суммарных теплопотерях помещения ΔQ_B , %.

Поскольку температура наружного воздуха изменяется в течение отопительного периода (в нашем случае от -18 до 8°C), рассмотрим влияние этого изменения на величину экономии тепла в системе отопления помещения. Примем, что теплопотери с вентиляционным воздухом составляют 45% от суммарных потерь тепла [8]. Тогда при средней радиационной температуре внутренних поверхностей $t_R=21^{\circ}\text{C}$ экономия энергии на подогрев свежего воздуха ΔQ , % и, следовательно, на обогрев помещения ΔQ_{Π} , %, составит (рис.3):

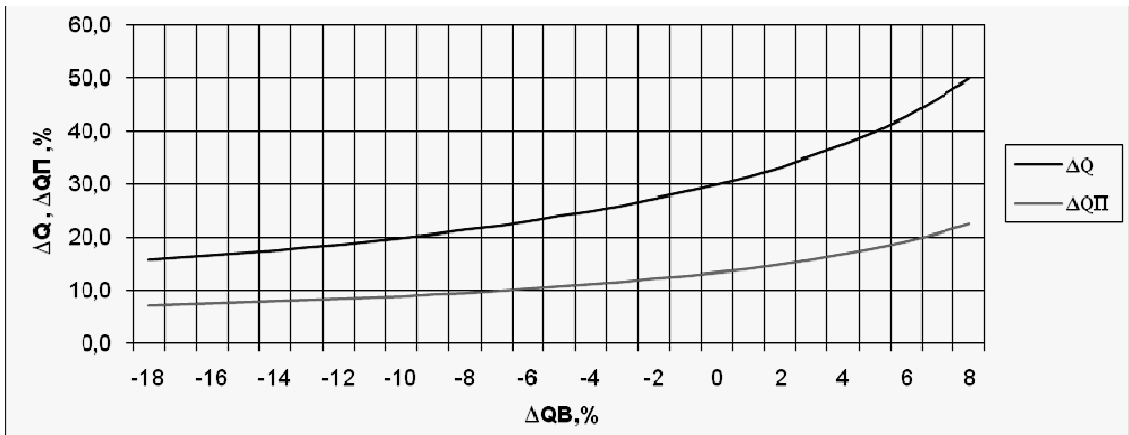


Рис. 3. Зависимость возможной экономии энергии для нагревания свежего воздуха ΔQ , % и отопления помещения ΔQ_{Π} , % от доли потерь тепла на вентиляцию ΔQ_B , %

Выводы:

Как видно из графиков, можно сделать вывод о целесообразности применения низкотемпературного отопления с точки зрения сокращения расхода тепла на подогрев вентиляционного воздуха. В помещениях со значительной долей теплопотерь с отработанным вентиляционным воздухом эффект от такого решения может достигнуть 20%.

Литература:

1. Круковский П.Г., Тадля О.Ю., Метель М.А., Пархоменко Г.А. Анализ путей уменьшения энергозатрат за счет периодического снижения температуры воздуха отапливаемых помещений // Пром. теплотехника, 2008, т.30, №2, С.79;
2. Зайцев О.Н., Любарец А.П. Проектирование систем водяного отопления (пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических ВУЗов). Вена – Киев – Одесса, 200с., с.131 – 134;
3. Довмир Н.М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов // Пром. теплотехника. — 2008. № 5 с. 62-68;
4. Долинский А.А., Драганов Б.Х. Тепловые насосы в системе теплоснабжения зданий // Пром. теплотехника. — 2008. № 6 с. 71-83;
5. Накорчевский А.И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома // Пром. теплотехника. — 2009. № 1 с. 67-73;
6. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Киев 1996;
7. Богословский В.Н. Теплообмен в помещении с панельно-лучистой системой обогрева // Водоснабжение и санитарная техника. — 1961. № 9 с. 23-28;
8. Гершкович В.Ф. Энергосберегающие системы жилых зданий. Пособие по проектированию // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2007.№8.

Abstract

Petrekevich LV, graduate student

Energy efficiency of low-temperature systems of water heating

National Academy of Environmental Protection and Resort Development,
Ukraine

Revealed the feasibility of a low-temperature heating in the reduction of heat consumption for heating the ventilation air. In areas with a high proportion of spent heat ventilation air effect of such solutions may reach 20%.

Keywords: heating, radiant heating, ventilation.

УДК 725

Плоский В.О., д-р т.н., професор
Гетун Г.В., к.т.н., доцент,
Кошева В.О., асистент

ОСОБЛИВОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Анотація.

У статті розглянуті системи витяжної вентиляції багатоповерхових житлових будинків з точки зору «енергозбереження». Наведена класифікація, основні характеристики, область використання та схеми теплоутилізаторів, які рекомендується використовувати для приточно-витяжної вентиляції приміщень багатоповерхових житлових будинків із механічним спонуканням.

Норми проектування житла [1], які поширюються на проектування нових і реконструкцію житлових будинків України з 1 січня 2006 року, включають розділ «Енергозбереження» з визначенням основних вимог до енергозберігаючих інженерних систем. Майже всі житлові будинки України використовують теплову енергію, отриману з природного газу, а тому для оцінки ефективності енергозберігаючих заходів використовується критерій «скорочення споживання газу або палива».

Нормативи розрахунку теплової потужності системи опалення багатоповерхових житлових будинків за діючими нормативами теплозахисту приміщень розподіляються з урахуванням наступних факторів тепловтрат:

- трансмісійних через огорожувальні конструкції, 36%;
- втрат теплоти для нагрівання вентиляційного повітря, 45%;
- втрати теплоти ділянок зовнішніх стін, розташованих за радіаторами, та трубопроводами в неопалюваних приміщеннях, 4%;
- додаткового теплового потоку від радіаторів із фактичною поверхнею тепловіддачі, що перевищує розрахункове значення за рахунок округлення кількості секцій, 5%;
- нормативної надбавки до величини теплової потужності за вимогами використання радіаторних термостатичних клапанів, 10%.

Найбільше впливає на теплову потужність системи опалення житлових будинків теплові втрати з вентиляційним повітрям.

У масовому житловому будівництві (соціальне житло II категорії) прийнята **організована система витяжної вентиляції з природним спонуканням**, яка забезпечує повітрообмін за рахунок різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря через спеціально влаштовані приточні та витяжні прорізи і канали, розміри та ступінь відкритості яких

регулюються. Відпрацьоване повітря видаляється безпосередньо із зони його найбільшого забруднення (кухонь і санітарних приміщень) через природну **витяжну каналну вентиляційну систему**. Його заміна відбувається за рахунок зовнішнього повітря, що потрапляє через нещільності зовнішніх огорожень приміщень квартири (головним чином віконних заповнень), яке нагрівається системою опалення. Таким чином відбувається повітрообмін в усьому об'ємі квартири.

В останні роки, за рахунок використання огорожувальних конструкцій та вікон із високими теплозахисними характеристиками і низькою повітропроникністю, спостерігається тенденція до суттєвого збільшення герметичності житлових будинків, що призводить до зниження інфільтрації та повітрообміну в приміщеннях.

Для здійснення організованого притоку зовнішнього повітря в приміщення житлових будинків рекомендується використовувати регульовані припливні пристрої. Одним із можливих варіантів є використання щілиноподібних вентиляційних клапанів, які встановлюють у верхній частині віконної рами, що регулюються механічним шляхом відкривання і закривання засувки. В конструкціях сучасних вікон із ПВХ передбачаються спеціальні вентиляційні клапани.

У системах із природним спонуканням допускається встановлювати у кухнях і санвузлах *місцеві витяжні вентилятори* при викиді повітря з індивідуальних витяжних каналів цих приміщень безпосередньо в атмосферу, а також у випадку їх приєднання до збірної шахти через канал-супутник за умови, що питомий опір тертю при русі повітрі у збірній шахті під час роботи усіх приєднаних до неї місцевих вентиляторів не перевищуватиме 0,65 Па/м.

При проектуванні житлових будинків I категорії (комерційне житло) проектують **витяжну вентиляцію з механічним спонуканням**, яка забезпечує повітрообмін за рахунок різниці тисків, що створюється вентилятором або ежектором і дає можливість якісної очистити повітря та надати йому необхідної температури і вологості.

Витяжна вентиляція з механічним спонуканням на відміну від каналної організованої системи вентиляції з природним спонуканням забезпечує гарантований повітрообмін у приміщеннях при будь-яких погодних умовах.

Для забезпечення надходження в приміщення зовнішнього повітря, що відповідає за об'ємом кількості видаленого, використовують приточні пристрої, вбудовані у віконні коробки. Відпрацьоване повітря вилучається з приміщень через витяжні пристрої з автоматичним регулюванням, які забезпечують проходження через них постійних розрахункових витрат повітря. Для утилізації тепла, вилученого з повітря, у витяжних пристроях передбачають теплообмінник-утилізатор, через який проходить відпрацьоване повітря, охолоджується та вилучається в атмосферу. Тепло, вилучене з повітря використовують для забезпечення гарячого

водопостачання. Підвищені енерговитрати на роботу вентиляторів компенсують за рахунок утилізації тепла видаленого повітря за допомогою теплонасосних установок.

Приточно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням в багатоповерхових житлових будинках може бути: *централізованою* на весь будинок, секцію або групу квартир, із однією або декількома вентиляційними камерами або *індивідуальною* (квартирною) з установкою в квартирах приточних і витяжних клапанів постійних витрат повітря та з утилізацією теплоти вилученого повітря в рекуперативних теплообмінниках.

При *централізованій* приточно-витяжній механічній системі вентиляції багатоповерхових житлових будинків постійний повітрообмін забезпечується роботою центрального витяжного вентилятора, мережею повітроводів, які зв'язані з кожною квартирою. Сталість повітрообміну забезпечується використанням приточних клапанів постійних витрат, які монтують у стулках вікон, і саморегулювальними витяжними клапанами на кухні, у ванній кімнаті та санвузлі. Постійно працююча система вентиляції квартир з використанням приточних клапанів, вбудованих у стулки вікон або зовнішні стіни при температурах нижче -10°C призводить до теплового дискомфорту, який зв'язаний із нерівномірним розподілом температури і швидкості руху повітря в приміщеннях. Ефективність такої системи вентиляції покращується при використанні теплоутилізатору із проміжним теплоносієм із теплообмінником «рідина-повітря» (рис. 1).

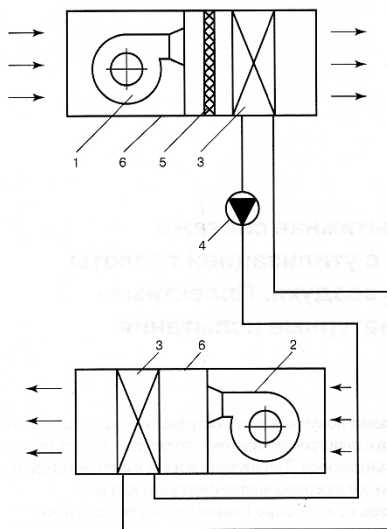


Рис. 1. Утилізатор теплоти вентиляційного повітря з проміжним теплоносієм:

- 1 – приточна вентиляційна установка; 2 – те саме, витяжна;
- 3 – теплообмінник;
- 4 – циркуляційний насос;
- 5 – фільтр; 6 – корпус утилізатору

При проектуванні в багатоповерхових житлових будинках централізованих систем витяжної вентиляції з механічним спонуканням слід застосовувати вентилятори і шумопоглинальне обладнання з характеристиками, що виключають проникнення до житлових приміщень шуму, який перевищує допустимий для нічного часу рівень, встановлений чинними нормами [3*]. Витяжні вентилятори (робочий і резервний)

центральної системи встановлюють на рівні верхнього технічного поверху та проектують для безперервної цілодобової роботи з автоматичними перемиканням і вмиканням резерву. Повітропроводи центральних систем витяжної вентиляції з механічним спонуканням повинні проектуватися з пристроями для гідравлічного балансування системи.

При влаштуванні *індивідуальної (квартирної)* механізованої приточно-витяжної системи вентиляції забезпечується утилізація теплоти вилученого повітря для підігрівання приточного повітря в теплоутилізаторах, які поділяють на:

- рекуперативні на базі пластинчастих повітряних теплообмінників (рис. 2);
- регенеративні з обертовою теплообмінною насадкою (рис. 3).

Регенеративні теплоутилізатори мають суттєвий недолік – вірогідність змішування у корпусі апарату частини вилученого повітря з приточним, що може привести до переносу неприємних запахів і бактерій. Тому такі пристрої рекомендується використовувати у межах однієї квартири або одноквартирного будинку.

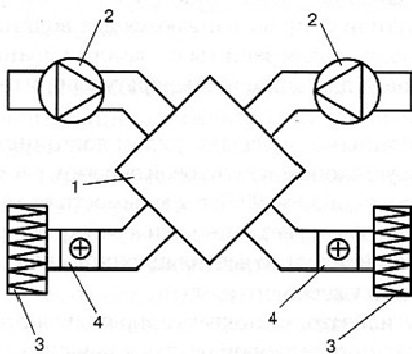


Рис. 2. Теплоутилізатор рекуперативного типу з пластинчастим повітряним теплообмінником:

- 1 – теплообмінник; 2 – вентилятори;
3 – фільтр; 4 – повітронагрівачі

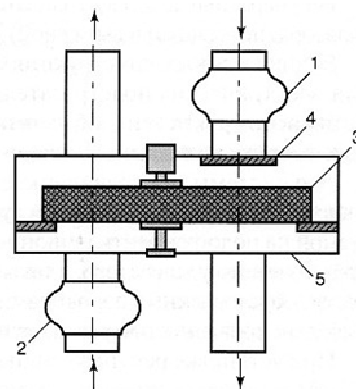


Рис. 3. Теплоутилізатор регенеративного типу з обертовою теплообмінною насадкою:

- 1 – вентилятор приточного повітря;
2 – те саме, вилученого повітря;
3 – обертова теплообмінна насадка;
4 – фільтр; 5 – корпус утилізатору

До складу рекуперативних теплоутилізаторів входять приточний і витяжний вентилятори, пластинчастий теплообмінник і фільтри, а тому цей недолік усунений.

У сучасних конструкціях теплоутилізаторів вбудовують два водяних або електричних підігрівача. Один для захисту від заморожування витяжного тракту теплообмінника, другий – для догрівання температури приточного повітря до заданого значення (рис. 4).

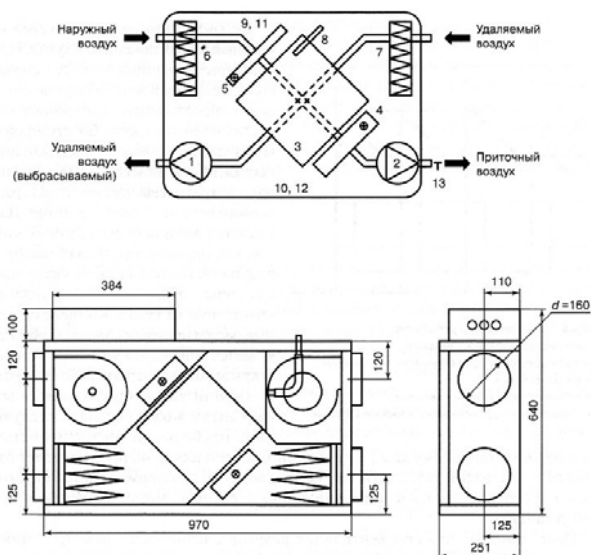


Рис. 4. Теплоутилизатор рекуперативного типа с пластинчатым теплообменником із установкою підігрівача повітря в квартирі:

1 – вентилятор вилученого повітря; 2 – те саме, приточного повітря; 3 – пластинчастий теплообмінник; 4 – електричний нагрівач; 5 – підігрівач теплообмінника; 6 – фільтр для зовнішнього повітря (клас EU5); 7 – фільтр для вилученого повітря (клас EU5); 8 – датчик проти замерзання теплообмінника; 9, 10 – автоматичне скидання термозахисту; 11, 12 – те саме, ручне; 13 – датчик температури приточного повітря

Приклад розміщення компактного приточно-витяжного агрегату з пластинчастим рекуператором у підшивній стелі гостевого санітарного вузла біля кухні, для експериментального багатоповерхового каркасно-монолітного житлового будинку в Москві наведений на рис. 5. Забор приточного повітря здійснюється через теплоізований повітровід та отвір у зовнішній стіні лоджії кухні. Вилучене повітря забирається з приміщень кухні та санітарного вузла. Сучасні теплоутилизатори обладнують системою автоматики з контролером і пультом управління. Система управління вентиляторами дозволяє вибрати фіксовані режими витрат повітря, що відповідають кратності повітрообміну від 0,48 до 1,15 1/год.

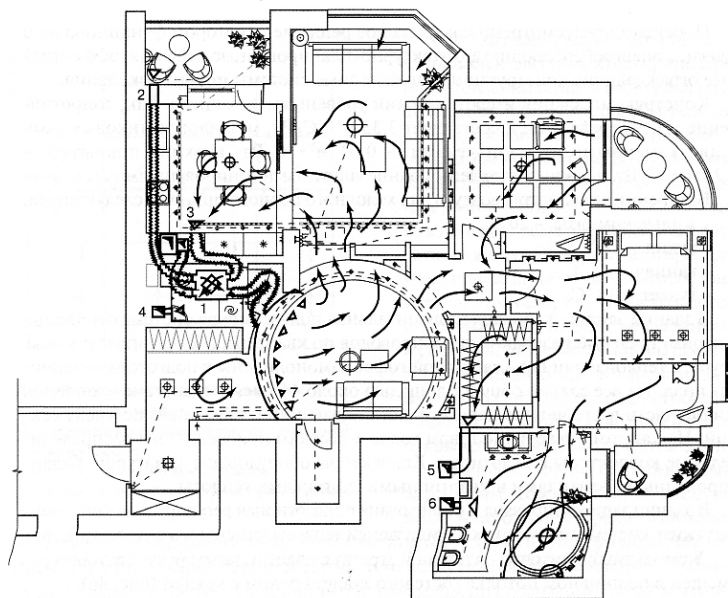


Рис. 5. План квартири багатоповерхового житлового будинку із індивідуальною механізованою приточно-витяжною системою вентиляції:

1 – приточно-витяжна установка з теплоутилизатором; 2 – воздухозабір із лоджії; 3 – витяжка з кухні; 4 – витяжка з гостевого туалету; 5 – витяжка із гардеробу; 6 – витяжка з ванної кімнати; 7 – перфорований повітророзподільник на стелі

За результатами розрахунків та експериментальних досліджень приміщень квартир багатоповерхових житлових будинків, в яких використовуються приточно-витяжні агрегати з пластинчастими рекуператорами із установкою підігрівача повітря, втрати теплоти на вентиляцію квартир зменшуються з 70 кВтгод/(м²рік) до 44 кВтгод/(м²рік), тобто на 43% [34*].

Основними перевагами механічної системи вентиляції, крім зменшення втрат теплоти для нагрівання вентиляційного повітря, є підвищення ефективності дії вентиляції: збільшення кількості зовнішнього приточного повітря для видалення шкідливих речовин із повітря приміщень; забезпечення стабільної та незалежної від погодних умов і планування квартир роботи вентиляційної системи; можливість механічної очистки та регулювання температури і вологості приточного повітря.

Якщо порівнювати ефективність традиційної природної каналної витяжної вентиляції та інженерних систем нового покоління за критеріями якості повітря, витрат теплової енергії в системах вентиляції та акустичного режиму, можна зробити висновок, що найкращим є приточно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням і утилізацією теплоти вилученого повітря в рекуперативних теплообмінниках.

Литература:

1. Гетун Г.В. Архитектура будівель та споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник. – К.: Кондор, 2011. – 348 с.
2. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Держбуд України, 2005. – 36 с.
3. Ливчак И.Ф., Наумов А.Л. Вентиляция многоэтажных зданий. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2005. – 136 с.
4. Соловьёв А.К. Физика среды: Учебник. – М.: АСВ, 2011. – 352 с.
5. Гершкович В.Ф. Энергосберегающие системы жилых зданий. Пособие по проектированию. – узд КиевЗНИИЭП. – 2009.

Аннотация

В статье рассмотрены системы вытяжной вентиляции многоэтажных жилых зданий с точки зрения «энергоэффективности». Приведена классификация, основные характеристики, область использования и схемы теплоутилизаторов, которые рекомендуется использовать для приточно-вытяжной вентиляции помещений многоэтажных жилых зданий с механическим побуждением.

VENTILATION FEATURES IN MULTISTOREY RESIDENTIAL BUILDINGS

Abstract

The article considers the exhaust systems of ventilation in multistorey residential buildings from the point of view of "efficient energy". Analyzed classification, the main characteristics, area of use, heat recovery schemes, which are recommended to be used for exhaust systems of ventilation with mechanical drive in multistorey residential buildings.

ОГЛЯД ІСТОРИЧНОГО РОЗВИТКУ МЕБЛІВ, ЩО ТРАНСФОРМУЮТЬСЯ

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

Анотація. У статті проводиться огляд історичного розвитку меблів, що трансформуються. Докладніше розглянутий розвиток корпусних меблів, а саме- столів трансформерів.

Постановка проблеми. Меблі, що трансформуються - перспективний напрям меблевого дизайну ХХІ століття, здатний на новому рівні вирішувати проблеми житлового середовища. Історичні прототипи таких меблів дозволяють прослідкувати їх розвиток. Затребуваність динамічних меблів-трансформерів в житловому середовищі спонукає дизайнерів в області проектування меблів створювати нові засоби трансформації та втілювати їх у функціональних та естетичних виробах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. М. І. Канева торкається аналізу історичних видів меблів, що трансформуються, що доводить - досвід минулого є основою для створення меблів-трансформерів, які відповідають вимогам сучасності [2]. Трансформовані системи є найефективнішим засобом вирішення проблем, пов'язаних з організацією життєдіяльності дитини, відмічається у книзі С. П. Мигаля "Проектування меблів" [1]. На базі сучасних конструкційних матеріалів, фурнітури, механізмів та засобів трансформації можливо створювати нові зразки багатофункціональних трансформерів - столів, стільців, крісел, меблів для відпочинку та інших виробів різного функціонального призначення [3].

Основна частина. В кожену епоху виникали меблі, що відрізнялися своєю багатофункціональністю. Трансформовані меблі, як умовно називаються меблеві предмети, розраховані на деякі перетворення в процесі їх використання, набули особливого поширення з появою масового, але не дуже просторого житла.

Найдавніші з відомих зразків меблів були знайдені в Єгипті в царських похованнях III століття до нашої ери. Це були меблі із простими трансформаціями – наприклад похідні табурети на схрещених ніжках.

У романський період - це скриня, що замінювала собою, в міру необхідності, стіл, стілець, ліжко або шафу. За часів високого Відродження з'явилися шафи-бюро для зберігання різних речей та відкидною дошкою для письма.

У XVIII столітті розвиток механіки, впроваджений в меблеве виробництво, зробив трансформацію меблів більш різноманітною. Це дозволило створювати зразки меблів, цікавість і несподіванка перетворень

яких ставали іноді пріоритетними якостями. З'являється свого роду мода на шафи-кабінети з масою висувних та потайних скриньок. Застосування для трансформації меблів рухливих механізмів було пов'язане з прагненням до особливого комфорту та компактності предметів обстановки, оскільки у невеликому житлі від меблевого убрання вимагалася виняткова функціональність. Особливого успіху досягли в цьому німецькі майстри, у тому числі що працювали в Парижі Ж.-А. Різенер, А. Вейсвейлер, Д. Рентген. Їх меблі викликали загальне захоплення, що сприяло їх розвитку та різноманіттю трансформацій.

З кінця XIX століття, коли побут став демократичнішим, трансформовані меблі стали дуже актуальними. Для зручності та економії місця ідеальним рішенням в той час стали дивани-ліжка. Вони могли мати функціональні надбудови у вигляді полиць та бічних тумбочок. Набуло поширення спальне місце у вигляді кухонного столу-ліжка, що мало вигляд тумби. У Німеччині це були ліжка з розміщеним в них ящиком для зберігання білизни. Зазвичай використовувалися такі меблі-трансформери для облаштування невеликих кімнат для слуг.

Наступним предметом меблів, що трансформувалися прийнято вважати англійські комоди, які в звичайних умовах служили предметом меблів, а при переїздах виконували функції валізи.

З'явилися ексклюзивні, зроблені вручну предмети меблів, які окрім функціональності мали ще одну відмінну якість - можливість прикрашати простір.

Захоплення створенням багатофункціональних меблевих агрегатів особливо характерно для творчих пошуків функціоналістів 20-х рр. XX століття. Серед дизайнерів того періоду виділяється Ейлін Грей, яка відкрила декілька перспективних напрямів у новому формоутворенні меблів. Серед зразків її творчості - багатофункціональні агрегати та трансформовані меблі. Це журнальні столики змінної висоти, столики із скла та металу з рухливим пристроєм функціональних деталей, що легко переміщуються, шезлонг, що трансформується - її версія "машини для сидіння та відпочинку".

XX століття разом з вимогою функціональності та необхідності промислового тиражування меблів висунуло і вимогу компактності та навіть портативності, яка відбита у формулюванні "зникаючі меблі" сутність якого - важливі не меблі як предмет, а їх функція. Можливість поєднання різних функцій в одному підвищило практичну значущість меблевих предметів. Одним з найяскравіших виразників цієї ідеї став дизайнер-експериментатор Джо Коломбо. Він створив універсальний житловий контейнер для підлітка, що є компактным об'ємом у формі паралелепіпеда розміром з ліжку, розташоване вище звичайного, де знаходилися письмовий стіл, стілець та ящик для зберігання білизни, одягу і книг. Конструкція, що працює за принципом "матрьошки", дуже затребувана до цього дня, наприклад, в Японії.

Сьогодні меблі, що трансформуються - це окремий сегмент в меблевому виробництві.

Найбільш поширеною групою цього сегменту вважаються корпусні меблі-трансформер, яка включає більшість відомих видів меблів для будинку та офісу, тобто різноманітні шафи, комоди, гірки, стінки, стелажі, столи і таке інше. Корпусними меблями називають такі зразки меблевої продукції, які вироблені за допомогою з'єднання горизонтальних та вертикальних елементів. При цьому поверхні, що утворюють меблі, можуть бути як абсолютно рівними та плоскими, так і рельєфними. Корпусні меблі завжди надавали дизайнерам простір для творчості та пошуку нових, незвичайних рішень. Поступово в корпусні меблі стали вбудовуватися відкидні ліжка, столи, книжкові полиці, діагональні та кутові письмові столи. Комбінування різних елементів, трансформація одного виду меблів в інший - усе це дає можливість повною мірою відчувати переваги та достоїнства меблів-трансформерів. У компактному вигляді такі меблі не займають багато місця, а нескладні дії перетворюють їх на повноцінні предмети інтер'єру, готові виконувати своє призначення.

Висновок. Головна перевага трансформованих меблів - це висока функціональність та можливість економії простору приміщення. Також трансформер дає можливість урізноманітнити та оживити стандартну обстановку та стає справжньою цікавинкою інтер'єру. Ось чому їх час не закінчується, а дає можливість успішного розвитку нових технологій та ідей трансформацій. З часом меблі, що трансформуються стають усе більш різноплановими, стильними та дорогими. Це предмети інтер'єру, які на противагу стандартним меблям залишають простір для людей, які там живуть.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку. Актуальність проблеми передбачає продовження дослідження в цьому напрямку.

Література

1. Мигаль С. П. Проектування меблів., Навчальний посібник. –Львів, 1999.
2. Канева М. И. Мебель-трансформер. Исторические прототипы интерактивной мебели будущего. – СПб, Ноосфера, 2007.
3. Дячун З. І. Конструювання меблів. Частина 1. Корпусні вироби .- Києво-Могилянська Академія, 2011.

Аннотация. В статье проводится обзор исторического развития трансформирующейся мебели. Подробнее рассматривается развитие корпусной трансформируемой мебели - столов трансформеров.

Abstract. The review of historical development of the transformed furniture is conducted in the article. Development of the cabinet-type transformed furniture is more detailed examined - tables of transform.

УДК 624.047.2:624.157

Пшеничная-Ажермачёва К.С.

УСТОЙЧИВОСТЬ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВОЛНОВЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Национальная академия природоохранного и курортного строительства, Украина

Аннотация

Рассматривается несущая способность обводненных грунтов под основанием сооружения при волновых и циклических нагружениях. Показано влияние порового давления воды в грунте на переход его в жидкое состояние. Дается оценка устойчивости сооружений при дренируемых и недренируемых подстилаемых грунтах. Указываются некоторые пути повышения устойчивости морских сооружений при их эксплуатации.

Сооружение, устойчивость, грунты, поровое давление, разжижение

Введение. В настоящее время с развитием добычи углеводородов на морских месторождениях обостряется проблема обеспечения устойчивости морских сооружений при воздействии волн, ледовых полей, сейсмических воздействиях и т. п.

Отличительной особенностью таких сооружений является то, что они имеют значительную массу и большую теневую поверхность, подверженную морским волнам и ветру.

Эти сооружения, как правило, опираются на рыхлые водонасыщенные грунты, в отличие от «обычных» гидротехнических сооружений (плотины, дамбы и др.). Поэтому расчет грунтовых условий, обеспечивающих их устойчивость, существенно отличается от расчета «обычных» гидротехнических сооружений.

Морские сооружения для разведки и добычи нефти и газа на месторождениях континентального шельфа имеют различные способы закрепления к морскому дну [1].

Цель и задачи исследования — определение возможных причин потери устойчивости морских сооружений при волновых и сейсмических воздействиях.

Анализ основных исследований и публикаций. Устойчивость сооружений в первую очередь обеспечивается постоянством механических характеристик грунтовых слоев под основанием сооружения. Однако механические характеристики подстилающих слоев грунта могут менять свои показатели по многим причинам, которые зависят как от свойств и состояния грунта, так и от воздействий сооружения при их эксплуатации.

Исследования поверхностных слоев грунта при штормовых волновых воздействиях показывают, что происходят вертикальные деформации

донной поверхности, изменение напряженности грунта, при этом поровое давление меняется [2].

Считается, что поверхностные волны могут создавать на поверхности дна гидродинамические давления, величина которых в большинстве расчетных моделей определяется по выражению:

$$P_B = \frac{\gamma_b H}{2chkd},$$

где P_B — амплитуда гидродинамического волнового давления;

γ_b — объемная масса жидкости;

k — волновое число;

d — глубина жидкости;

H — высота волны.

При волновом воздействии при определенных условиях в донных грунтах наблюдается остаточное поровое давление [3]. При этом, как полагает ряд авторов, именно остаточное поровое давление может приводить к частичному или полному разжижению грунта. По мнению исследователей [2,3], разжижение песчаного грунта при волновом воздействии наступает в момент, когда величина остаточного порового давления становится равной величине эффективных напряжений в грунте, что возможно при недренированных условиях нагружения или низкой проницаемости грунтов.

Методика исследований. При изучении и расчете оснований морских сооружений гравитационного типа исследования следует проводить по следующим направлениям:

- а. изучение геотехнических условий строительства;
- б. расчет оснований по несущей способности;
- с. расчет по деформациям.

При расчете основания под сооружение необходимо учитывать дренажные способности грунтов. Недренированные условия нагружения характерны для грунтов низкой проницаемости, таких как глины, илы, суглинки и т. п., они более предрасположены к разжижениям и просадкам.

Методы расчета осадок, предлагаемые в работах [4, 5, 6], основаны, как правило, на известных зависимостях теории упругости и практически не отличаются от методов расчета осадок для условий суши.

При возведении морских сооружений на континентальном шельфе всегда существует возможный риск разжижения грунта, что может вызвать его деформации за счет изменения механических характеристик грунта и, как следствие, привести к аварийным ситуациям. Особое внимание обращается на необходимость информации о повышении давления воды в порах подстилающего грунтового основания, вызываемом динамическими нагрузками от штормовых волн и от сооружения при его отклике на штормовые воздействия, ветер, землетрясения и т. п.

Известно, что при повышении давления воды в порах грунта его механические характеристики заметно снижаются, что ведет к разжижению подстилающих слоев основания.

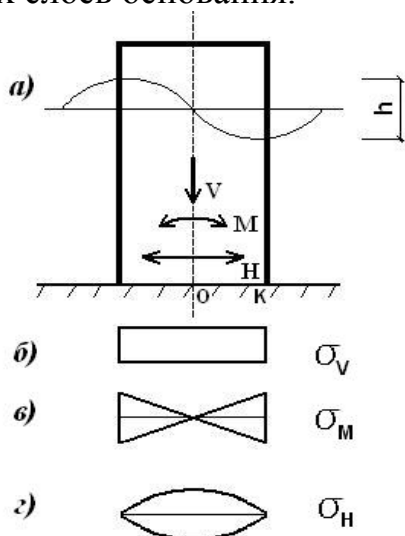


Рис.1. Расчетная модель грунта: *a* — сооружение и действующие нагрузки; *б* — напряжения в грунте от собственного веса V ; *в* — напряжения в грунте от M ; *г* — напряжения в грунте от H .

Рассмотрим расчетную модель грунта при волновых и других динамических воздействиях на сооружение (рис.1). На грунт действует вертикальная нагрузка V от массы сооружения; кроме того, действует горизонтальная нагрузка H , зависящая от высоты волн h , скорости ее набегания на опору, конфигурации и размеров опоры. Горизонтальная сила H вызывает момент M на границе контакта опоры с основанием.

Результаты и их анализ. Обычно при расчете опоры на волновое воздействие принимают условный шторм 1% обеспеченности. При его шестичасовой продолжительности вероятностное распределение высоты волн хорошо описывается распределением Гаусса (рис.2). Имея величины V , h , H и M , можно определить нормальные и касательные напряжения в грунтовом основании.

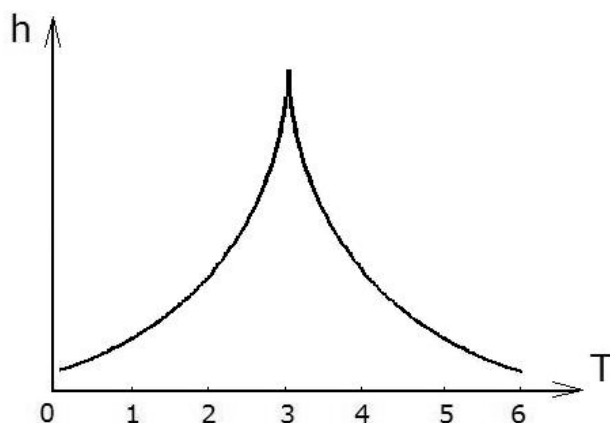


Рис.2. Распределение высот волн h во время шторма.

При воздействии штормовых волн опора циклически стремится повернуться вокруг точки О, и в соответствии с этими циклами меняется направление смещения основания опоры относительно грунта. В точке К изменяются как нормальные, так и касательные напряжения.

Как отмечалось выше, чем больше давление воды в порах грунта, тем быстрее он разжижается. В процессе разжижения грунта, помимо степени его водопроницаемости, большую роль играют размеры опирания сооружения, размеры грунтовых слоев всего подстилающего основания, фильтрационные способности грунтовых слоев и т.п. При отводе воды уровень напряжений в грунте, определяющий начало разжижения, может быть повышен. Отвод воды непосредственно влияет на повышение степени устойчивости сооружений, таких, как морские гравитационные платформы, опорные конструкции самоподъемных буровых установок и т.п.

Лабораторные и натурные исследования грунтовых условий для Северного моря специалистами ФРГ [7] показали, что при уменьшении порового давления воды в грунте в основании сооружения значительно повышается устойчивость, снижается вероятность разжижения грунта, обеспечивается надежная работа в заданный период эксплуатации.

Перспективы дальнейших исследований. За счет отвода воды из грунтовой массы под сооружением коэффициент устойчивости его может быть повышен на 15-25%, а при определенных условиях и до 50%, а это указывает то направление, разрабатывая которое, конструкторы будут обеспечивать морским сооружениям повышенную их устойчивость на сильно обводненных грунтах.

Выводы

1. Водонасыщенный слабый грунт может быть причиной потери устойчивости морского сооружения в результате его разжижения.
2. Способствуют разжижению высокое поровое давление воды и напряженное состояние грунта в подстилающем слое от воздействия штормовых волн, сейсмических проявлений, массы сооружения и характера его воздействия на грунт.
3. Дренирующие грунты более устойчивы к разжижению в результате быстрой фильтрации поровой воды.
4. Повышению устойчивости грунтовых слоев в основании сооружения и обеспечения его безопасной эксплуатации в заданном промежутке времени способствует искусственное дренирование грунта за счет специальных конструктивных решений.
5. При потере устойчивости морских платформ для добычи углеводородов на континентальном шельфе могут наблюдаться не только экономические потери, но и большие отрицательные экологические последствия и даже катастрофы.

Литература

1. Симаков Г.В., Шхинек К.Н., Смелов В.А. и др. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе. - Л., Судостроение, 1989. - 328 с.
2. Finn Lian W., Siddharham R., Martin G.R. Response of Seafloor to Ocean Waves. - J. Geotechn. Eng., Vol.109, №4, 1983. - pp. 556-572.
3. Martin G.R., Lan I. Pore-Pressure Dissipation During Offshore Cyclic Load. - J. Geotechn. Eng. Div. Vol.106, 1980. - pp. 981-987.
4. Davis E.N., Pouls N.G. The Use of Klastic Theory for Settlement Prediction Under Three Dimensional Conditions. - J. Geotechn., Vol.18, №1, 1963. - pp. 233-303.
5. Skempton A.W., Bjerrum L.A., Contribution to the Settlement Analysis of Foundations on Clay. - J. Geotechn. Vol.7, №4, 1957. - pp. 168-178.
6. Mitchell J.K. Fundamentals of Soil Behavior. New York, 1976, pp. 422.
7. Jessberger H.L., Jordan P. Bodenmechanische Aspekte fur standsicherheits betrachtung von. Offshore. - Bauserken. Bautechn. №6. 1980. - pp.181-184.

Анотація

Розглядається несуча здатність водонасичених ґрунтів під основою споруди при хвилевих і циклічних навантаженнях. Показано вплив порового тиску води в ґрунті на перехід його в рідкий стан. Надається оцінка стійкості споруд при дренажних і недренажних підстилаючих ґрунтах. Вказуються деякі шляхи підвищення стійкості морських споруд при їх експлуатації.

Споруда, стійкість, ґрунти, поровий тиск, розрідження

Abstract

Bearing strength of moist grounds is examined under founding of building at wave and cyclic loadings. Influence of porous pressure of water is shown in soil on passing of him to the liquid state. The estimation of stability of building is given at the drainable and undrainable laid soils. Some ways of increase of stability of marine building are specified during their exploitation.

Building, stability, soils, porous pressure, dilution

Свинаренко Д.М., старший викладач

ІНТЕГРАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОЗНАКИ БАГАТОТОНОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, ІНВАРІАНТНІ СТОСОВНО ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,
Україна*

Анотація

У роботі пропонується спосіб узагальненого інформаційного опису багатоспектральних растрових зображень на основі системи інформаційних характеристик, інваріантних стосовно геометричних перетворень.

Постановка проблеми. Розпізнавання геометричних форм зображень, отриманих центральним проєкціюванням, є однією з основних проблем у ряді прикладних областей, зокрема інтерпретації видових даних дистанційного зондування Землі з великовисотних носіїв.

Зміна позиційних умов проєкціювання спричиняє спотворення просторових розподілів яскравостей таких зображень, що зменшує достовірність існуючих автоматизованих методів їхнього розпізнавання. Для кількісного опису оцінки таких зображень в автоматизованих системах їх тематичного аналізу необхідна система інформаційних характеристик зображень, інваріантна стосовно таких спотворень.

Аналіз основних досліджень та публікацій. У роботах [1-3] була запропонована система інформаційних ознак геометричних форм проєкційних зображень, інваріантна до афінних перетворень геометричних форм. У роботах [4, 5] запропонована система інтегральних інформаційних ознак, інваріантна до загальної афінної групи на площині. Ці результати отримані стосовно неперервних розподілів яскравостей по полю зображення. Між тим, сучасні засоби дистанційного зондування формують зображення, які вже на момент фіксації мають растровий характер.

Основна частина. Для використання фізичної подібності у розпізнаванні образів потрібно визначити певну систему фізичних характеристик. Відомо, що будь-яка розмірна функція фізичних змінних може завжди бути перетворена до безрозмірної функції (π - теорема теорії розмірностей [6]). Фізичні об'єкти вважаються подібними, якщо їх безрозмірні характеристики збігаються. Такими характеристиками можна обрати декартові моменти зображень, які завжди можна трансформувати у безрозмірні моменти. Таким чином стає можливим використання цих безрозмірних моментів у класифікації об'єктів та розпізнаванні образів.

Як відомо, декартові моменти визначаються наступним чином:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad (1)$$

де p, q – цілі невід’ємні числа; x, y – координати елементів зображення.

Розглянемо операцію масштабування зображення,

$$x' = \alpha x, y' = \alpha y, \quad (2)$$

де α – коефіцієнт масштабування, штрихом позначені перетворені величини. Згідно до [4] декартові моменти масштабованого зображення визначаються наступним виразом:

$$\bar{m}_{pq} = \alpha^{-(p+q+2)} m_{pq}, \quad (3)$$

де m_{pq} – декартові моменти еталонного зображення; $\bar{m}_{pq}$ – декартові моменти масштабованого зображення.

Зважаючи, що $\bar{m}_{00} = \alpha^{-2} m_{00}$, маємо:

$$\bar{m}_{00}^{(p+q)/2+1} = \alpha^{-(p+q+2)} m_{00}^{(p+q)/2+1} \quad (4)$$

З виразів (3), (4) випливає:

$$\frac{\bar{m}_{pq}}{\bar{m}_{00}^{(p+q)/2+1}} = \frac{\alpha^{-(p+q+2)} m_{pq}}{\alpha^{-(p+q+2)} m_{00}^{(p+q)/2+1}} = \frac{m_{pq}}{m_{00}^{(p+q)/2+1}}, \quad (5)$$

Вираз (5) визначає нормалізовані моменти μ_{pq} :

$$\mu_{pq} = \frac{m_{pq}}{m_{00}^{(p+q)/2+1}}, \quad (6)$$

інваріантні по відношенню до ізотропного масштабування зображення. Але вираз (6) є безрозмірним лише якщо розмірність $L=[x]=[y]$ використовується для обох координат (x та y). Використання незалежних розмірностей векторів $Lx=[x]$ та $Ly=[y]$ показує, що момент m_{00} не може бути використаний для нормалізації.

Згідно до [4] безрозмірні моменти визначаються наступним виразом:

$$M_{pq} = \frac{m_{pq}}{\frac{(p+1)v_2 - (q+1)u_2 + p - q}{m_{u1v1}^{u1-u2-v1+v2+u1v2-v1u2}} \frac{-(p+1)v_2 + (q+1)u_2 - p + q}{m_{u2v2}^{u1-u2-v1-v2+u1v2-v1u2}}} \quad (7)$$

Для практичного застосування за класифікації об’єктів корисним є наступний вибір: $m_{u1v1} = m_{02}$, $m_{u2v2} = m_{20}$. Враховуючи це, маємо:

$$M_{pq} = \frac{m_{pq}}{\frac{-p+3q+2}{m_{02}^8} \frac{3p-q+2}{m_{20}^8}} \quad (8)$$

Відмітимо, що сума коефіцієнтів при p та q у показниках степенів повинна дорівнювати 2.

Надалі, окрім двох просторових координат (x та y), введемо третю координату – рівень яскравості елементів зображення (z). У такому випадку декартові моменти визначаються наступним чином:

$$m_{pqs} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q z^s F(x, y, z) dx dy dz \quad (9)$$

де $F(x, y, z)$ - індикаторна функція, що набуває значення „1” у межах зображення та „0” – поза ними.

Співвідношення (3) набуває наступного вигляду:

$$\bar{m}_{pqs} = \alpha^{-(p+q+s+3)} m_{pqs} \quad (10)$$

Нормалізовані моменти визначає вираз:

$$\mu_{pqs} = \frac{m_{pqs}}{m_{000}^{(p+q+s)/3+1}} \quad (11)$$

Для визначення безрозмірних моментів складемо рівняння виду

$$M_{pqs} = \frac{m_{pqs}}{\frac{a_1 p + b_1 q + c_1 s + d}{m_{200}^A} \frac{a_2 p + b_2 q + c_2 s + d}{m_{020}^A} \frac{a_3 p + b_3 q + c_3 s + d}{m_{002}^A}}, \quad (12)$$

де a_i, b_i, c_i, d та A – невідомі сталі коефіцієнти.

Для їх визначення використаємо умову, що випливає з виразу (8):

$$\begin{cases} a_1 + a_2 + a_3 = 2, \\ b_1 + b_2 + b_3 = 2, \\ c_1 + c_2 + c_3 = 2. \end{cases} \quad (13)$$

Ще одна умова, визначається інваріантністю безрозмірних моментів щодо операції ізотропного масштабування.

$$M_{pqs} = \bar{M}_{pqs}, \quad (14)$$

де M_{pqs} - безрозмірні моменти еталонного зображення; $\bar{M}_{pqs}$ - безрозмірні моменти зображення, що було піддане масштабуванню.

Вираз, що визначає безрозмірні моменти має вигляд:

$$M_{pqs} = \frac{m_{pqs}}{\frac{4p-q-s+2}{m_{200}^{10}} \frac{-p+4q-s+2}{m_{020}^{10}} \frac{-p-q+4s+2}{m_{002}^{10}}} \quad (15)$$

У випадку, коли масштабування відбувалося з різними коефіцієнтами для різних координат, рівняння дещо трансформується:

$$M_{pqs} = \frac{\frac{1}{\alpha^{p+1}} \frac{1}{\beta^{q+1}} \frac{1}{\gamma^{s+1}} m_{pqs}}{\left(\frac{1}{\alpha^3 \beta \gamma} m_{200} \right)^{\frac{4p-q-s+2}{10}} \left(\frac{1}{\alpha \beta^3 \gamma} m_{020} \right)^{\frac{-p+4q-s+2}{10}} \left(\frac{1}{\alpha \beta \gamma^3} m_{002} \right)^{\frac{-p-q+s+2}{10}}} \quad (16)$$

де (α, β, γ) - коефіцієнти масштабування відповідно за осями OX, OY, OZ .

Метод було апробовано на мультиспектральному зображенні, розмірності $241 \times 151 \times 6$ (на рис. 1 подано зображення першого - третього спектральних каналів, на рис. 2 – зображення четвертого – шостого спектральних каналів), що було піддане операції масштабування з коефіцієнтами $\alpha = 3, \beta = 2, \gamma = 1$. (Обидва зображення подані у відтінках сірого.)



Рис.1 Зображення 1 - 3 спектральних каналів первинних видових даних



Рис.2 Зображення 4 - 6 спектральних каналів первинних видових даних

Через великий розмір, отримані у такий спосіб зображення не подаються. Апроксимація масштабованих зображень була здійснена двома методами – найближчого сусіда та білінійним. Для усіх зображень спектральних каналів були обчислені безрозмірні моменти за виразами (15) та (16), а також – відносні похибки обчислених моментів.

На рисунках 3,4 подані графіки залежності відносної похибки від порядку моментів ($p+q+s$) різних спектральних каналів при використанні методу найближчого сусіда та білінійного відповідно. Лінія графіку з хрестиками відповідає першому спектральному каналу, лінія з зірочками – другому, лінія з колами – третьому, четвертому каналу відповідає лінія з плюсами, п'ятому – з точками, шостому – з ромбами. На рис.3 графіки похибок четвертого, п'ятого та шостого каналів практично збігаються.

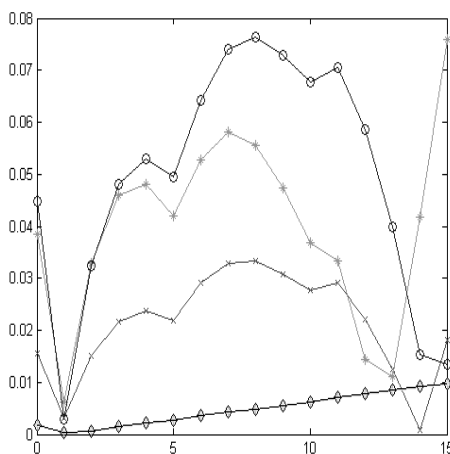


Рис.3 Графіки залежності відносної похибки від порядку моментів при апроксимації методом найближчого сусіда

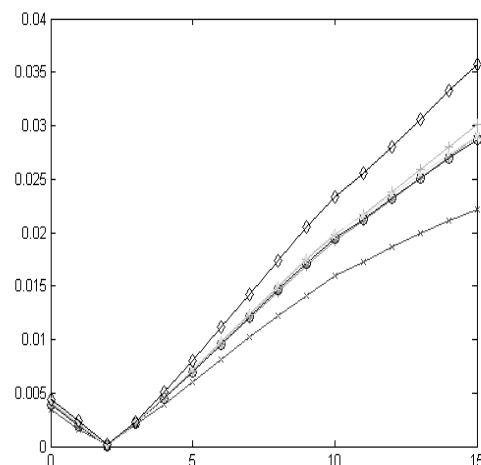


Рис.4 Графіки залежності відносної похибки від порядку моментів при апроксимації білінійним методом

Висновки та перспективи подальших досліджень. В роботі запропоновано систему інтегрального опису багатоспектральних растрових зображень, інваріантну щодо геометричних перетворень. Подальші дослідження пов'язані з узагальненням системи опису зображень для проєктивних та конформних перетворень.

Література

1. Korchinski V.M. Informative-Geometrical Model for Recognition of Self – Affine Fractal Images // Applied Geometry and Engineering Graphics. – Kyiv: Ukrainian Association of Applied Geometry, КНУБА, 2002. – Вип. 70. – Р. 175 – 179.
2. Гнатушенко В.В., Корчинський В.М. Інваріантна інформаційно-геометрична модель ідентифікації ізопланатичних зображень // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2003. – Вип. 72. – С. 28-31.
3. Волошин В.И., Корчинский В.М. Повышение информативности панхромных цифровых изображений дистанционного зондирования Земли // Космична наука і технологія. – 2004. – Том 10. - № 5/6. – С.178-181.
4. Melan A, Rudolph S. An analytical approach to classification by object reconstruction from features // Proc. of SPIE. 2000. - Vol. 4052 (Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition IX). - № 4. – Р. 102-110.
5. Корчинский В.М. Инвариантные информационные признаки пространственных форм проекционных изображений // Прикладная геометрия и инженерная графика. - К.: КГТУСА, 1994. - Вып.57. - С. 87-89.
6. Седов Л.И. Методы размерности и подобия в механике. - М.: Наука, 1984. - 323 с.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ МНОГОТОНОВЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ИНВАРИАНТНЫЕ К ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМ

Д. Н. Свинаренко

Аннотация

Разработана система информационных характеристик многоспектральных растровых изображений, инвариантная к геометрическим преобразованиям. Проведено исследование зависимости погрешности инвариантности от порядка информационных признаков.

INTEGRATED INFORMATIVE FEATURES OF MULTISPECTRAL BITMAPPED IMAGES, INVARIANT TO GEOMETRICAL TRANSFORMATIONS

D. M. Svyarenko

Abstract

The system of the informative features of multispectral bitmapped images is developed. This system is invariant to geometrical transformations. Research of dependence of invariant error is conducted depending on the order of informative features.

УДК 515.2

І.А. Скідан^а, д.т.н.,
Я.А. Кокарева^б

ОБЕРТАННЯ НАВКОЛО ОСІ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ

^а *Донецький національний технічний університет*
^б *Донбаська національна академія будівництва і архітектури*

Анотація

На основі застосування тривимірної параметризації площини, яка віднесена до двовимірних прямокутних координат, отримані параметричні рівняння траєкторії обертання довільної точки навколо осі загального розташування.

Постановка проблеми. Аналітичний опис обертання точки навколо осі загального положення застосовне в авто механіці [1] і в нарисній геометрії щодо отримання комп'ютерного зображення кола і правильних багатокутників, розташованих в довільній площині.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Параметричні рівняння траєкторій обертання точок навколо осі загального положення, що отримуються в статті, складаються з використанням параметричних рівнянь площини у тривимірному просторі у разі призначення прямокутних координат на площині її параметрами [2].

Формулювання цілей і завдання статті. Отримати параметричні рівняння і на їх основі скласти програму комп'ютерної візуалізації траєкторій руху точок, що обертаються навколо осі загального положення. Застосувати програму для отримання засобами комп'ютерної графіки зображень правильних багатокутників, розташованих в довільній площині.

Основна частина. Загальне рівняння площини, в якій розташоване коло обертання точки $K(x_K, y_K, z_K)$ навколо осі

$$x = x_0 + Xw, y = y_0 + Yw, z = z_0 + Zw, \quad (1)$$

де x_0, y_0, z_0 – точка, через яку проходить вісь, X, Y, Z – координати напрямного вектора осі (1), w – параметр, отримаємо у вигляді

$$X(x - x_K) + Y(y - y_K) + Z(z - z_K) = 0 \quad (2)$$

як рівняння площини, що проходить через точку K і має нормальний вектор (X, Y, Z) .

Координати центра обертання $C(x_C, y_C, z_C)$ знайдемо, підставивши до (2) замість x, y, z праві частини рівнянь (1):

$$X(x_0 + Xw_C - x_K) + Y(y_0 + Yw_C - y_K) + Z(z_0 + Zw_C - z_K) = 0, \quad (3)$$

звідки

$$w_C = -\frac{X(x_0 - x_K) + Y(y_0 - y_K) + Z(z_0 - z_K)}{X^2 + Y^2 + Z^2}. \quad (4)$$

Підстановка виразу w_C з (4) до (1) приводить до значень координат x_C, y_C, z_C центра обертання С:

$$x_C = x_0 + Xw_C, y_C = y_0 + Yw_C, z_C = z_0 + Zw_C. \quad (5)$$

Радіус обертання точки К:

$$r = \sqrt{(x_K - x_C)^2 + (y_K - y_C)^2 + (z_K - z_C)^2}. \quad (6)$$

Параметричні рівняння площини (2) у просторі [2]:

$$\begin{aligned} x &= -\frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2}} \left(\frac{ACv}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} + kBu \right), \\ y &= -\frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2}} \left(\frac{BCv}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} - kAu \right), \\ z &= \sqrt{\frac{A^2 + B^2}{A^2 + B^2 + C^2}} \cdot v - \frac{D}{C}, \end{aligned} \quad (7)$$

де $k = 1$ при $C < 0$, $k = -1$ при $C > 0$.

Зіставлення (2) і (7) дає:

$$A = X, B = Y, C = Z, D = -Xx_K - Yy_K - Zz_K. \quad (8)$$

Нагадаємо, що у рівняннях (7) u, v – прямокутні координати на площині (2).

Знайдемо координату u_C центра обертання С (x_C, y_C, z_C), помноживши перше з рівнянь на $(-B)$, а друге на A , і склавши обидві частини рівнянь почленно.

$$u_C = \frac{y_C A - x_C B}{\sqrt{A^2 + B^2} \cdot k}, ku_C = \frac{-x_C B + y_C A}{\sqrt{A^2 + B^2}}. \quad (9)$$

Помноживши обидві частини першого з рівнянь на $(-A)$, а другого на B і склавши обидві частини рівнянь почленно, отримаємо

$$v_C = -\frac{x_C A + y_C B}{C \sqrt{A^2 + B^2}} \sqrt{A^2 + B^2 + C^2}. \quad (10)$$

Рівняння кола обертання в площині (2):

$$u = ku_C + r \cos t, v = v_C + r \sin t. \quad (11)$$

Підстановка виразів (11) до рівнянь (7) приводить до параметричних рівнянь траєкторії точки К при її обертанні навколо осі (1).

$$\begin{aligned} x &= x_C - \frac{r}{\sqrt{A^2 + B^2}} \left(\frac{CA \sin t}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} + kB \cos t \right), \\ y &= y_C - \frac{r}{\sqrt{A^2 + B^2}} \left(\frac{CB \sin t}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} - kA \cos t \right), \\ z &= -\frac{x_C A + y_C B}{C \sqrt{A^2 + B^2}} \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \cdot r \sin t - \frac{D}{C}. \end{aligned} \quad (12)$$

Примітимо, що точка К відіграє подвійну роль: по-перше, вона визначає площину інцидентії траєкторії; по-друге, відстань від осі обертання до точки К дорівнює радіусу обертання. Якщо обмежитись першою роллю точки К, а радіус $\bar{r}$ уявляти вільним, розташовуючи його кінець на промені СК, то координати кінця при поданому значенні $\bar{r}$ можна обчислити, виходячи зі співвідношення

$$\frac{x_K - x_C}{r} = \frac{x_{\bar{K}} - x_C}{\bar{r}}, \text{ звідки}$$

$$x_{\bar{K}} = (x_K - x_C) \frac{\bar{r}}{r} + x_C \quad (13)$$

і за аналогічними (13) виразами для $y_{\bar{K}}, z_{\bar{K}}$.

Нетривіальний окремий випадок $Z = 0$. Маємо відомий з нарисної геометрії спосіб обертання навколо горизонталі. Рівняння (1)-(6) справедливі при $Z = 0$. Щодо рівнянь (7), їх слід змінити на такі [2]:

$$x = -\frac{AD}{A^2 + B^2} - \frac{kBu}{\sqrt{A^2 + B^2}},$$

$$y = -\frac{BD}{A^2 + B^2} + \frac{kAu}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \quad (14)$$

$$z = v.$$

Позначення А, В, D аналогічні позначенням загального випадку, $k = 1$ при $D \leq 0$, $k = -1$ при $D > 0$.

Помноживши перше з рівнянь (14) на (-В), а друге на А і склавши їх почленно, отримаємо

$$ku_C = \frac{y_C A - x_C B}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \quad (15)$$

$$v_C = z_C = z_0.$$

Нарешті, для отримання параметричних рівнянь кола обертання точки К навколо горизонтальної осі, до рівнянь (14) слід підставити $ku_C + r \cos t$ замість u і $v_C + r \sin t$ замість v , після чого вони набувають вигляду:

$$x = \frac{-AD - y_C AB + x_C B^2}{A^2 + B^2} - \frac{kBr \cos t}{\sqrt{A^2 + B^2}},$$

$$y = \frac{-BD + y_C A^2 - x_C AB}{A^2 + B^2} + \frac{kAr \cos t}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \quad (16)$$

$$z = z_C + r \sin t.$$

Нетривіальний окремий випадок $X = 0, Y = 0$. В нарисній геометрії цей випадок має назву способу обертання навколо горизонтально-проекціовальної осі.

Оскільки $X = 0, Y = 0, Z \neq 0$, для забезпечення рівності (3) необхідно
 $z_0 = z_K, w_C = 0$,

звідки згідно з (1)

$$x_C = x_0, y_C = y_0, z_C = z_0 = z_K.$$

Із наведених виразів застосовний лише вираз (6).

Параметричні рівняння траєкторії руху точки К, яка обертається навколо горизонтально-проекціувальної осі, набувають вигляду

$$x = x_C + r \cos t, y = y_C + r \sin t, z = z_K. \quad (17)$$

Тривіальні випадки $X = 0, Z \neq 0$ та $Y = 0, Z \neq 0$ отримаємо застосуванням рівнянь (12).

Тривіальні випадки $X = 0, Z = 0$ та $Y = 0, Z = 0$ отримаємо застосуванням рівнянь (16).

На рисунку 1 представлено вісь обертання, подану рівняннями (1) при $x_0 = 2, y_0 = 6, z_0 = 4, X = 5, Y = 3, Z = -2$, і коло обертання навколо цієї осі точки К(4,2,6), а також правильний п'ятикутник, вписаний в коло радіуса 8, концентричне з траєкторією руху точки К. Одна з вершин п'ятикутника має кутову координату $t = \frac{\pi}{6}$.

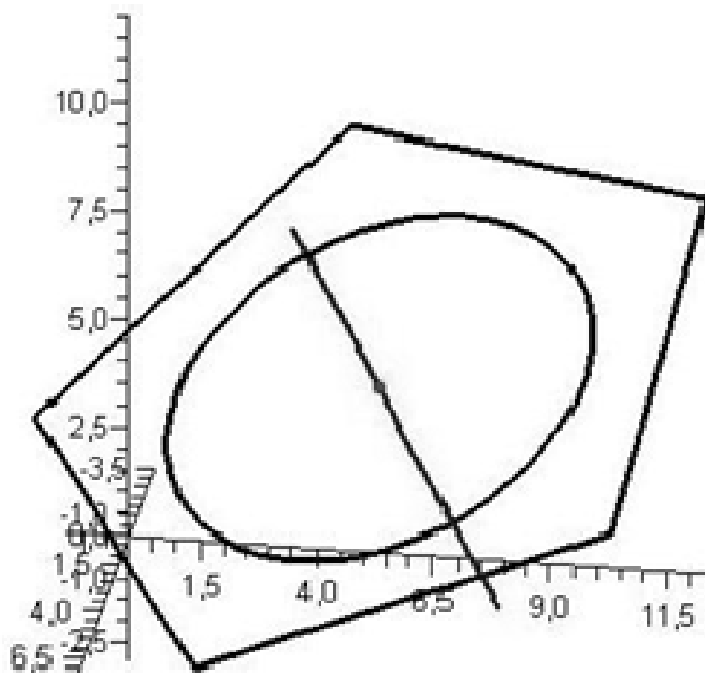


Рис. 1

Висновки. Одержали узагальнення, аналітичне і комп'ютерно-графічне представлення відомі в нарисній геометрії суто графічні способи обертання навколо ліній рівня і проекцію вальних осей.

Література

1. Горбатенко С.А. Механика полета / С.А. Горбатенко, Э.М. Макашов, Ю.Ф. Полушкин, Л.В. Штефтель. – Л.: Машиностроение. – 1960. – 419 с.
2. Кокарева Я.А. Тривимірне рівняння плоскої кривої, площа якої довільно розташована відносно системи віднесення / Я.А. Кокарева // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 4. Прикл. геом та інж. граф. – Т.49. – С. 147-153.

ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ ОСИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

И.А. Скидан, Я.А. Кокарева

Аннотация

На основе применения трехмерной параметризации плоскости, которая отнесена к двумерным прямоугольным координатам, получены параметрические уравнения траектории вращения точки вокруг оси произвольного положения.

ROTATING ABOUT AXE OF GENERAL POSITION

Ivan A. Skidan, Yana A. Kokareva

Abstract

Basing on try-dimension representation of the plane, which is parametrized by Cartesian coordinate, parametric equations of trajectory point rotating about an axe at general position are composed.

Стоцько Р.З. кандидат архітектури, доцент
Баранецька О.Р. кандидат технічних наук, доцент
Свідрак І. Г. кандидат технічних наук, доцент
Шевчук А. О. старший викладач

ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ САДОВО-ДАЧНИХ ТОВАРИСТВ ПІД ЖИТЛОВІ КВАРТАЛИ

Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА

У статті запропоновано один з напрямків у вирішенні житлової проблеми в Україні шляхом перебудови під повноцінні житлові квартали численних садово-дачних товариств, подані рекомендації щодо перепланування ділянок та доріг, реконструкції та переобладнання існуючих садових будинків, проектування та будівництва нових котеджів з урахуванням усіх сучасних енергозберігаючих та енергопродукуючих технологій, а також особливостей національного індивідуального будівництва.

The article suggests one direction in solving the housing problems of Ukraine by restructuring under full residential neighborhoods numerous gardens of suburban communities, submitted recommendations on redevelopment sites and road reconstruction and refurbishment of the existing garden houses, design and build new houses with all modern energy saving enerhoprodukuyuchy and technologies as well as the particularities **of individual building**.

Постановка проблеми. Кінець двадцятого сторіччя відзначився масовим формуванням садово-дачних товариств в околицях великих міст Радянського Союзу та України зокрема. В умовах тотального дефіциту продуктів харчування дачна ділянка стала вагомою допомогою в наповненні продовольчого кошику радянської родини, а невеликий будиночок – місцем відпочинку у вихідні та святкові дні. Проте, сьогодні дачні господарства вже не виконують колишньої функції. Ціни на пальне та продуктове розмаїття в крамницях нівелювали вигоду від вирощування власної продукції, рівень комфорту примітивних садових будиночків вже не задовольняє родини з стабільними доходами. В результаті спостерігаємо занепад основної сільськогосподарсько-відпочинкової функції садово-городних товариств. В це же час тисячі українських сімей гостро потребують недорогого, економічного і комфортного житла. В умовах вичерпаності вільних територій під забудову в містах та неприйнятно високих цін на новобудови в приміських зонах прилеглі численні садово-

дачні товариства є тим резервом, який може покращити житлові умови багатьом родинам.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема сучасного, економічного і енергоощадного однородинного житла неодноразово підіймалася в публікаціях архітекторів-науковців: В.Ніколаєнка, Ю.Рєпіна, Середюка І.І., Гнеся І.П., Якубовського І.В., Шулдан Л.О., Колодрубської О.І., проте залишаються мало дослідженими питання садово-дачної забудови околиць великих українських міст.

Формулювання мети статті. Метою даної статті є висвітлення проблеми занепаду садово-дачних товариств в околицях великих міст України та розробка рекомендацій проектантам щодо реконструкції дачних господарств в повноцінні житлові квартали.

Виклад основного матеріалу. Ідея перепрофілювання дачних будиночків в житлові котеджі не нова, але системного підходу до її втілення немає. Слід перш за все висвітлити існуючий стан речей в юридичному, соціальному, містобудівельному та будівельному аспектах.

На сьогодні абсолютна більшість дачних господарств є приватною власністю. Йдеться як про саму землю, так і про будівлі на ній. Тому ніяке розширення меж міста, містечка чи села за рахунок ліквідації садових товариств в принципі неможливе. Можливе лише юридичне приєднання зазначених товариств до населених пунктів із зміною їх статусу або без зміни. Йдеться про можливість формування з садово-дачних товариств нових вулиць і надання їм юридичної адреси.

Набагато складніші проблеми виникають в питаннях містобудівельної ситуації, формування генпланів, технічної реконструкції, перебудови, переобладнання будівель та інженерного забезпечення майбутніх поселень[1].

Аналізуючи містобудівельну ситуацію околиць великих міст України, слід зазначити, що території багатьох садових товариств внаслідок розширення та розбудови приміських поселень опинилися на межі, а деякі і в межах сіл та селищ міського типу, де вартість землі під житлову забудову надзвичайно висока. Але особливість дачних ділянок в їх невеликих площах – максимум 6-7 соток, а часто і 4-5 соток. Отже, реконструйовані будинки повинні бути невеликими за площею забудови та складатися з одного, максимум двох поверхів з другим поверхом в мансарді. При особливо не вигідних конфігураціях ділянок (вузьких і довгих) доречно блокувати будинки попарно в одну споруду з влаштуванням спільної стіни. В окремих випадках, при обопільній угоді і юридичному забезпеченні, кілька власників суміжних ділянок можуть об'єднати свої наділи в одну відносно велику територію і спорудити на ній повноцінний кондомініум з спільними інженерними мережами та відпочинково-рекреаційними зонами. Такий варіант є найбільш вигідним при формуванні генплану ділянок, економить територію, кошти на

будівництво, мінімалізує затрати на влаштування водопроводу та водовідведення.

Ще одна суттєва проблема генпланів садових товариств – це завужені внутрішні дороги, ширина яких обмежена лінією огорожі існуючих ділянок. Зазвичай на таких дорогах не можуть розминутися навіть легкові автівки, не кажучи вже про машини швидкої допомоги, пожежні та будівельні габаритні вантажівки. Є кілька шляхів вирішення цієї проблеми: а) розширення існуючих доріг за рахунок зменшення розмірів ділянок; б) влаштування «кишень» для роз'їзду транспорту за рахунок лише окремих садових господарств з матеріальною чи територіальною компенсацією зі сторони інших членів товариства; в) кардинальне перепланування під'їзних доріг при можливості в'їзду на ділянки ззовні меж садового товариства.

Із зміною призначення реконструйованих садових господарств суттєво змінюється архітектурно-планувальна організація як присадибної ділянки[2], так і самого будинку. Площа в 5 - 6 соток не дозволяє вести городівництво та садівництво рентабельно, тому така ділянка стане швидше за все рекреаційною з окремими фруктовими і декоративними деревами, а також квітниками, мощеними доріжками і малими архітектурними формами на кшталт лавочок, світильників, альтанок тощо. Щодо будинку, то з перебудовою з дачного в житловий кардинально змінюється планування поверхів, облаштовуються санвузли, передбачається гараж чи крига стоянка, застосовуються новітні схеми енергозаощадження та енергопродукування.

Реконструкція дачних будинків, влаштування водопостачання, каналізації, опалення, відновлення електромереж, прокладання нових доріг, встановлення огорож, опорядження ділянок вимагає чималих коштів. Проте, ці кошти не повинні бути більшими ніж вартість трьохкімнатного помешкання у Львові. Інакше вся ця ідея не буде мати змісту. Зважаючи на вартість квадратного метра будівництва, загальна площа такого котеджу не може перевищувати 100 м². Оптимально – це три кімнати (вітальня – до 24 м², спальня – до 18 м², кабінет – до 16 м²), кухня-їдальня – до 14 м², хол – до 8 м², два санвузли – до 8 м² разом, тамбур – до 3 м², котельня, невелика комірчина, та холодний погріб під кухнею, або хололом. Другий поверх повинен обов'язково бути мансардним, а весь будинок не високим. Рекомендована висота стель – не більше (2,6 – 2,7) м. Загальна площа вікон повинна бути мінімальною, але достатньою для комфортного і здорового інсоляційного режиму. Гараж, зважаючи на обмежені розміри ділянки доцільно влаштовувати в цоколі. А, зважаючи на економічний чинник, розвиненість сучасного автосервісу та наявність двох машин в сім'ї, пропонується замінити гараж декоративною кригою стоянкою на два автомобілі. Вимоги до опорядження будинку ззовні та всередині не можуть бути занадто високі, а матеріали занадто дорогими. Оптимальними є традиційні оздоблювальні матеріали вітчизняного виробництва, нехай і гіршої якості. Необхідно зрозуміти, що при обмежених коштах краще

збудувати і жити (з часом поновлюючи оздоблення), ніж безконечно гнатися за примарною «євро-перфектністю», наражаючись на черговий довгобуд.

Для реконструкції дачного будиночка під доступне житло доцільно використовувати традиційні конструктивні схеми з можливістю виробництва елементів фундаменту та перекриття на місці, уникаючи таким чином застосування габаритної будівельної техніки. Йдеться перш за все про монолітні залізобетонні фундаменти та монолітні перекриття. Доречно також в невеликому будинку з малими прольотами застосовувати перекриття по дерев'яних балках, котрі можуть стати і декоративним елементом інтер'єру[3]. Щодо конструкцій даху, то використання дерев'яних крокв і балок для такого роду будівель є фактично безальтернативним. Покриття дахів також виконується з традиційних для кожного регіону матеріалів – керамічної дахівки, металодахівки, профільованого листа тощо.

Наукові дослідження з енергозаощадження будівель та впровадження результатів у реальне будівництво [4] дозволяють сьогодні заощаджувати неймовірно дорогі енергоресурси та здешевлюють експлуатацію однородинного житлового будинку. Але попри усі потуги проєктантів і будівельників у сфері енергозбереження, сама енергія (будь то вуглеводні в чистому вигляді чи вже вироблена електроенергія) продовжують невпинно дорожчати. І така тенденція, на переконання світових фахівців, буде існувати і в майбутньому. Тому сьогодні є надзвичайно актуальною вже інша проблема в енергозабезпеченні садибного житла – це індивідуальне міні-енерговиробництво з традиційних (дрова, вугілля, нафта, газ) та альтернативних (сонце, вітер, вода) джерел енергії. В розвинених країнах світу сьогодні для індивідуального виробництва електроенергії застосовують в основному вітрогенеруючі (вітряки) та сонцегенеруючі (сонячні батареї) пристосування. Зважаючи на такий стан речей, вже сьогодні при реконструкції садових будинків під житлові необхідно враховувати енергетичний фактор [5].

На рис. 1-4 приведені приклади здійсненої реконструкції садових будинків під доступне однородинне житло.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

Висновки. При реконструкції садово-городніх господарств та дачних будинків в повноцінні житлові садиби необхідно враховувати ряд факторів, які найбільше впливають на формування архітектури такої специфічної забудови. Серед них найголовніші: містобудівельний фактор, функціональний фактор, соціально-демографічний фактор, економічний фактор, природно-кліматичний фактор, фактор вибору будівельних конструкцій та матеріалів та фактор енергозбереження та енергопродукування. Проте основою ідеї перепрофілювання садових товариств в компактні поселення є перш за все економічне питання. Лише при доступній ціні такого житла дана ідея може бути реалізована.

Література

1. Ніколаєнко В.А. Типологічні та методологічні проблеми формування індивідуальної малоповерхової житлової забудови в Україні: Автореферат дис. ...д-ра арх. – Харків, 1999. -12 с.
2. Жлоба С. Еволюція традиційного поліського житла. Полісся: етнографія, традиції, культура. – Луцьк. 1997. 3. Третяк Ю. А. Сучасні тенденції розвитку дизайну, обладнання та художньо-декоративного оздоблення інтер'єрів. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. 32, ч. 2. – Дн-вск, ПГАСА, 2005. – с. 121.
4. Шемседінов Г.І. Мобільні будівлі з альтернативними джерелами енергозабезпечення. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. 32, ч. 2. – Дн-вск, ПГАСА, 2005. –с. 145.
5. Шулдан Л.О. Фактори, що впливають на ефективність споживання енергії будівлею. // Матеріали навчального семінару для керівників органів місцевої влади – Львів. Спілка громад «Енергоощадні міста», 2003, -с.52-56.
6. Сельское жилище. Киев НИИТИ. – К. Будівельник. 1976 – 176с.

ВЫБОР СИСТЕМ КООРДИНАТ ПРИ ЧИСЛЕННОМ ОПИСАНИИ КОНЕЧНО- ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ОБОЛОЧКИ

Одесская национальная академия связи им. А.С.Попова, доцент

Аннотация

Предлагается методика выбора двух систем координат для автоматизированного задания координат узлов конечно-элементной модели (КЭМ) оболочки, которая применяется, при последующих за эскизным, этапах проектирования.

Постановка проблемы. Для выбора рациональной поверхности оболочки, основанного на исследовании напряженно-деформированного ее состояния с помощью метода конечных элементов (МКЭ), прежде всего необходимо уметь вычислять координаты конечно-элементной модели оболочки.

Анализ основных исследований и публикаций. В статьях [1,2,3] был рассмотрен статико-геометрический метод определения координат оболочки, который используется только на этапе эскизного проектирования, когда необходимо выявить наиболее рациональную форму, отвечающую статическим особенностям системы. Предлагается методика выбора двух систем координат для автоматизированного задания координат узлов КЭМ оболочки, которая применяется на последующих этапах проектирования.

Оригинальная часть. Обоснуем выбор двух систем координат. Рассмотрим оболочку как трехмерное тело, заключенное между двумя граничными и контурной поверхностями (рис.1). Воспользуемся двумя системами координат: базисной декартовой (X^1, X^2, X^3) и местной криволинейной (X^1, X^2, X^3). Выбор в качестве базисной, т.е. системы координат, в которой описаны неизвестные величины, декартовой системы координат обладает рядом достоинств, по сравнению с другими системами, так как облегчает задание геометрии и нагрузок для оболочек произвольного очертания, упрощает вывод разрешающих уравнений для задач статики оболочек. В криволинейных координатах наиболее естественно описываются ограничивающие поверхности тел сложной формы.

Выбор местной системы координат выполняется отдельно для каждой рассчитываемой конструкции и непосредственно связан с разбиением ее на конечные элементы.

Аппроксимация оболочки осуществляется набором трехмерных конечных элементов регулярной топологической структуры (рис.2). Криволинейная сетчатая область, разбивающая рассматриваемую оболочку

на конечные элементы, должна включать границы оболочки, сечения, разделяющее ее тело на элементарные геометрические фрагменты, а также контуры ребер, включений, изломов, отверстий и других особенностей.

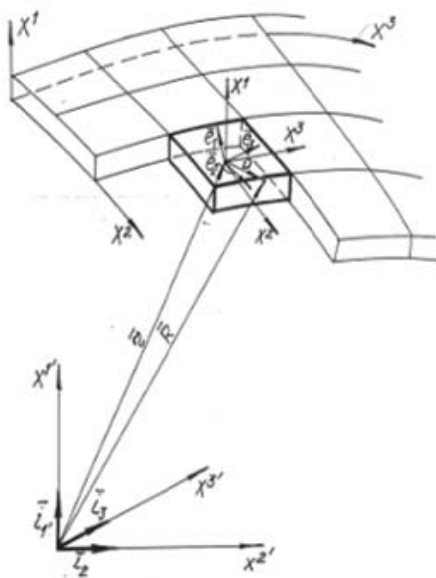


Рис. 1

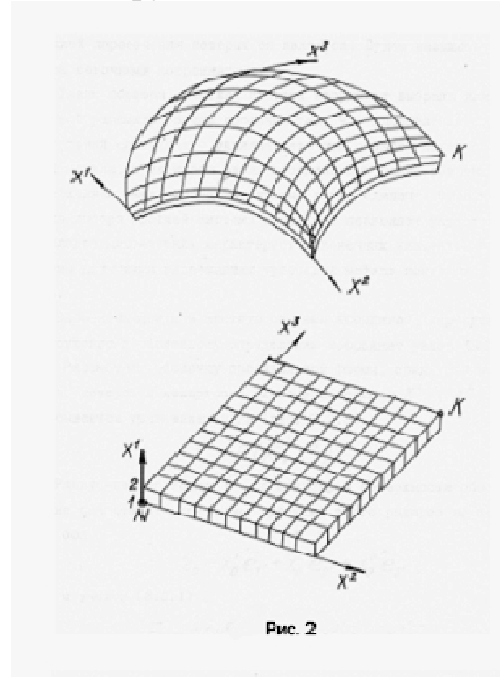


Рис. 2

Граничные поверхности конечных элементов могут быть описаны семейством координатных поверхностей специально выбранной местной криволинейной системы координат

$$\begin{aligned} X^1 &= X^1(X^{1'}, X^{2'}, X^{3'}) = n_1 \\ X^2 &= X^2(X^{1'}, X^{2'}, X^{3'}) = n_2 \\ X^3 &= X^3(X^{1'}, X^{2'}, X^{3'}) = n_3 \end{aligned}$$

Или

$$X^i = X^i(X^1', X^2', X^3') = n_i$$

где

$$n_1 = 1, 2, \dots, M1; \quad n_2 = 1, 2, \dots, M2; \quad n_3 = 1, 2, \dots, M3; \quad \dots$$

Линии пересечения этих поверхностей дают координатную сеть на ограничивающих поверхностях оболочки. Выбрав начало отсчета местной правой системы криволинейных координат, например точку N на рис.2, направим ось X^1 в направлении толщины оболочки. По толщине оболочки аппроксимация выполняется одним конечным элементом, поэтому параметр $M1=2$. Прономеруем каждую сеточную линию вдоль первой местной координаты от 1 до $M1$, вдоль второй – от 1 до $M2$ и вдоль третьей – от 1 до $M3$, где $M1$, $M2$, $M3$ означает число узлов сеточной области вдоль координатных линий X^1 , X^2 , X^3 . Теперь любой узел сеточной области определяется номерами сеточной линии, точкой пересечения которых он является. Назовем эти номера сеточными координатами.

Таким образом, местная система координат выбрана для конкретной рассматриваемой оболочки так, что направление координатных линий совпадает с линиями сеточной области конечно-элементной модели, а масштабы вдоль координатных линий таковы, что расстояния между соседними узлами равно единице. Принятая методика выбора местной системы координат позволяет упростить вычисление метрических характеристик конечных элементов и алгоритмы получения разрешающих уравнений метода конечных элементов.

Выбрав базисную и местную системы координат, можно перейти непосредственно к численному определению координат узлов КЭМ оболочки.

Выводы. Предложена методика выбора двух систем отсчета для дальнейшего задания координат узлов конечно-элементной модели оболочки переменной и постоянной толщины при любой конфигурации плана.

Литература

1. Трегубова И.А. Два подхода к решению нелинейных задач формирования дискретных структур статико-геометрическим методом // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 86 – с.291-295.

2. Трегубова И.А. Исследование траектории движения смещенных узлов дискретной сети при деформации // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2011. – Вип. 87 – с.477-480.

3. Трегубова И.А. Смещение узла дискретной сети при построении условной развертки // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2012. – Вип.89 – с.342-346.

ВИБІР СИСТЕМ КООРДИНАТ ПРИ ЧИСЕЛЬНОМУ ОПИСАННІ КІНЦЕВО-ЕЛЕМЕНТНОЇ МОДЕЛІ ОБОЛОНЬКИ

І.А.Трегубова

Анотація

Пропонується методика використання двох систем координат при автоматизованому завданні координат вузлів кінцево-елементної моделі (КЕМ) оболонки, яка використовується при наступних етапах проектування, що йдуть після ескізного.

THE COORDINATE SYSTEMS CHOICE FOR NUMERICAL DESCRIPTION OF SHELLS MODELLING BY FINITY ELEMENTS

I.A.Tregubova

Abstract

The choice of two coordinate system methods is proposed for receiving automatically shells coordinates which are divided by finity elements for different design stages going after sketch.

Филин Ю.Н., консультант-преподаватель;
Картавец И.С., аспирант

ФОРМОГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ КАРКАСОВ ОКТАЭДРИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

ФГБОУ ВПО «НИИ МГСУ», Россия

Аннотация.

Авторами кратко изложено формографическое построение двухцветных пластинчатых каркасов пары октаэдрических компонентов, соответственно входящих в состав формографики пары компонентных тетраэдров. В результате частично решена проблема информативного построения структурных компонентов многогранных моделей и их модульных систем, с помощью метода конструктивного геометрического моделирования компьютерных изображений.

Формографика октаэдрических компонентов образуется на основе формографики компонентных тетраэдров. Формографика компонентных тетраэдров, в свою очередь, извлекается из состава формографики Звёздчатого Изоромбоидного Суперкомпакта (ЗИРСа) (Рис. 1).

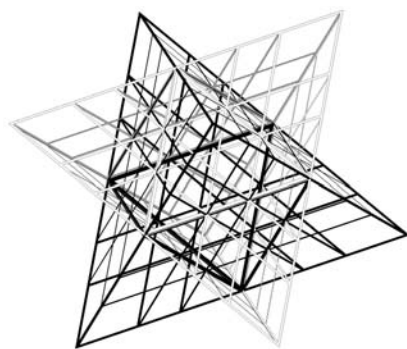


Рис. 1. Формографика Звездчатого ИРСа.

Получение формографики ЗИРСа производится способом конструктивного построения формографики его однотипных граней на основе применения геометрической модели многогранника Кеплера *stella octangula* [1] и известного Проторомбоид-конструктора [2]. С этой целью используем универсальный Изоконструктор формографики ZIRS-2011. Изоконструктор формографики ZIRS-2011 [2] состоит из связки четырёх частным образом пересекающихся структурных Изоромбоидов с формографией, полученной на базе Проторомбоид-конструктора (Рис. 2).

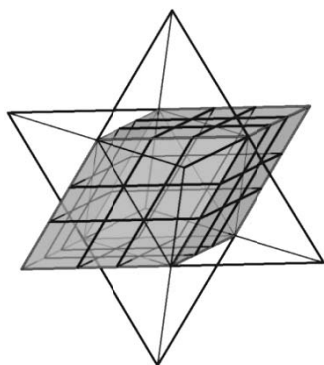


Рис. 2. Изоконструктор формографики ZIRS-2011.

На многогранной поверхности Звёздчатого ИРСа рисунком формографики представлена формографическая решётка, которая позволяет построить каркасную формографику отдельных компонентных тетраэдров.

Итак, рассмотрим подробнее двухцветное решение формографики компонентных тетраэдров.

Вначале были смоделированы аксонометрические изображения двух правильных компонентных тетраэдров, уже имеющих формографику [3]. Напомним, что *компонентные тетраэдры* – это пара треугольных пирамид, имеющих зеркально-симметричную формографику, определяющую их внутреннюю структуру и, таким образом, являющиеся геометрическими антиподами (что взаимосвязано с *Феноменом Геометрической Компонентности – ФГК*). Затем выполняется двухцветное решение формографики компонентных тетраэдров [5]. Для первого тетраэдра одним цветом покрываются полосы формографической решетки на внешней стороне граней, а другим, дополнительным, цветом окрашиваются те же полосы с внутренней стороны. В закраске второго тетраэдра цвета меняются на противоположные. Покрытие определенных фрагментов поверхности цветом имело целью формирование условного пластинчатого каркаса каждого из тетраэдров (Рис. 3).

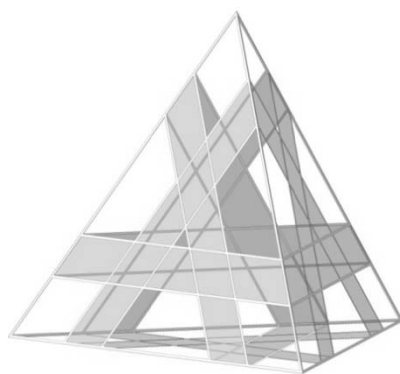


Рис. 3. Двухцветный пластинчатый каркас тетраэдра.

На следующем этапе производится модульное достраивание полученного каркаса каждого компонентного тетраэдра до полностью замкнутой геометрической формы. Полностью достроенный пластинчатый каркас компонентного тетраэдра определяет построение своего центрального октаэдрического компонента.

В итоге, полученное двухцветное решение формографики правильных компонентных тетраэдров и, в том числе, частным образом пересекающихся компонентных тетраэдров [4], послужило основой для формографического построения двухцветных пластинчатых каркасов октаэдрических компонентов (Рис. 4).

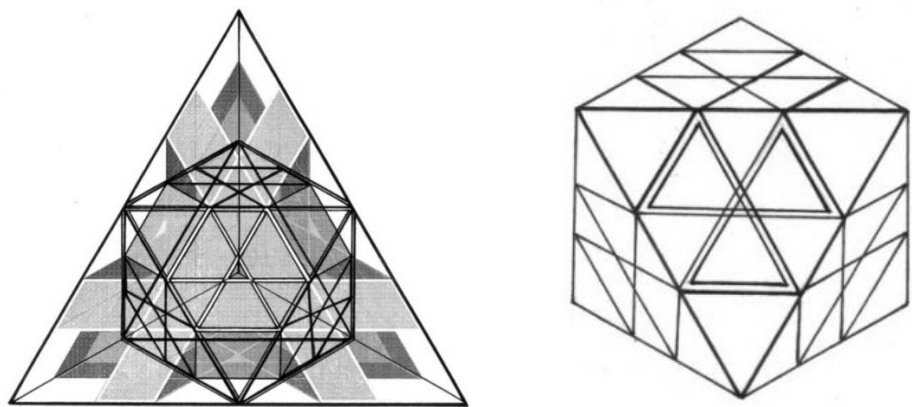


Рис. 4. Построение формографики пластинчатого каркаса октаэдрического компонента.

На основе двухцветной формографики компонентных тетраэдров возможно моделирование двухцветного пластинчатого каркаса всего Звездчатого ИРСа (Рис. 5), включающего центральное ядро, образованное из двух октаэдрических компонентов. Форма центрального ядра будет представлять собой усеченный октаэдр.

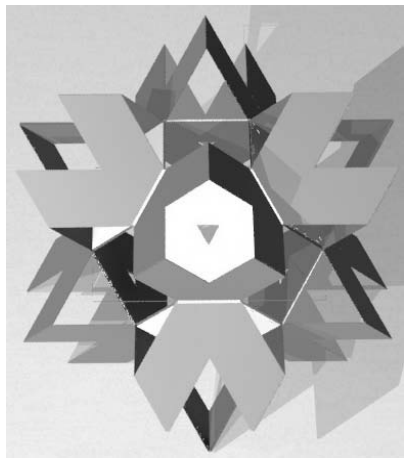


Рис. 5. Пластинчатый каркас Звездчатого ИРСа.

В завершение смоделируем общий пластинчатый каркас конструктивно объединенных октаэдрических компонентов (Рис. 6).

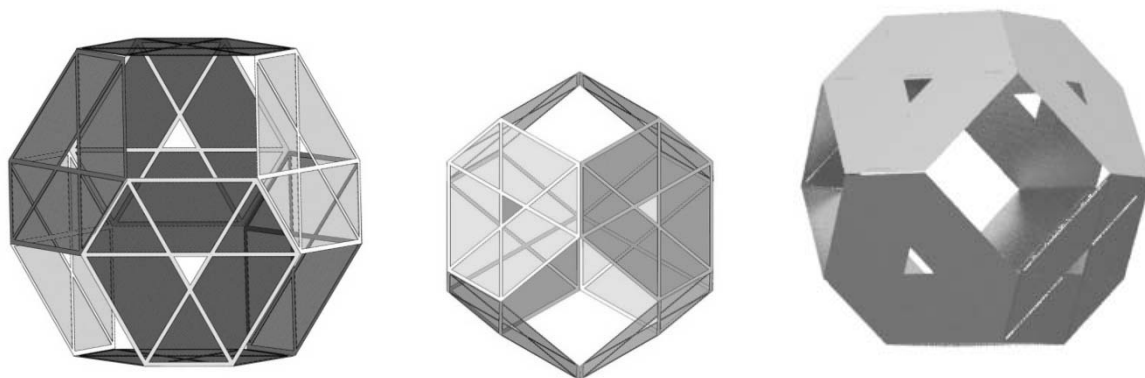


Рис. 6. Двухцветные пластинчатые каркасы сдвоенных октаэдрических компонентов.

Проведенное авторами формографическое построение пластинчатых каркасов выполнено в рамках развития нового направления в структурном формообразовании: *формографическое структурообразование моделей пластинчатых каркасов перспективных многогранных объектов*. Вспомогательное применение универсального Изоконструктора формографики ZIRS-2011 технологически позволяет построить общий двухцветный пластинчатый каркас объединенных октаэдрических компонентов, который при необходимости может быть достроен плоскими модулями до полностью замкнутой поверхности. В результате проведенного формообразования получаем возможность построения новых многогранных модульных форм и их структурообразующих систем.

В конечном результате, формографически образованный двухцветный пластинчатый каркас объединённых октаэдрических компонентов оказался удачным формообразующим решением, наиболее адаптированным для последующего эффективного применения в структурном проектировании модульных архитектурно-строительных конструкций.

Авторы считают целесообразным включение формографического построения каркасов модульных систем и их производных многогранных структур в арсенал средств автоматизированного проектирования наряду с известными программными комплексами, что окажет положительное влияние на развитие геометрического и компьютерного моделирования.

Геометрическое и компьютерное моделирование пластинчатых каркасов явилось органичной составляющей ранее выполненного проекта для 14-ой Международной конференции по компьютеризации в строительстве ICCCBE MOSCOW 2012. Полученные результаты и их практическое внедрение, в итоге, приведут к дальнейшему

совершенствованию формографической пластинчатой технологии создания перспективных архитектурно-строительных объектов.

Литература

1. Венниджер М.; М. МИР, 1974. Модели многогранников. /Издание Кембриджского университета/.

2. Картавец Н.С., Георгиевский О.В., Филин Ю.Н., 2011. Изоконструктор формографического построения Звёздчатого Изоромбоидного Суперкомпакта. «Вестник МГСУ»; №4, 2011, М; МГСУ, 2011.

3. Картавец И.С., Картавец Н.С., Филин Ю.Н., 2012. Abstract volume: A form-graphics construction of plate frameworks for the component tetrahedrons. /14-th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering/. Moscow, June 27-29, 2012, editors: Valery Telichenko, Andrey Volkov, Irina Bilchuk. Сборник материалов 14-ой Международной научной конференции ICCSBE MOSCOW 2012; Москва 2012 г.

4. Филин Ю.Н., Картавец Н.С., Картавец И.С., 2011. Формообразование триады пирамид пересекающихся компонентных тетраэдров. Сборник материалов международной научной конференции: «Интеграция, партнерство и инновации в строительстве и образовании; МГСУ, 2011. Т.2, стр. 769-773.

5. Филин Ю.Н., Картавец Н.С., Картавец И.С., 2012. Двухцветное решение формографики компонентных тетраэдров. «Вестник МГСУ»; № 4, 2011, М; МГСУ, 2011.

УДК 66.074

Хван В.С.

АППАРАТ ДЛЯ КОНДЕНСАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

*Национальная академия природоохранного
и курортного строительства*

Аннотация.

В данной работе представлен разработанный эффективный аппарат для конденсационной очистки газов, предназначенный для вытяжной системы вентиляции в химической промышленности. Аппарат имеет наружную и внутреннюю трубу, причем последняя выполнена из полых металлических дисков, имеющих отверстия в осевой части, и соединенных между собой таким образом, что образуют трубу переменного сечения. В теплообменнике происходит теплообменный процесс между охлаждающей жидкостью с одной стороны и нагретым газом с другой, через развитую поверхность стенки внутренней трубы. В результате теплообменного процесса загрязненный газ охлаждается, при этом токсичные компоненты, содержащиеся в нем будут конденсироваться и выводиться наружу.

Постановка проблемы. Известные кожухотрубчатые аппараты имеют существенный недостаток, а именно, неразвитую поверхность теплообмена между средами, так как она представляет собой поверхность стальной трубы.

Анализ публикаций. Известен кожухотрубчатый аппарат для конденсационной очистки газовой смеси от вредных токсичных газовых компонентов типа «труба в трубе» включающий: наружные горизонтальные металлические трубы большого размера, размещенные одна над другой, внутри которых размещены трубы меньшего диаметра, соединенные между собой с помощью фасонного элемента – колена. В верхней части наружной трубы имеется патрубок для подачи загрязненного газа, а нижней части нижней наружной трубы установлен патрубок, предназначенный для отвода конденсата и очищенного газа, при этом наружные трубы соединены между собой перемычкой, обеспечивающей сообщение между ними. В нижнюю внутреннюю трубу подается холодная вода, а через верхнюю внутреннюю трубу выводится нагретая вода [1].

Известное устройство характеризуется простотой конструкции и работы. Такие аппараты сравнительно дешевы и недороги в эксплуатации. Затраты энергии на работу также относительно малы.

Аппараты такого типа весьма ограничено используются для конденсации вредных газов. Они малопроизводительны и неэффективны в силу того, что имеют сравнительно небольшую площадь теплопередающей поверхности.

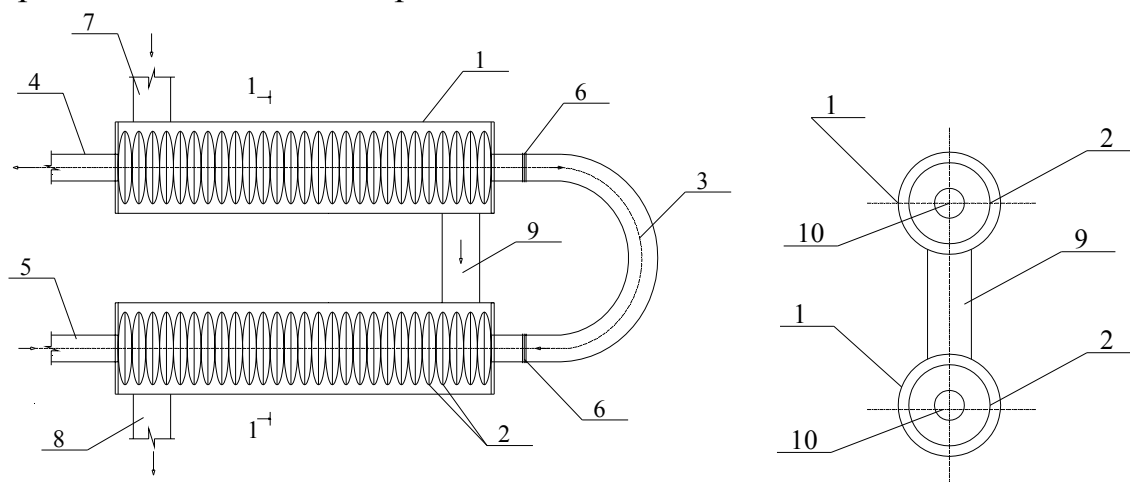
Существенным недостатком указанного выше аппарата является сравнительно низкая производительность и неэффективность очистки газовой смеси от вредных компонентов.

В большинстве случаев возникает потребность в более эффективных аппаратах, которые способны конденсировать вредные компоненты газовой смеси в широком диапазоне изменения температур.

Цель работы. Повышение эффективности конденсационной очистки вредных компонентов газовой смеси в широком диапазоне изменения температуры.

Оригинальная часть. Внутренние трубы конденсатора выполнены из полых металлических дисков, соединенных между собой, причем диски имеют отверстия в центральной части, предназначенные для сообщения внутренних полостей смежных по отношению друг к другу дисков. Таким образом существенно увеличивается площадь контакта между средами.

Результаты исследования. На рис. 1 представлена конструкция разработанного конденсатора.



Разрез 1-1.

Рис. 1. Конструкция конденсатора.

1 – Внешняя труба. 2- Внутренняя труба. 3 - Колено. 4 – Патрубок для вывода нагретой воды. 5 – Патрубок для подачи холодной воды. 6 – Фланцевое соединение. 7 – Патрубок для подачи загрязненной газовой смеси. 8 - Патрубок для отвода очищенной газовой смеси и конденсата. 9 – Патрубок - перемычка. 10 – Отверстие в центральной части диска внутренней трубы.

Конструкция конденсатора.

Конструкция конденсатора включает: верхний и нижний наружные трубы 1, внутри каждой из которых размещена внутренняя труба 2. Внутренние трубы соединены друг с другом с помощью колена 9. Внутренняя труба 2 выполнена из полых металлических дисков, имеющих отверстия в осевой части, и соединенных между собой таким образом, что образуют трубу переменного сечения с развитой теплопередающей

поверхностью. Верхняя внутренняя труба 2 снабжена патрубком 4, предназначенным для отвода нагретой воды из конденсатора, а нижняя внутренняя труба 2 снабжена патрубком 5, предназначенным для подачи холодной воды в конденсатор. Верхняя наружная труба 1 снабжена патрубком 7, предназначенным для подачи в конденсатор неочищенной газовой смеси, а нижняя наружная труба 1 снабжена патрубком 8, предназначенным для отвода конденсата и очищенного газа из конденсатора. Верхняя наружная труба 1 и нижняя наружная труба 1 соединены между собой с помощью трубчатой перемычки 9.

Конденсатор работает следующим образом.

Высокотемпературный загрязненный газ подается в межтрубное пространство теплообменника через верхний патрубок 7, далее он движется к противоположному торцу трубы 1, после этого через вертикальную трубчатую перемычку 9, соединяющую верхнюю и нижнюю части теплообменника перетекает в нижнюю часть и заполняет межтрубное пространство нижней части. После этого очищаемый газ движется к противоположному торцу нижней части аппарата и далее очищенный газ с конденсатом выводятся через нижний патрубок. Одновременно с прокачкой загрязненного газа через аппарат, через патрубок, установленный сбоку в нижней части аппарата, производят подачу холодной воды во внутреннюю трубу аппарата. Внутренняя труба выполнена из полых металлических дисков, имеющих отверстия в осевой части, и соединенных между собой таким образом, что образуют трубу переменного сечения. Далее охлаждающая жидкость – вода, поступает во внутреннюю трубу верхней части аппарата через фасонную часть – колено, откуда потом выводится через боковой патрубок, установленный в верхней части аппарата. В теплообменнике происходит теплообменный процесс между охлаждающей жидкостью с одной стороны и нагретым газом с другой, через развитую поверхность стенки внутренней трубы. В результате теплообменного процесса загрязненный газ охлаждается, при этом токсичные компоненты, содержащиеся в нем будут конденсироваться при достижении точки росы или температуры насыщения. Причем, если в газовой смеси токсичных компонентов несколько, то каждый из этих компонентов начнет конденсироваться тогда, когда газ станет насыщен этим компонентом, и для него будет выполняться соотношение парциальных давлений:

$$p_i = (p_i)_{\text{п.}}$$

где p_i – давление пара i – компонента газовой смеси;
 $(p_i)_{\text{п.}}$ – парциальное давление компонента i в парах.

Вначале заполняют корпус 1 пылеуловителя холодной водой через патрубок 9. После этого нагретый загрязненный воздух подают в змеевик 4 пылеуловителя через входной патрубок 2. Скорость подачи загрязненного воздуха составляет 10-15 м/с. За счет контакта воды и воздуха через стенку змеевика 4, а также значительной разности температур между водой и воздухом, на внутренней стенке змеевика 4 образуется конденсат в виде водяной пленки. Последняя равномерно покрывает всю внутреннюю поверхность змеевика 4. В свою очередь загрязненный воздух в змеевике направляется по спирали, при этом центробежная сила будет выталкивать пылевые частицы из потока на периферию к стенке змеевика, где пыль будет притормаживаться и связываться пленкой воды. По мере насыщения водой пылинки будут укрупняться, утяжеляться, обволакиваться водой, превращаться в шлам и стекать в нижнюю часть змеевика 4. Откуда шлам за счет действия гравитационных сил и давления сжатия воздушного потока будет перетекать в трубчатый накопитель 6. По мере накопления шлама а трубчатом накопителе 6, открывают спускной кран 7, и шлам перекачивают в шламосборник 8. Для стабильного образования водяной пленки на внутренней поверхности змеевика 4, в корпус пылеуловителя 1 непрерывно подают холодную воду через патрубок 9, при этом теплую воду отводят через патрубок 10. Очищенный от пыли воздух направляется в выходной патрубок 2 и далее в окружающую среду. Таким образом, использование разработанного пылеуловителя позволяет повысить эффективность очистки загрязненного воздуха.

Использование разработанного аппарата для конденсационной очистки воздуха от пыли позволяет обеспечить более эффективную очистку загрязненного воздуха, по сравнению с аналогом. Это достигается за счет изменения конструкции аппарата и технологии очистки загрязненного воздуха. В результате использования разработанного аппарата достигается осаждение не только крупной и средней фракции пыли, но и мелкой фракции пыли размером менее 5 мкм. Таким образом, удаляемый из аппарата очищенный воздух, можно свободно выбрасывать в окружающую среду без ущерба для нее.

Выводы.

Разработанный аппарат для конденсационной очистки воздуха от пыли позволяет:

1. Обеспечить эффективное осаждение не только крупной и средней фракций пыли из загрязненного воздуха, но и мелкую фракцию пыли, за счет надежного связывания пылевидных частиц конденсационной пленкой воды на внутренней поверхности змеевика, с последующей из утилизацией в шламосборник.

2. Конденсационная пленка воды образуется на внутренней поверхности змеевика за счет контакта холодной воды и горячего воздушного потока через стенку змеевика.

3. Разность температур холодной воды и воздушного потока должна быть достаточной для образования конденсата в виде стабильной водяной пленки.

Литература.

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006. 150 - 157с.

Анотація.

У даній роботі представлений розроблений ефективний апарат для конденсаційної очищення газів, призначений для витяжної системи вентиляції в хімічній промисловості. Апарат має зовнішню і внутрішню трубу, причому остання виконана з порожнистих металевих дисків, що мають отвори в осевій частині, і з'єднаних між собою таким чином, що утворюють трубу змінного перетину. В теплообміннику відбувається теплообмінний процес між охолоджувальною рідиною з одного боку і нагрітим газом з іншого, через розвинену поверхню стінки внутрішньої труби. В результаті теплообмінного процесу забруднений газ охолоджується, при цьому токсичні компоненти, що містяться в ньому будуть конденсуватися і виводиться назовні.

Abstract.

In this paper we developed an effective apparatus for condensing gas cleaning, designed for air ventilation systems in the chemical industry. The device has an outer and an inner tube, and the latter is made of hollow metal disks with holes in the center part, and interconnected in such a way as to form a tube of variable section. The heat exchanger is the heat exchange process between the cooling fluid on the one hand and the hot gas on the other, through the developed surface of the wall of the inner tube. As a result of the heat exchange process, the contaminated gas is cooled, and the toxic components contained in it will condense in and out.

УДК 628.83

Цуляну К. И., к.т.н., доцент,
Гуцул В. Г., к.т.н., доцент*,
Зайцев О.Н., д.т.н., профессор,
Богатикова Н.П., аспирант**

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЦЕЛЕВОГО ОТСОСА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕГО С ПЛОСКОЙ ГАЗОВОЙ СТРУЕЙ

**Технический Университет Молдовы, Молдова*

***Национальная академия природоохранного и курортного
строительства, Украина*

Анотація

Виконано чисельне моделювання активованого відсмоктування, отримані лінії струму результуючого потоку при різних швидкостях виходу припливної струменя, запропонована конструкція активованого відсмоктування.

Ключові слова: щілинний відсмоктувач, плоска струміль, дифузія.

Постановка проблемы и анализ основных исследований.

Необходимость поддержания допустимых концентраций вредностей в рабочей зоне, уменьшения количества вредностей выбрасываемых в атмосферу, а также необходимость учета требований к технической компоновке современного технологического оборудования и постоянно растущая стоимость энергоресурсов определило главное направление в вентиляционной техники – устройство местных отсосов, встроенных в оборудование.

Очень часто технологические процессы не сопровождаются тепловыделениями, а плотность выделяющихся газов несущественно отличается от плотности воздуха (окраска, обработка изделий химикатами, склеивание и т.п.). В этом случае вредности распространяются в помещении путем диффузии [1].

Целью данной работы являлось определение закономерностей при локализации выделяющихся вредностей от плоских, движущихся, диффузионных источников плоской газовой струей при взаимодействии со щелевым отсосом. На основании поисковых экспериментов и учитывая технологические требования к оборудованию, нами была разработана конструкция местного отсоса [2], которая позволит локализовать вредности в месте их образования и уменьшить тем самым неорганизованное загрязнение воздуха.

Для теоретического исследования предложенного способа локализации выделяющихся вредностей использовалась математическая модель, которая

представляет собой систему дифференциальных и интегральных уравнений, отражающих законы физики с граничными и начальными условиями, привязывающими данную математическую модель к поставленной конкретной инженерной задаче [3].

В связи с тем, что используемые в математической модели системы дифференциальных или интегральных уравнений в данном случае не имеют аналитического решения, они должны быть приведены к дискретному виду и решаются с помощью выбранной расчетной сетки. Решение математической задачи существенно зависит как от способа дискретизации уравнений, так и от способа решения полученных в результате уравнений

Исследование движения пылегазового потока при взаимодействии щелевого отсоса и плоской газовой струи.

В данной задаче, движение текучей среды, моделируется с помощью уравнений Навье — Стокса, описывающих в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии этой среды. А также используются уравнения состояния компонентов текучей среды и эмпирические зависимости вязкости этих компонентов среды от температуры. Для замыкания этой системы уравнений используются уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и ее диссипации в рамках $k - \varepsilon$ модели турбулентности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_k) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho u_i u_k) - \frac{\partial}{\partial x_k} \left[(\mu + \mu_t) \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_i} \right) \right] + \frac{\partial P}{\partial x_i} = S_i, \quad (2)$$

$$\frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} ((\rho E + P) u_k + q_i - \tau_{ik} u_i) = S_{ik} u_k, \quad (3)$$

где t — время; u_i — скорость текучей среды; ρ — плотность текучей среды; P — давление текучей среды; x_i — координата движения в пространстве; S_i — внешние массовые силы, действующие на единичную массу текучей среды; E — полная энергия единичной массы текучей среды; τ_{ik} — тензор вязких сдвиговых напряжений, q_i — диффузионный поток (нижние индексы означают суммирование по трем координатным направлениям).

Постоянные в модели $k - \varepsilon$ были определены различными методами, которые часто базируются на экспериментальных данных полученных при изучении простых течений. Согласно рекомендациям [4]: $\sigma_B = 0,9$; $C_B = 1$, при $P_B > 0$ и $C_B = 0$, при $P_B < 0$; $C_{\varepsilon 1} = 1,44$; $C_{\varepsilon 2} = 1,92$; $\sigma_\varepsilon = 1,3$; $\sigma_k = 1$.

В. Мохамеди [5] в 1994 году развивает теоремы о существовании и стабильности решений системы уравнений модели $k - \varepsilon$.

Для нахождения искомого численного решения задачи непрерывная нестационарная математическая модель физических процессов дискретизируется как по пространству, так и по времени.

Для дискретизации дифференциальных уравнений используется метод конечных объемов. При этом пространственные производные аппроксимируются с помощью неявных разностных операторов второго порядка точности. А именно, полученные из уравнений (1-3) интегрированием по поверхности и объему ячейки расчетной сетки интегральные уравнения:

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V U dv + \oint_S F ds = \int_V Q dv, \quad (4)$$

где: U — вектор физических параметров (независимых переменных); V — объем ячейки; F — потоки; S — площадь поверхности (граней) ячейки; Q — массовые силы, преобразуются к дискретной форме:

$$\frac{\partial}{\partial t} (UV) + \sum_s F_s = QV \quad (5)$$

Потоки F рассчитываются с использованием их аппроксимации вперед второго порядка точности, основанной на модифицированных неявных QUICK-аппроксимациях Леонарда [6] и методе минимизации полной вариации TVD[5].

При дискретизации по времени используется метод расщепления операторов для более эффективного расчета давления и скорости. В соответствии с методом SIMPLE [7, 8], давление рассчитывается в результате решения дискретного эллиптического уравнения, полученного алгебраическими преобразованиями дискретных уравнений сохранения массы и импульса с учетом граничных условий для скорости.

Решение ищется с помощью специально разработанного итерационного метода с использованием многосеточного метода [9] для ускорения сходимости.

Моделирование выполнено при следующих граничных условиях:

- в данной модели решается «внутренняя» задача;
- требования к технологическому дизайну налагает определенные требования к габаритным размерам конструкции местного отсоса, к высоте и месторасположению приточного и вытяжного воздухопроводов;
- воздух подавался со скоростью 1-7 м/с из щели цилиндрического воздуховода переменного сечения (ограничения по скорости воздуха с целью исключить обратные токи воздуха и влияние на качество обрабатываемой продукции);
- воздух подавался под углом в 10 градусов к горизонтальной плоскости (принято по предварительным экспериментальным исследованиям);
- удаление воздуха осуществлялось над горизонтальной плоскостью имитацией щелевого отсоса с заданием давления 10-20 кПа в самой щели;

- для моделирования параметров внутреннего воздуха помещения и воздействия последнего на процесс удаления вредностей, задана скорость дополнительного (бокового), параллельного горизонтальной поверхности потока воздуха, 0,3 м/с равная скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения;

- ограждающие стенки модели выбраны на достаточном удалении от втекающей и вытекающей струи для исключения влияния стенок на аэродинамику результирующего потока.

Исследовались следующие случаи движения воздуха:

1. Случай, когда скорость выхода приточной струи составляла 1-2 м/с, а разрежение в щелевом отсосе составляло 10-20 кПа (рис.1). В этом случае «укрывающий» слой воздуха получается очень тонким и движется с небольшой скоростью, то есть возникает опасность его прорыва выделяющимися вредностями;

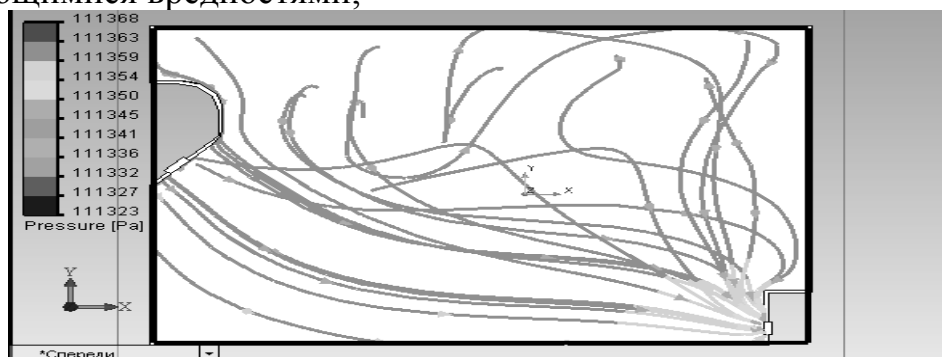


Рис.1 Линии тока результирующего течения при скорости приточной струи 1 м/с, внешней скорости 0,3 м/с(скорость воздуха рабочей зоны), разрежение в отсосе – 10 кПа.

2. Случай увеличения скорости приточного воздуха свыше 4 м/с, а разрежение в щелевом отсосе 10-20 кПа (рис.2). В этом случае происходит значительная турбулизация потока, вследствие которой происходит вовлечение значительной части окружающего (внешнего) воздуха в нисходящее движение приточной струи, что создает вращающийся вихрь над горизонтальной плоскостью. Данное явление также может вызвать прорыв вредностей в воздух рабочей зоны;

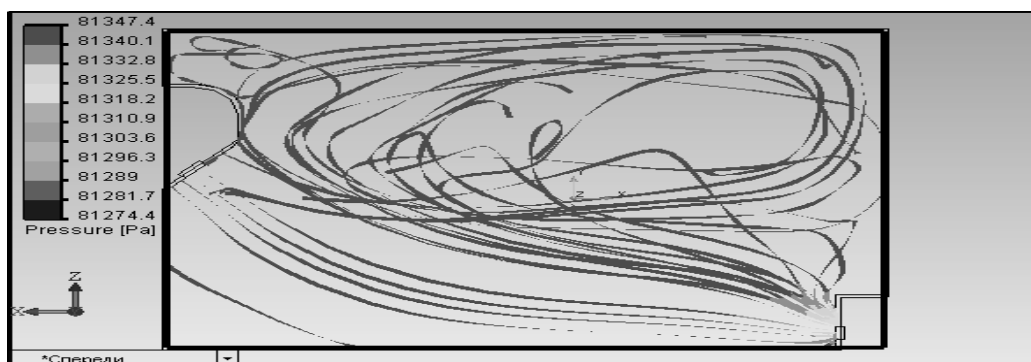


Рис.2. Линии тока результирующего течения при скорости приточной струи 4 м/с, внешней 0,3 м/с, разрежение в отсосе – 10 кПа.

3. Случай, когда скорость выхода приточной струи составляла 3-3,5 м/с, а разрежение в щелевом отсосе составляло 10-20 кПа (рис.3). При этом отсутствуют недостатки предыдущих случаев.

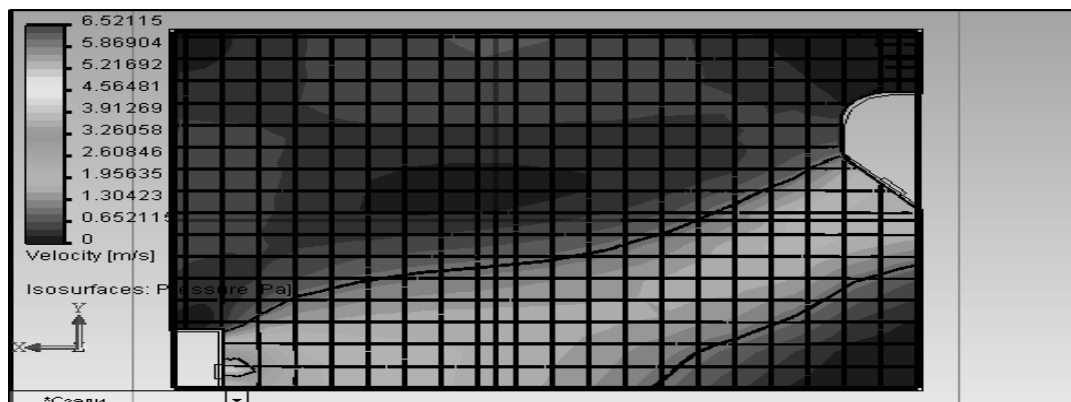


Рис.3. При скорости 3,5 м/с, разрежение 10 кПа (распределение давления) по расчетной области.

Выводы:

1. Определен тип отсосов, позволяющий локализовать диффузионный поток плоским потоком защитного газа в месте ее образования.
2. Полученные данные позволили выявить, что для данных условий с точки зрения аэродинамики наиболее оптимальным является скорость выхода воздуха из приточного воздуховода в пределах 3-4 м/с.
3. На основании данных численного моделирования предложена конструкция устройства для улавливания вредностей от плоских источников расположенных преимущественно на транспортной ленте.
4. Предложенная расчетная модель обеспечивает достоверность полученных решений и может быть использована для анализа и прогнозирования эффективности различных систем вентиляции.

Литература:

1. В. Н. Посохин. Расчет местных отсосов от тепло- и газовыделяющего оборудования. Москва. 1984.
2. А.с. № 2740. В 08 В5/00, 15/00. Устройство для очистки воздуха от источников вредностей расположенных преимущественно на транспортной ленте. Гуцул В., Цуляну К. Молдова ВОРІ №.4. 2005.
3. В. Е. Launder and D. В. Spalding. Mathematical Models of Turbulence. Academic Press, 1972.

УДК 514.18

А.В. Черников, д.т.н., проф.

Е.М. Иванов, к.т.н., доц.

Е.С. Грайворонский, асп.

АДАПТАЦИЯ ПАКЕТА AUTODESK INVENTOR ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
Украина*

Аннотация

Рассмотрены аспекты подготовки специалистов в области геометрического моделирования объектов техносферы и разработки конструкторской документации с использованием современных средств компьютерной графики. Описаны основные несоответствия стандартам ЕСКД в существующих CAD-пакетах и предложены пути их разрешения.

Постановка проблемы. На современном этапе развития промышленности одной из важнейших задач является выпуск новых поколений машин и оборудования для обеспечения повышения производительности труда. Расширяется внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) в машиностроительном комплексе, строительстве и других областях хозяйства. Проектирование объектов промышленности вступило в новый этап своего развития, когда вместе с ростом сложности проектов должно обеспечиваться сокращение сроков проектирования и уменьшение числа проектировщиков в значительной мере за счет автоматизации проектирования и компьютеризации инженерных работ. Сейчас существует множество CAD-систем (Autodesk Inventor, SolidWorks, Unigraphics, Pro/Engineer, CATIA, TFlex-CAD, Компас и др.), и, к сожалению, ни одна из них не позволяет выпускать конструкторскую документацию с полным соблюдением требований стандартов.

Анализ последних исследований и публикаций. Возрастающая конкуренция и необходимость повышения качества проектирования привели к переходу на трехмерное проектирование. За последнее десятилетие тысячи конструкторов изменили свой подход к процессу проектирования, перейдя от двумерных САПР к трехмерным, реализующим идею генерации твердотельных компьютерных моделей [1-7]. Графические возможности современных компьютеров позволяют отображать эти модели с высокой точностью и реалистичностью – это означает большую творческую свободу и эффективность работы конструкторов. Выразить трехмерный мысленный образ в плоских

проекциях – довольно сложная задача, работа же в трехмерной среде помогает сократить время, необходимое для преобразования пространственного образа в двумерные чертежи. Трехмерное представление изделия помогает и на следующих стадиях жизненного цикла проекта (например, из модели можно автоматически получить изображение всех компонентов в разобранном виде и использовать его как иллюстрации для инструкции по сборке).

Одно из главных преимуществ трехмерного моделирования – быстрое автоматическое создание проекций. Даже для простых деталей получить виды чертежа по трехмерной модели часто оказывается быстрее, чем строить их в традиционной чертежной среде. Для проектных организаций возможность автоматического получения видов (в том числе – изометрических), сечений, схем и спецификаций позволяет существенным образом повысить эффективность работы за счет сокращения сроков выполнения проектов и уменьшения ошибок. И поскольку в трехмерных моделях содержится намного больше инженерной информации, чем в обычных чертежах, другим важным преимуществом твердотельного моделирования является возможность использования результатов моделирования в программах инженерных расчетов и генерации программ для станков с ЧПУ. Соответственно кафедры инженерной и компьютерной графики (ИКГ) должны научить будущих специалистов и основам геометрического моделирования и современным средствам разработки конструкторской документации.

Вопросам адаптации пакетов компьютерного моделирования под стандарты ЕСКД (в частности пакетов фирмы Autodesk) посвящено множество ресурсов и форумов, как на официальных сайтах, так и у партнеров [8-10]. Однако пока разработчики программ не очень оперативно реагируют на замечания своих пользователей.

Основная часть. В статье описаны некоторые разработки кафедры ИКГ ХНАДУ, дополняющие функционал пакета Autodesk Inventor в плане выполнения требований стандартов ЕСКД. Выбор этого пакета обусловлен как соображениями традиции – пакеты фирмы Autodesk используются в университете с 1992 года, так и последними инициативами этой фирмы, обеспечивающей (с мая 2012 г.) ВУЗы стран СНГ бесплатными учебными лицензиями на всю линейку своих продуктов.

Первый пример связан с рекомендациями стандарта ГОСТ 2.109-73. Имеется в виду пункт, согласно которому не рекомендуется показывать на сборочном чертеже мелкие фаски и сопряжения. Решить проблему можно с помощью внутренних средств Autodesk Inventor с использованием средств подсистемы iLogic, предоставляющей доступ ко всем элементам модели.

Создаем новое правило iLogic для детали, и в окне, в столбце слева, из списка «Элементы» выбираем строчку «IsActive». Это ключевая команда – она позволяет подавить/восстановить элемент дерева построения, указанный по имени («Фаска1» и пр.). Остается реализовать перебор всех

фасок и сопряжений и спрятать те из них, которые подходят под описание «мелкий элемент». Приведем фрагмент кода для подавления сопряжений с радиусом меньшим 0.5 мм:

```
part = ThisDoc.Document
oCompDef = part.ComponentDefinition
Dim i As Integer = 1
While True 'проход по сопряжениям
    Try
        fillet = oCompDef.Features.FilletFeatures.Item(i)
    Catch ex As exception
        Exit While
    End Try
    elementParams = fillet.Parameters()
    If elementParams.Item(1).Value <= 0.5 Then
        Feature.IsActive(fillet.Name) = False
    End If
    i=i+1
End While
```

Аналогичную задачу можно решить в среде сборки, обеспечив просмотр всех составляющих ее деталей. Также необходимо спросить у пользователя, требуется скрыть или отобразить мелкие элементы, и размер, который будет считаться критерием «мелкости». Для этого из раздела «Сообщения» списка элементов iLogic, использован элемент типа InputBox:

```
elementAction = InputRadioButton("Мелкие элементы нужно:", "Скрыть",
    "Отобразить", booleanParam, Title := "ГОСТ+")
elSizeToHide = InputBox("Введите критерий скрытия, мм", "Требуется размер", "5")
```

Эти строки выведут на экран окна, показанные на рис. 1.

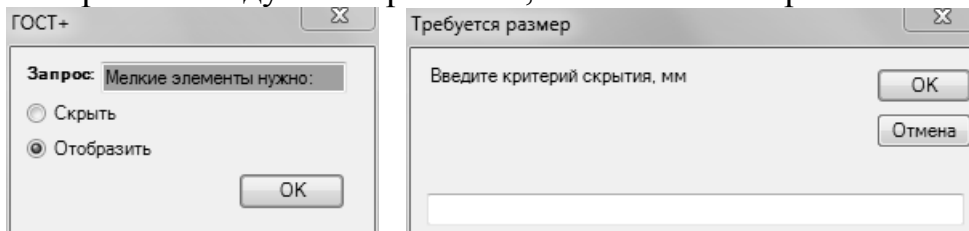


Рис. 1 – Созданные диалоговые окна

Код для подавления/восстановления фасок и сопряжений заданного размера, оформленный в виде подпрограммы, представлен ниже.

```
Sub asmElementHide(elType As Boolean, action As Boolean, size As Double)
```

```
    Dim i As Integer = 1
```

```
    Dim CompDef As Inventor.ComponentDefinition
```

```
    CompDef = ThisApplication.ActiveDocument.ComponentDefinition
```

```
    Dim CompOcc As ComponentOccurrence
```

```
    For Each CompOcc In CompDef.Occurrences
```

```
        While True
```

```
            If eltype Then
```

```
                Try
```

```

        element =
CompOcc.Definition.Features.ChamferFeatures.Item(i)
        Catch ex As exception
            Exit While
        End Try
    Else
        Try
            element =
CompOcc.Definition.Features.FilletFeatures.Item(i)
            Catch ex As exception
                Exit While
            End Try
        End If

        If action Then Goto gShow
        elementParams = element.Parameters()
        If elementParams.Item(1).Value <= size Then
            gShow:Feature.IsActive(CompOcc.Name, element.Name) =
action
        End If
        i = i+1
    End While
    i = 1
Next      End Sub

```

Использован объект типа ComponentOccurrence (подчеркнуто штриховой линией), с помощью которого выполнен перебор деталей, входящих в сборку; доступ к наборам сопряжений / фасок осуществлен через описание геометрии этого объекта (подчеркнуто сплошной линией). В подавлении / восстановлении элемента геометрии участвует имя детали (подчеркнуто пунктиром). Данное решение проверено на различных деталях и сборках и работает, как планировалось. Есть небольшое ограничение: если в сборке есть не только детали, но и сборки нижнего уровня, следует ввести в код проверку на вид текущего объекта ComponentOccurrence (деталь или подсборка), и рекурсивно вызвать функцию для обработки сборок.

Второй пример связан с особенностями изображения разрезов деталей, для которых элементы типа ребер жесткости следует показывать незаштрихованными (ГОСТ 2.305-2008; такое же требование есть и в немецких стандартах [11]).

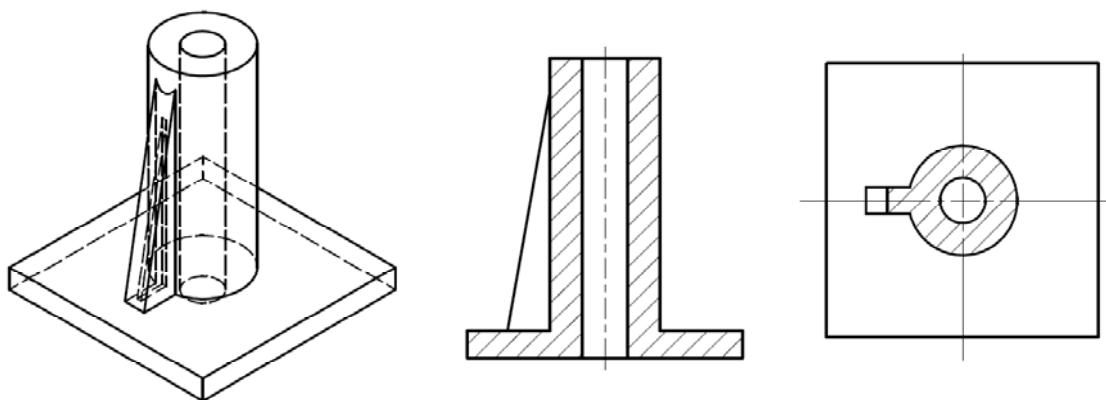


Рис. 2. Моделирование ребра жесткости

Предлагаемое решение основано на создании полости в плоскости симметрии ребра. Размер отступа полости от граничных кромок и толщина выдавливания выбирается достаточно малым (например, 0.001 мм) и он не влияет на массовые свойства детали. Этот способ проще редактирования эскиза для исключения ребра жесткости из области штрихования. Демонстрацию использования данного метода можно посмотреть по ссылке: <http://www.youtube.com/user/AV4erni/videos>.

Выводы и перспективы. На наш взгляд все заинтересованные специалисты, и на предприятиях, и в учебных заведениях, должны включиться в работу по адаптации программ к существующим стандартам. Чем больше будет опубликовано пожеланий пользователей, как на форумах, так и на официальных сайтах соответствующих компаний, тем выше вероятность включения требуемых изменений в последующие версии программ. Еще один из возможных вариантов – предложение от фирм-производителей в органы стандартизации по внесению изменений в стандарты в связи с внедрением компьютерного проектирования.

Литература

1. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
2. Быков А. Желаемое и действительное в геометрическом моделировании / А. Быков // САПР и Графика. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – № 1. – С. 15-20.
3. Технология цифровых прототипов. Autodesk Inventor 2010. Официальный учебный курс. – Серия: САПР от А до Я. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 944 с.
4. Allen L. AutoCAD: Professional Tips and Techniques (Really Useful Ebooks) / L. Allen, S. Onstott. – Indianapolis: Wiley Publishing Inc., 2007. – 336 p.
5. Marsh D. Applied Geometry for Computer Graphics and CAD: 2 ed. / D. Marsh. – London: Springer, 2005. – 366 p.

6. Черніков О.В. Аналіз сучасних методів твердотільного моделювання / О.В. Черніков // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.: КНУБА, 2001. – Вип. 69. – С. 105-107.
7. Черніков О.В. Використання можливостей параметричного моделювання пакету Inventor в наукових дослідженнях та навчальному процесі / О.В. Черніков // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 80. – С. 98-102.
8. Autodesk Inventor – машиностроительное проектирование (Форум Autodesk Discussion Groups) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forums.autodesk.com/t5/Autodesk-Inventor--Русский/bd-p/381> (20/08/2012).
9. Разрезы и местные разрезы в сборках / Все об Autodesk Inventor (Форум Русской промышленной компании) [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cad.ru/ru/forum/index.php?PAGE_NAME=read&FID=20&TID=3138 (19/08/2012).
10. Inventor Wish List – Чего не хватает в Inventor (Форум Autodesk User Group International, AUGI) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forums.augi.com/showthread.php?80434-Inventor-Wish-List-Чего-не-хватает-в-Inventor> (19/08/2012).
11. Hoischen H. Technisches Zeichnen / H. Hoischen. – Berlin : Cornelsen Girardet, 1998. – 448 p.

Abstract

In the article considers the aspects of training in the field of geometric modeling and design objects of technosphere, design documentation with application of modern computer graphics tools. The basic inconsistency with USDD in existing CAD-packages and ways to resolve them.

Анотація

Розглянуто аспекти підготовки фахівців в галузі геометричного моделювання об'єктів техносфери та розробки конструкторської документації з використанням сучасних засобів комп'ютерної графіки. Описано основні невідповідності стандартам ЄСКД в існуючих CAD-пакетах та запропоновані шляхи їхнього розв'язання.

УДК 5.15.2

Чиж В.М.¹, аспірант,
Демчишин О.І.¹, к. ф-м. н., доцент,
Карпінський М.П.², д. т. н., професор,
Балабан С.М.¹, к. т. н., доцент

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ КЛАСТЕРА ПРИ ГЕОМЕТРИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

1 - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

*2 - Університет в Бельську-Бялій і Державна вища професійна школа в
Новому Сончі, Польща.*

Анотація.

Запропоновано алгоритм побудови кластера, який є представником групи однотипних сенсорів в евклідовому комп'ютерному просторі. Приведено структуру кластера, яка дозволяє використовувати його для геометричного моделювання бездротових сенсорних мереж (БСМ).

Постановка проблеми. Бурхливий розвиток і розширення зон використання бездротових сенсорних мереж (БСМ) вимагають постійного підвищення надійності їх роботи і рівня захисту інформації. Вирішення даних проблем вимагає організацію контролю за роботою всіх складових мережі у реальному часі. Для організації такого контролю доцільно використовувати геометричне моделювання БСМ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При комп'ютерному моделюванні БСМ значного використання набули методи обчислювальної геометрії, зокрема геометрії відстаней [1-6], яка дозволяє із факту існування співвідношень між вимірюваними відстанями досліджувати внутрішні властивості геометричних фігур. При цьому зручним з точки зору оптимальної кількості зв'язків є метод триангуляції Делоне. Недоліком вказаного методу вважається неможливість відстежити рівень пошкодження сигналу окремого сенсора або невеликої групи компактно розташованих сенсорів. У роботі [7], як один із можливих способів вирішення цієї проблеми, було зроблено представлення мережі однотипних сенсорів у евклідовому конфігураційному просторі (ЕКП) множиною сигнальних точок, які в двовимірному конфігураційному просторі є вершинами квадратів. Така модель при відповідному виборі узгоджувальної функціональної залежності визначає геометричні утворення в ЕКП і дає можливість побудувати ієрархічну структуру із сигнальних точок. Створення структури ґрунтується на принципі самоподібності, який є основою побудови різного виду геометричних

структур у фрактальній геометрії [8, 9]. Ієрархічна структура дозволяє швидко, опускаючись по «ієрархічній драбині», відшукати первинний геометричний об'єкт конфігураційного простору, складений із невеликої кількості сигнальних точок, в якому відбулися структурні зміни внаслідок атаки на один із сенсорів.

Основна частина. Побудова кластерної моделі комп'ютерної візуалізації групи однотипних сенсорів ґрунтується на використанні принципів побудови фрактальних структур типу сніжинка Коха [8], виходячи із формуючого (основного) елемента конфігураційного простору – функціонального зв'язка між двома сигнальними точками. Така модель передбачає побудову на першому етапі за допомогою базового елемента геометричний об'єкт – основу для створення складніших геометричних структур.

Як було вказано в [7], відстань між сенсорами є функцією сигналів Ω_i, Ω_j : $l_{ij} = l(\Omega_i, \Omega_j)$. При створенні відповідності між сенсорами і сигнальними точками ЕКП необхідно враховувати і «шумові сигнали» ω , якими наповнений простір, де знаходяться сенсори. Тому поставимо у відповідність шумовому сигналу ω відрізок $l_0 = l(\omega)$, а двом однотипним сенсорам $\Omega_1 = \Omega_2$ – відрізки однакової довжини, які дорівнюють $l_s = l(\Omega_1) = l(\Omega_2)$. Отриманий таким чином відрізок довжиною $l_{12} = l = 2l_s + l_0$ буде функціональним зв'язком, який визначає в конфігураційному просторі відстань між двома сигнальними точками **1** і **2** (рис. 1). За допомогою введення функціонального зв'язку, здійснено представлення двох однотипних сенсорівв ЕКП:

- кінці відрізка l_{12} є сигнальними точками, які представляють два сенсори в ЕКП;
- довжина відрізка l_{12} є функціональним зв'язком, яких характеризує роботу сенсорів.

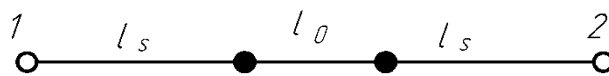


Рис.1. Функціональний зв'язок між двома сигнальними точками

Цілком зрозуміло, що для не однотипних сенсорів, то функціональний зв'язок між ними буде визначатися відрізком $l_{12} = l_{s1} + l_{s2} + l_0$, де l_{s1} і l_{s2} характеризують параметри сенсорів Ω_1 і Ω_2 з врахуванням того, що $\Omega_1 \neq \Omega_2$.

Якщо сигнальна точка (СТ) ЕКП зв'язна з більшою кількістю сигнальних точок, то ,СТ буде визначатися сенсором, який буде представлений цією ж кількістю відрізків $l_s = l(\Omega_2)$ однакової довжини (рис. 2).

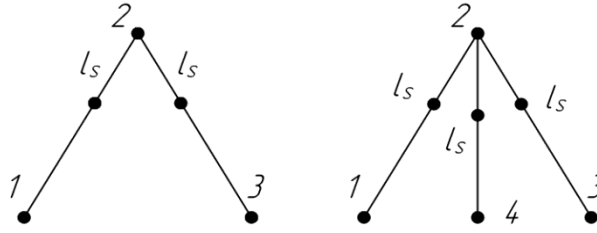


Рис.2. Зв'язок СТ2 з двома і трьома сигнальними точками

В основу побудови множини СТ конфігураційного простору, які здійснюють візуалізацію мережі сенсорів із однаковими параметрами, візьмемо правильний шестикутник із стороною l . У вершинах такого шестикутника розмістимо шість сигнальних точок (СТ). Наступним кроком побудови є окантування шестикутника правильними трикутниками зі сторонами такої ж довжини, у вершинах яких також розмістимо СТ.

Утворений таким чином кластер $K(18;36)$ має шестикутну структуру і повністю знаходиться у двовимірному ЕКП комп'ютера. Кластер складається із 18 сигнальних точок, з'єднаних за допомогою 36 однакових відрізків – функціональних зв'язків довжиною l (рис. 3). Функціональні зв'язки а, отже, і розміщення сигнальних точок будуть визначатися характеристиками сенсорів, а не властивостями ЕКП.

Таким чином, сигнальні точки є представниками сенсорів у конфігураційному просторі комп'ютера а функціональні зв'язки характеризують роботу сенсорів у «польових умовах».

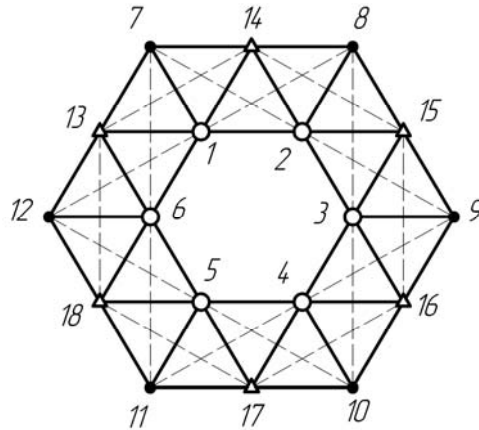


Рис. 3. Кластерна модель із сигнальних точок в ЕКП

Кластер $K(18;36)$ визначається 36-ма функціональними зв'язками між 18-ма сигнальними точками. Множина функціональних зв'язків F

$$L = \{l_1^7, l_1^{13}, l_1^{14}, l_1^2, l_1^6, l_2^{14}, l_2^8, l_2^{15}, l_2^3, l_2^{15}, l_3^9, l_3^{16}, l_3^4, l_3^{16}, l_4^{10}, l_4^{17}, l_4^5, l_5^{17}, l_5^{11}, l_5^{18}, l_5^6, l_5^{18}, l_6^{12}, l_6^{13}, l_6^{13}, l_6^{14}, l_7^{14}, l_7^{15}, l_8^{15}, l_8^{15}, l_9^{16}, l_9^{16}, l_{10}^{17}, l_{10}^{17}, l_{11}^{18}, l_{11}^{18}, l_{12}^{13}\}$$

кластера розбивається на три класи – $L = L_1 \cup L_2 \cup L_3$:

1. Множину 12-ти функціональних зв'язків, які утворюють сторони зовнішнього обвідного шестикутника:

$$L_1 = \{l_7^{13}; l_7^{14}; l_8^{14}; l_8^{15}; l_9^{15}; l_9^{16}; l_{10}^{16}; l_{10}^{17}; l_{11}^{17}; l_{11}^{18}; l_{12}^{18}; l_{12}^{13}\} ;$$

2. Множину 6-ти функціональних зв'язків, які є сторонами внутрішнього шестикутника: $L_2 = \{l_1^2; l_2^3; l_3^4; l_4^5; l_5^6; l_6^1\} ;$

3. Множину 18-ти функціональних зв'язків, які з'єднують вершини внутрішнього шестикутника із вершинами і серединами сторін зовнішнього шестикутника:

$$L_3 = \{l_1^7; l_1^{13}; l_1^{14}; l_2^8; l_2^{15}; l_2^{16}; l_3^9; l_3^{16}; l_3^{17}; l_4^{10}; l_4^{17}; l_4^{18}; l_5^{11}; l_5^{18}; l_6^{12}; l_6^{13}\} .$$

Функціональні зв'язки, як утворюючі елементи кластера $K(18;36)$, в перетині визначають множину C 18-ти сигнальних точок кластера:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7, c_8, c_9, c_{10}, c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{14}, c_{15}, c_{16}, c_{17}, c_{18}\} .$$

Таким чином, у кластері 18 сигнальних точок з'єднані між собою трьома, чотирма та п'ятьма функціональними зв'язками. Сигнальні точки вершин зовнішнього шестикутника визначають 6 сенсорів, кожен з яких представлений трьома відрізками довжиною $l_s=l(\Omega)$. Шість точок, які є серединами сторін зовнішнього шестикутника визначають 6 сенсорів, кожен з яких представлений чотирма відрізками довжиною l_s . Вершини внутрішнього шестикутника кластера визначають шість сигнальних точок представлених п'ятьма відрізками довжиною l_s .

Малопридатність трикутників для здійснення комп'ютерної візуалізації можливих атак на сенсори вимагає здійснити покриття простору кластера 4-точковими симплексами ([4C]) (геометричними фігурами, які складаються з 4-ох вершин, що з'єднані між собою шістьма відрізками). Об'єднання, таким чином, двох трикутників кластера із спільною стороною в ромб, який визначається п'ятьма функціональними зв'язками довжиною l стає [4C], якщо визначити геометричний зв'язок (велику діагональ ромба) довжиною $d = \sqrt{3}l$. Отже, ЕКП кластера визначається вісімнадцятьма [4C], кожен трикутник симплексного поля кластера є перетином двох симплексів:

$$\begin{aligned} {}_1\Delta_2^{14} &= {}_1^7 [4C]_2^{14} \cap {}_1^{14} [4C]_2^8; & {}_2\Delta_3^{15} &= {}_2^8 [4C]_3^{15} \cap {}_2^{15} [4C]_3^9; & {}_3\Delta_4^{16} &= {}_3^9 [4C]_4^{16} \cap {}_3^{16} [4C]_4^{10}; \\ {}_4\Delta_5^{17} &= {}_4^{10} [4C]_5^{17} \cap {}_4^{17} [4C]_5^{11}; & {}_5\Delta_6^{18} &= {}_5^{11} [4C]_6^{18} \cap {}_5^{18} [4C]_6^{12}; & {}_6\Delta_1^{13} &= {}_6^{12} [4C]_1^{13} \cap {}_6^{13} [4C]_1^7; \\ {}_1\Delta_7^{13} &= {}_{13}^7 [4C]_{11}^{14} \cap {}_{13}^{13} [4C]_{11}^7; & {}_1\Delta_{14}^7 &= {}_{13}^7 [4C]_{11}^{14} \cap {}_1^7 [4C]_{12}^{14}; & {}_2\Delta_8^{14} &= {}_1^{14} [4C]_2^8 \cap {}_2^{14} [4C]_{15}^8; \\ {}_2\Delta_{15}^8 &= {}_2^{14} [4C]_{15}^8 \cap {}_2^8 [4C]_3^{15}; & {}_3\Delta_9^{15} &= {}_2^{15} [4C]_3^9 \cap {}_3^{15} [4C]_{16}^9; & {}_3\Delta_{16}^9 &= {}_3^9 [4C]_4^{16} \cap {}_3^{15} [4C]_{16}^9; \\ {}_4\Delta_{10}^{16} &= {}_3^{16} [4C]_4^{10} \cap {}_3^{16} [4C]_{14}^{10}; & {}_4\Delta_{17}^{10} &= {}_4^{10} [4C]_5^{17} \cap {}_4^{16} [4C]_{17}^{10}; & {}_5\Delta_{11}^{17} &= {}_4^{17} [4C]_5^{11} \cap {}_5^{17} [4C]_{18}^{11}; \end{aligned}$$

$${}_5\Delta_{18}^{11} = {}_5^{11} [4C]_6^{18} \cap {}_5^{17} [4C]_{18}^{11}, \quad {}_6\Delta_{12}^{18} = {}_6^{18} [4C]_6^{12} \cap {}_6^{18} [4C]_{13}^{12}, \quad {}_6\Delta_{13}^{12} = {}_6^{13} [4C]_1^7 \cap {}_6^{18} [4C]_{13}^{12}.$$

На рис. 3 геометричні зв'язки позначенні пунктирними лініями. Отже, ЕКП кластера визначається вісімнадцятьма [4].

Висновки. Побудова кластера, який складається із 18 сигнальних точок, які характеризують роботу 18 сенсорів дає можливість: 1 - розглядати невеликий масив сенсорів, як окрему замкнуту структуру при комп'ютерній візуалізації; 2 – локалізувати при комп'ютерній візуалізації можливі атаки на сенсори при створенні функціонально зв'язку з відміченою довжиною шумового сигналу; 3 – подальше детальне дослідження візуального представлення при змінах функціональних зв'язків внаслідок атак на сенсори; 4 – здійснювати оцінку характеру пошкодження сенсорів, які вийшли з нормального режиму роботи.

Перспективи майбутніх досліджень. У перспективі передбачається дослідження трансформаційних процесів одного 4-ох точкового симплекса, поля симплексів кластера, поля симплексів при триангуляції Делоне.

Література

1. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и ее применение [Текст] / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том.ун-та. 2002. – 128 с.
2. Chinh T. Delaunay-triangulation based complete coverage in wireless sensor networks [Електронний ресурс] / Chinh T. Vu, Yingshu Li // PERCOM '09 Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications – 2009 – С. 1-5 – Режим доступу: <http://www.cs.gsu.edu/yli/papers/percom 2009.pdf>.
3. Becher A.. Tampering with motes: Real-world physical attacks on wireless sensor networks / A. Becher, Z. Benenson, M. Dornseif // volume 3934 of Lecture Notes in Computer Science, In J. A. Clark, R. F. Paige, F. Polack, and P. J. Brooke, editors, SPC, – 2006. – PP. 104–118.
4. Карпінський, М.П. Геометричне моделювання у графічному представленні сенсорних мереж [Текст] / М.П. Карпінський, С.М. Балабан, В.М. Чиж. – К.: Віпол, 2011. – Вип. 87. – С. 154–158.
5. Спосіб візуалізації атаки червоточини в безпроводній сенсорній мережі: патент на корисну модель 64391: МПК H04W 12/00 [Текст] / Карпінський В.М., Євтух П.С., Боровік Б.Л., Карпінський М.П.; власник патенту Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя (Укр). – № u 2011 03578; заявл. 25.03.11; опубл. 10.11.2011, Бюл. №21. – 4 с.
6. Кулаков, Ю.И. Теория физических структур. (Математические начала физической герменевтики) [Текст] / Ю.И. Кулаков. – М., 2004. – 847 с.
7. Характеристика атаки на сенсор при комп'ютерній візуалізації мережі сенсорів [Текст] / М. Карпінський, О. Демчишин, С. Балабан,

В. Чиж // Матеріали другої науково-технічної конференції «Інформаційні моделі системи та технології». – Тернопіль. – 2012. – С. 36.

8. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. – New York: Freeman, 1982. (Перевод на русский: Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы. – Ижевск: Изд-во РХД, 2002. – 656 с.

9. Шредер, М. Фракталы, хаос, степенные законы [Текст] / М. Шредер. – Ижевск: РИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.

10. Демчишин О. Кластерна модель комп'ютерної візуалізації мережі сенсорів [Текст] / О.Демчишин // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2012. – Т. 18, № 2. – С. 120–132.

Abstract.

The algorithm for constructing the cluster, which is a representative group of similar sensors in Euclidean space of the computer, have been developed. The structure of a cluster have been proposed, which can be used for geometric modeling of wireless sensor networks (WSN).

УДК 621.01

Шатохин В.М., д.т.н., проф.,
Дригваль Н.А.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВИБРАЦИОННЫХ АППАРАТАХ С АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
Национальный университет гражданской защиты Украины*

Аннотация

Предложена математическая модель вибрационного аппарата для интенсификации технологических процессов в строительной промышленности, включающего эксцентриковый ротор с дебалансами и асинхронный электропривод.

Постановка проблемы. Вибрационные технологии широко используются при производстве строительных материалов, при разделении сыпучих смесей, для интенсификации физических процессов и т.д. Их применение позволяет интенсифицировать производственные процессы, повышать качество работ, создавать материалы с новыми свойствами, снижать материал - и энергоемкость оборудования [1 - 3]. Получили достаточно широкое распространение вибрационные аппараты с эксцентриковым ротором, дебалансами и асинхронным электропривод [4]. Их конструкции являются несложными, однако описание параметров их движений представляет значительные трудности: станины устройств совершают колебательные движения, параметры которых могут быть определены только путем динамического анализа; в качестве двигателя используется асинхронный электродвигатель, что порождает трудности, связанные с описанием его динамической характеристики при переходных режимах и нагрузке, имеющей колебательный характер. Все это указывает на актуальный характер исследований по решению этих задач.

Анализ основных исследований и публикаций. В работе [4] получены уравнения движения простейшей модели механизма на установившихся режимах работы и в предположении, что рабочий орган совершает поступательное движение. Использование для описания динамической характеристики асинхронного электродвигателя (АД) при переходных режимах и нагрузке, которая имеет колебательный характер линеаризованных статических характеристик [5], или линеаризованных дифференциальных уравнений [6], приближенно описывающих электромагнитные переходные процессы в электродвигателях, приводит к существенному завышению расчетного момента в АД по сравнению с

экспериментальным [7]. В монографии [2] построена математическая модель устройств указанного типа с АД в качестве привода для моделирования процессов запуска.

Постановка задачи. Построить математическую модель вибрационного устройства на упругих опорах с эксцентриковым дебалансным ротором и асинхронным приводным электродвигателем.

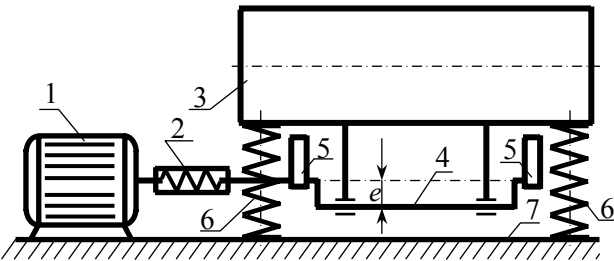


Рис. 1. Схема вибрационного устройства

4), на котором укреплены дебалансы 5. Ротор связан гибким валом (дюритом, 2) с валом электродвигателя 1.

Уравнения движения механизма запишем, применяя методику составления уравнений Лагранжа второго рода.

Кинетическая энергия системы, обобщенные силы. Воспользуемся схемой механизма, изображенного на рис. 2 в текущем положении.

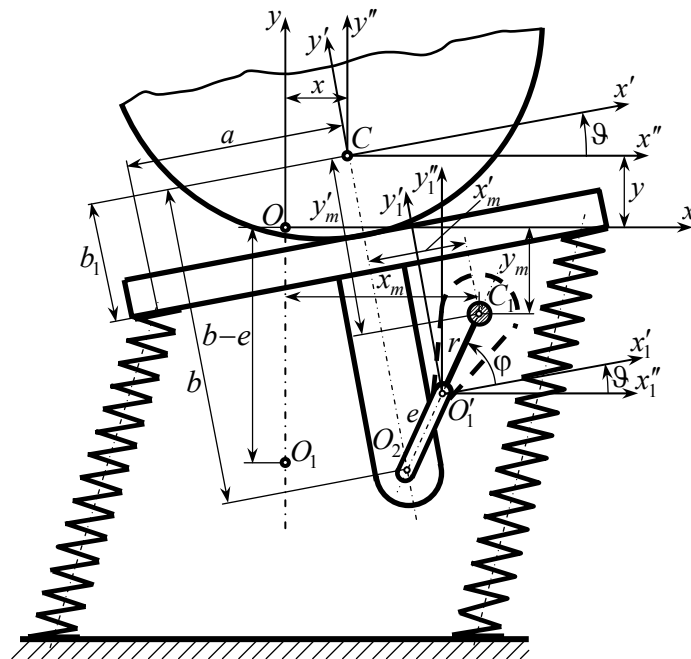


Рис. 2. Расчетная схема вибрационного механизма

текущие значения координат центра масс рабочей камеры; ϑ – угол поворота подвижной системы координат; x'_m, y'_m и x_m, y_m – координаты центра масс (точка C_1) ротора соответственно в подвижной и основной

Основная часть. На рис. 1 показана схема аппарата. Рабочая камера 3 устройства установлена на четырех вертикальных пружинах 6, укрепленных на основании 7. В двух подшипниках, жестко связанных с камерой, находится колено эксцентрикового (e – эксцентриситет) вала (ротора,

Показаны: Oxy – основная (неподвижная) система координат, относительно которой рабочая камера совершает плоское движение, причем ее начало совпадает с центром масс (точка C) камеры, когда последняя находится в положении статического равновесия (точки C и O при этом совпадают); $Cx''y''$ – подвижная, поступательно перемещающаяся система координат; $Cx'y'$ – подвижная, жестко связанная с телом система координат; x, y –

системах координат; Φ – угол поворота ротора; r – расстояние от оси ротора (точка O'_1) до его центра масс; b – расстояние от центра масс рабочей камеры до оси подшипников; a, b_1 – параметры, определяющие положения точек крепления верхних концов пружин; пружина $O_1O'_1$ моделирует упругие свойства гибкого вала (ось электродвигателя проходит через точку O_1 ; ось вала – через точку O'_1 ; ось эксцентрика – через точку O_2). Кроме того, в дальнейшем использованы следующие обозначения: M – суммарная масса рабочей камеры и обрабатываемого материала; m – масса всех вращающихся деталей ротора (включает массу эксцентрикового вала m_v , диаметр которого d_v , и массу двух дебалансов $2m_d$; расстояние от центра масс дебалансов до оси вала r_d); J – момент инерции рабочей камеры относительно оси, проходящей через центр масс C ; I – момент инерции ротора относительно оси, проходящей через центр масс C_1 (из-за малости эксцентриситета вал принимался цилиндрическим); J_e – момент инерции электродвигателя; H_0 – длина недеформированной пружины; k_x, k_y, k_ϑ – жесткости пружин соответственно на сдвиг, растяжение-сжатие, поворот; $\Delta_0 = (M+m)g/4k_y$ – начальная деформация пружины; $H = H_0 - \Delta_0$ – длина статически деформированной пружины; k – жесткость гибкого вала на кручение; k_r – изгибная жесткость вала.

Обобщенными координатами рассматриваемой системы являются: углы поворота ротора электродвигателя и ротора механизма соответственно Ψ и Φ ; декартовы координаты x и y , определяющие положение центра масс рабочей камеры относительно неподвижной системы координат Oxy ; угол поворота рабочей камеры ϑ .

Запишем выражения для суммарной **кинетической энергии** тел, образующих систему: рабочей камеры T_1 , ротора T_2 и ротора электродвигателя T_3 [2]

$$\begin{aligned}
 T = T_1 + T_2 + T_3 = & \frac{1}{2}(M+m)\dot{x}^2 + \frac{1}{2}(M+m)\dot{y}^2 + \\
 & + \frac{1}{2}\{J+m[(e+r)^2+b^2-2(e+r)b\sin\Phi]+I\}\dot{\vartheta}^2 + \frac{1}{2}[m(e+r)^2+I]\dot{\Phi}^2 + \\
 & + \frac{1}{2}J_e\dot{\Psi}^2 - m[(e+r)\sin\Phi-b]\dot{x}\dot{\vartheta} + m(e+r)\cos\Phi\dot{y}\dot{\vartheta} - m(e+r)\sin\Phi\dot{x}\dot{\Phi} + \\
 & + m(e+r)\cos\Phi\dot{y}\dot{\Phi} + \{I+m(e+r)[(e+r)-b\sin\Phi]\}\dot{\vartheta}\dot{\Phi}.
 \end{aligned} \tag{1}$$

При записи (1) принималось, что изменения координат x, y, ϑ вблизи положения устойчивого равновесия ($x=y=\vartheta=0$) малы, а, следовательно, $\sin(\varphi+\vartheta)\approx\sin\varphi$, $\cos(\varphi+\vartheta)\approx\cos\varphi$.

Потенциальная энергия системы составит из энергии положения и энергии деформации упругих связей [2].

Потенциальная энергия сил тяжести

$$\Pi_1 = (M+m)gy + mg[b(1-\cos\vartheta) - (e+r)(1-\sin(\varphi+\vartheta))] \quad (2)$$

Потенциальная энергия растяжения-сжатия четырех пружин

$$\Pi_2 = 2k_y \left\{ x^2 + (H+y)^2 + 2[a^2 + b_1^2 + b_1(H+y)](1-\cos\vartheta) + 2xb_1\sin\vartheta - \left[\sqrt{h_1(x,y,\vartheta)} + \sqrt{h_2(x,y,\vartheta)} \right] H_0 + H_0^2 - \Delta_0^2 \right\}, \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} h_1(x,y,\vartheta) &= x^2 + (H+y)^2 + 2[a^2 + b_1^2 + xa + b_1(H+y)](1-\cos\vartheta) + \\ &\quad + 2[xb_1 - a(H+y)]\sin\vartheta, \\ h_2(x,y,\vartheta) &= x^2 + (H+y)^2 + 2[a^2 + b_1^2 - xa + b_1(H+y)](1-\cos\vartheta) + \\ &\quad + 2[xb_1 + a(H+y)]\sin\vartheta. \end{aligned}$$

Потенциальная энергия сдвига для четырех пружин

$$\Pi_3 = 2k_x \left[(x + b_1\sin\vartheta)^2 + a^2(1-\cos\vartheta)^2 \right] \quad (4)$$

Потенциальная энергия поворота для четырех пружин

$$\Pi_4 = 2k_\vartheta \vartheta^2 \quad (5)$$

Потенциальная энергия гибкого упругого вала при изгибе (хотя ее вклад в суммарное значение потенциальной энергии системы по конструктивным соображениям не должен быть существенным, целесообразно иметь соответствующее выражение, позволяющее получить количественную оценку этого вклада)

$$\begin{aligned} \Pi_5 = \frac{k_r}{2} \left\{ x^2 + y^2 + 2 \left[xbs\vartheta + xec\varphi + y(e-b) - ybc\vartheta + \right. \right. \\ \left. \left. + yes\varphi + b(e-b)c\vartheta - e(e-b)s\varphi - ebs\varphi + e^2 + b^2 - eb \right] \right\}. \quad (6) \end{aligned}$$

Потенциальная энергия кручения гибкого упругого вала

$$\Pi_6 = \frac{1}{2} k (\varphi - \psi)^2 \quad (7)$$

Раскладывая суммарную потенциальную энергию системы

$$\Pi = \sum_{k=1}^6 \Pi_k \quad (8)$$

в ряд Маклорена вблизи положения статического равновесия и, удерживая слагаемые не выше второго порядка малости относительно переменных x, y, ϑ , для **обобщенных сил** получим следующие выражения:

$$Q_x = -\frac{\partial \Pi}{\partial x} = - \left[4 \left(k_x - \frac{\Delta_0}{H} k_y \right) + k_r \right] x - \left[4 b_1 \left(k_x - \frac{\Delta_0}{H} k_y \right) + k_r (b - e \sin \varphi) \right] \vartheta - k_r e \cos \varphi; \quad (9)$$

$$Q_y = -\frac{\partial \Pi}{\partial y} = - (4 k_y + k_r) y - k_r e \cos \varphi \vartheta + k_r e (1 - \sin \varphi); \quad (10)$$

$$Q_\vartheta = -\frac{\partial \Pi}{\partial \vartheta} = - \left[4 b_1 \left(k_x - \frac{\Delta_0}{H} k_y \right) + k_r (b - e \sin \varphi) \right] x - k_r e \cos \varphi y - \left\{ m g b + 4 k_y \left[a^2 - b_1 (b_1 + H) \frac{\Delta_0}{H} \right] + 4 k_\vartheta - k_r (e - b) b + \right. \\ \left. + 4 k_x b_1^2 - [m g (e + r) - k_r (e - b) e] \sin \varphi \right\} \vartheta - [m g (e + r) - k_r e (e - b)] \cos \varphi; \quad (11)$$

$$Q_\varphi = -\frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} = k_r e \sin \varphi x - k_r e \cos \varphi y + [m g (e + r) - k_r e (e - b)] \sin \varphi \vartheta - [m g (e + r) - k_r e^2] \cos \varphi - k (\varphi - \psi); \quad (12)$$

$$Q_\psi = -\frac{\partial \Pi}{\partial \psi} = k (\varphi - \psi) \quad (13)$$

Корректное математическое описание сил сопротивления представляет сложную задачу, однако при исследовании переходных режимов и расчете вынужденных резонансных колебаний, характерных для рассматриваемых устройств, первоначально их влиянием можно пренебречь. При проведении уточненных расчетов принималось во внимание следующее. Так как для указанных режимов имеет значение

интегральный эффект действия сил сопротивления, для простоты описания обобщенные силы сопротивления принимались пропорциональными соответствующим обобщенным скоростям $\dot{x}, \dot{y}, \dot{\vartheta}$, т.е. в виде $Q_x^* = -\beta_x \dot{x}$, $Q_y^* = -\beta_y \dot{y}$, $Q_{\vartheta}^* = -\beta_{\vartheta} \dot{\vartheta}$, демпфирование же на участке гибкого вала – пропорциональным разности соответствующих обобщенных скоростей в виде $\beta_{\gamma}(\dot{\varphi} - \dot{\psi})$. Момент же сопротивления M_d на роторе вибрационного устройства вполне оправдано принять постоянным.

Динамическая характеристика асинхронного электродвигателя. К ротору электродвигателя приложен вращающий момент M_D , определяемый динамической характеристикой АД. Ее описания, как сказано выше, для рассматриваемых устройств и режимов работы представляет непростую задачу. Проведенный анализ позволил отдать предпочтение подходу, предложенному в работе [8]. При составлении соответствующего дифференциального уравнения использовалось допущение, заключающееся в пренебрежении активным сопротивлением статора по сравнению с активным сопротивлением ротора. Как показали исследования, расхождение расчетных и экспериментальных моментов в этом случае составляет не более 10%. Характеристика имеет следующий вид

$$T_D^2 \xi \ddot{M}_D + T_D \xi \left(2 - \frac{T_D}{s} \dot{s} \right) \dot{M}_D + \left(1 - \frac{T_D \xi}{s} \dot{s} \right) M_D = 2 \xi M_k \beta, \quad (14)$$

где M_D – момент, развиваемый двигателем в переходном процессе;

M_k – критический момент двигателя;

$$\xi = \frac{1}{1 + \beta^2};$$

$$\beta = \frac{\omega_0 - \dot{\psi}}{\omega_0} \quad \text{– относительное скольжение};$$

ω_0 – угловая скорость идеального хода;

$\dot{\psi}$ – угловая скорость электродвигателя в переходном процессе;

$s = \omega_0 - \dot{\psi}$ – текущее скольжение;

$$T_D = \frac{1}{\omega_c s_k} \quad \text{– электромагнитная постоянная времени};$$

$\omega_c = 50 \cdot 2\pi$ – круговая частота напряжения сети,

$$s_k = \frac{s_n + \sqrt{s_n \frac{\mu_m - 1}{\mu_i - 1}}}{1 + \sqrt{s_n \frac{\mu_m - 1}{\mu_i - 1}}} \quad \text{– критическое скольжение;}$$

$$s_n = \frac{\omega_0 - \omega_n}{\omega_0} \quad \text{– номинальное скольжение;}$$

ω_n – номинальная угловая скорость;

$$\mu_m = \frac{M_k}{M_n}; \quad \mu_u = \frac{M_s}{M_n}; \quad \mu_i = \frac{\mu_m}{\mu_u};$$

M_n, M_s – соответственно номинальный, пусковой моменты двигателя.

Дифференциальные уравнения движения вибрационного устройства. Для записи уравнений движения введем обозначения:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= M + m, \quad \alpha_2 = m(e+r), \quad \alpha_3 = m(e+r)^2 + I, \quad \alpha_4 = g\alpha_2, \quad \alpha_5 = b\alpha_2, \quad \alpha_6 = mb, \\ \delta &= \Delta_0/H, \quad \alpha_7 = 4(k_x - \delta k_y), \quad \alpha_8 = \alpha_7 b_1, \quad \alpha_9 = 4k_y, \quad \alpha_{10} = J + \alpha_3 + mb^2, \quad \alpha_{11} = 2\alpha_5, \\ \alpha_{12} &= mgb + 4k_y[a^2 - b_1(b_1 + H)\delta] + 4k_9 + 4k_x b_1^2, \quad \alpha_{13} = k_r e, \quad \alpha_{14} = \alpha_{13} e, \quad \alpha_{15} = \alpha_4 - \alpha_{14}, \\ \alpha_{16} &= \alpha_{13}(e-b), \quad \alpha_{17} = \alpha_4 - \alpha_{16}, \quad \alpha_{18} = \alpha_7 + k_r, \quad \alpha_{19} = k_r b, \quad \alpha_{20} = \alpha_8 + \alpha_{19}, \\ \alpha_{21} &= \alpha_9 + k_r, \quad \alpha_{22} = k_r(e-b)b, \quad \alpha_{23} = \alpha_{12} - \alpha_{22}. \end{aligned}$$

После выполнения стандартных операций по составлению уравнений Лагранжа второго рода и учета динамической характеристики АД, получена следующая система совместных дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\Psi} &= f_{\Psi}, \\ \alpha_3 \ddot{\Phi} - \alpha_2 \sin \Phi \ddot{x} + \alpha_2 \cos \Phi \ddot{y} + (\alpha_3 - \alpha_5 \sin \Phi) \ddot{\Theta} &= f_{\Phi}, \\ -\alpha_2 \sin \Phi \ddot{\Phi} + \alpha_1 \ddot{x} + (\alpha_6 - \alpha_2 \sin \Phi) \ddot{\Theta} &= f_x, \\ \alpha_2 \cos \Phi \ddot{\Phi} + \alpha_1 \ddot{y} + \alpha_2 \cos \Phi \ddot{\Theta} &= f_y, \\ (\alpha_3 - \alpha_5 \sin \Phi) \ddot{\Phi} + (\alpha_6 - \alpha_2 \sin \Phi) \ddot{x} + \alpha_2 \cos \Phi \ddot{y} + (\alpha_{10} - \alpha_{11} \sin \Phi) \ddot{\Theta} &= f_{\Theta}, \\ \ddot{M}_D &= f_{M_D}, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где $f_{\Psi} = \frac{k}{J_e}(\Phi - \Psi) + \frac{\beta_{\gamma}}{J_e}(\dot{\Phi} - \dot{\Psi}) + \frac{M_D}{J_e};$

$$\begin{aligned}
 f_{\varphi} &= \alpha_{13} \sin \varphi x - \alpha_{13} \cos \varphi y - \alpha_2 \left[(\dot{x} + b \dot{\vartheta}) \cos \varphi + \dot{y} \sin \varphi \right] \dot{\vartheta} - \alpha_{15} \cos \varphi + \\
 &\quad + \alpha_{17} \sin \varphi \vartheta - k(\varphi - \psi) - \beta_{\gamma}(\dot{\varphi} - \dot{\psi}) - M_d; \\
 f_x &= \alpha_2 \cos \varphi (\dot{\varphi} + \dot{\vartheta}) \dot{\varphi} - \alpha_{18} x - (\alpha_{20} - \alpha_{13} \sin \varphi) \vartheta - \alpha_{13} \cos \varphi - \beta_x \dot{x}; \\
 f_y &= \alpha_2 \sin \varphi (\dot{\varphi} + \dot{\vartheta}) \dot{\varphi} - \alpha_{21} y - \alpha_{13} \cos \varphi \vartheta + \alpha_{13} (1 - \sin \varphi) - \beta_y \dot{y}; \\
 f_{\vartheta} &= \alpha_5 \cos \varphi (\dot{\varphi} + 2 \dot{\vartheta}) \dot{\varphi} + \alpha_2 (\dot{x} \cos \varphi + \dot{y} \sin \varphi) \dot{\varphi} - (\alpha_{20} - \alpha_{13} \sin \varphi) x - \\
 &\quad - \alpha_{13} \cos \varphi y - (\alpha_{23} - \alpha_{17} \sin \varphi) \vartheta - \alpha_{17} \cos \varphi - \beta_{\vartheta} \dot{\vartheta}; \\
 f_{M_D} &= -\omega_c s_k \left\{ 2 + \frac{[k(\varphi - \psi) + \beta_{\gamma}(\dot{\varphi} - \dot{\psi}) + M_D]}{\omega_c s_k (\omega_0 - \dot{\psi}) J_e} \right\} \dot{M}_D - \\
 &\quad - \left\{ \omega_c^2 s_k^2 \left[1 + \frac{(\omega_0 - \dot{\psi})^2}{\omega_0^2} \right] + \omega_c s_k \frac{[k(\varphi - \psi) + \beta_{\gamma}(\dot{\varphi} - \dot{\psi}) + M_D]}{(\omega_0 - \dot{\psi}) J_e} \right\} M_D + 2 M_k \omega_c^2 s_k^2 \frac{(\omega_0 - \dot{\psi})}{\omega_0}
 \end{aligned}$$

Последнее уравнение системы (15) представляет собой разрешенное относительно $\ddot{M}_D$ выражение (14) с учетом приведенных выше формул для параметров, причем в производной по времени от текущего скольжения $\dot{s}$ вторая производная от угла поворота ротора электродвигателя $\ddot{\psi}$ заменена соответствующим выражением из первого уравнения указанной системы.

Выводы. Предложена комплексная математическая модель вибрационного аппарата для интенсификации технологических процессов в строительной промышленности, включающего эксцентриковый ротор с дебалансами и асинхронный электропривод.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию параметров вибрационных аппаратов конкретного типоразмера.

Литература

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. – М.: Машиностроение: т.4. Вибрационные процессы и машины, 1981. – 509 с.
2. Шатохин В.М. Анализ и параметрический синтез нелинейных силовых передач машин: Монография / Шатохин В.М. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2008. – 456 с.
3. Ланець О.С. Високоєфективні міжрезонансні вібраційні машини з електромагнітним приводом. Монографія. / Ланець О.С. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2008. – 324 с.
4. Гончаревич И.Ф. Вибрационные грохоты и конвейеры./ Гончаревич И.Ф., Земсков В.Д., Корешков В.И. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 352 с.
5. Давыдов Б.Л. Статика и динамика машин./ Давыдов Б.Л., Скородумов Б.А. – М.: Машиностроение, 1967. – 431 с.

6. Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов./ Вейц В.Л. – Л.: Машиностроение, 1969.– 368 с.

7. Ривин Е.И. Динамика привода станков./ Ривин Е.И. – М.: Машиностроение, 1966.– 204 с.

8. Wenske W. Zur Ableitung der dynamischen Kennlinie des Asynchronmotors in Hinblick auf die Berechnung von Schwingungserscheinungen in Antriebsanlagen. // Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule O. Guericke.–Magdeburg.– 1970.– jg.14.– Heft 5/6.– S. 517-523.

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ДЛЯ ОПИСУ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ВІБРАЦІЙНИХ АПАРАТАХ З АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

В.М. Шатохін, Н.А. Дрігваль

Анотація

Запропоновано математичну модель вібраційного апарата для інтенсифікації технологічних процесів у будівельній промисловості, що включає ексцентриковий ротор з дебалансами й асинхронний електропривод.

DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR THE DESCRIPTION OF DYNAMIC PROCESSES IN VIBRATIONAL DEVICES WITH THE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

V.M. Shatokhin, N.A. Drigval

Abstract

The mathematical model of the vibration device for technological processes intensification in building trade, that includes eccentric rotor with debalances and asynchronous electric drive is offered.

Якупов Н.М., Киямов Х.Г., Ахмадиев Ф.Г..

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Казанский архитектурно-строительный университет, г. Казань

Hakim@ksaba.ru,

Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН, г. Казань

yzsrr@kfti.knc.ru

Аннотация.

Для численного расчета был разработан программный комплекс, который позволяет определять напряженно-деформированное состояние тонкостенных конструкций со сложной геометрией. На базе разработанного комплекса были моделированы поведение различных оболочечных конструкций сложной геометрии.

Введение. Тонкостенные конструкции широко используются в машиностроении, химической и строительной промышленности и т.д. Среди тонкостенных конструкций особо выделяются оболочки сложной геометрии. Варьируя формой поверхности, можно создавать легкие, высокопрочные, архитектурно выразительные конструкции.

Анализ основных исследований и публикаций. Среди трудностей, связанных с более широким распространением тонкостенных конструкций сложной геометрии, можно отметить сложность технологии их изготовления, а также проблемы, возникающие при расчете их напряженно-деформированного состояния. При численном моделировании поверхности сложной геометрии используется экспериментально-теоретический подход [1-2]. Для исследования напряженно-деформированного состояния оболочек сложной геометрии используется сплайновый вариант метода конечных элементов [3 - 4], базирующийся на синтезе идеи параметризации поверхности сложной геометрии и метода конечных элементов.

Основная часть. Рассматривается тонкая оболочка сложной геометрии, срединная поверхность которой $\Omega \in \sigma$ ограничена четырьмя гладкими криволинейными контурами G_1, G_2, G_3, G_4 . Область Ω задается координатами t^1, t^2 единичного квадрата Ω_Φ (рис.1). Построив сетку на поверхности Ω_Φ и зная значения радиус-вектора $\mathbf{r}$ в узлах сетки, можно записать уравнение радиус-вектора в виде $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t^1, t^2)$.

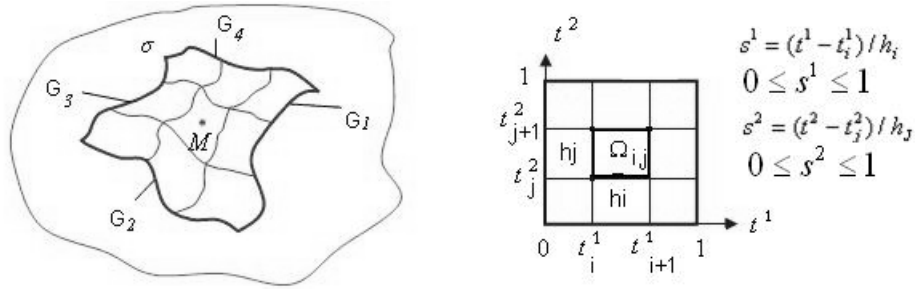


Рис. 1. Параметризация фрагмента срединной поверхности оболочки сложной геометрии параметрами t^1, t^2 единичного квадрата

Далее вычисляются координатные векторы, вектор единичной нормали, компоненты метрического тензора и символы Кристоффеля второго рода.

В каждой из прямоугольной области единичного квадрата Ω_{ij} решение представляется в виде интерполяционного эрмитового кубического сплайна двух переменных: $u = \varphi(s^1) F_u \varphi(s^2)$, $v = \varphi(s^1) F_v \varphi(s^2)$, $w = \varphi(s^1) F_w \varphi(s^2)$. Здесь $\varphi(s^1)$, $\varphi(s^2)$ – векторы координатных функций; F_u, F_v, F_w – матрицы узловых значений компонент перемещений, первых и вторых смешанных производных от них, соответственно.

Подставляя, выражение перемещений и деформаций в вариационные уравнения Лагранжа и учитывая независимость узловых перемещений и их производных, после ряда преобразований получается система алгебраических уравнений $[A][U] = [R]$, где $[A]$ – симметричная матрица жесткости системы ленточной структуры, $[U]$ – вектор неизвестных, $[R]$ – вектор нагрузки и нелинейных составляющих.

В предложенном методе обеспечивается непрерывность функции перемещений и их первых производных во всей рассматриваемой области Ω , т.е. удается получить согласованные (совместные) элементы на базе гипотезы Кирхгофа - Лява для оболочек сложной формы.

Для численного расчета был разработан программный комплекс, который позволяет определять напряженно-деформированное состояние тонкостенных конструкций со сложной геометрией. На базе разработанного комплекса были моделированы поведение различных оболочечных конструкций сложной геометрии. В частности, рассмотрены гофрированные сферические оболочки радиусом 20 м в качестве покрытия крупногабаритного отстойника.

К расчету трехслойных оболочек. Разработанный метод развит для расчета трехслойных оболочек. Рассмотрена трехслойная оболочка (рис.2), состоящая из двух гладких сферических оболочек и одной гофрированной сферической оболочки.

Оболочки между собой соединены (спаяны) по контактирующим между собой линиям вдоль образующих. Для каждой оболочки

формируется своя матрица жесткости. При этом используется единая система нумерации узловых точек. Матрица жесткости трехслойной оболочки формируется на базе матрицы жесткости гофрированной оболочки суммированием соответствующих матриц жесткостей оболочек.

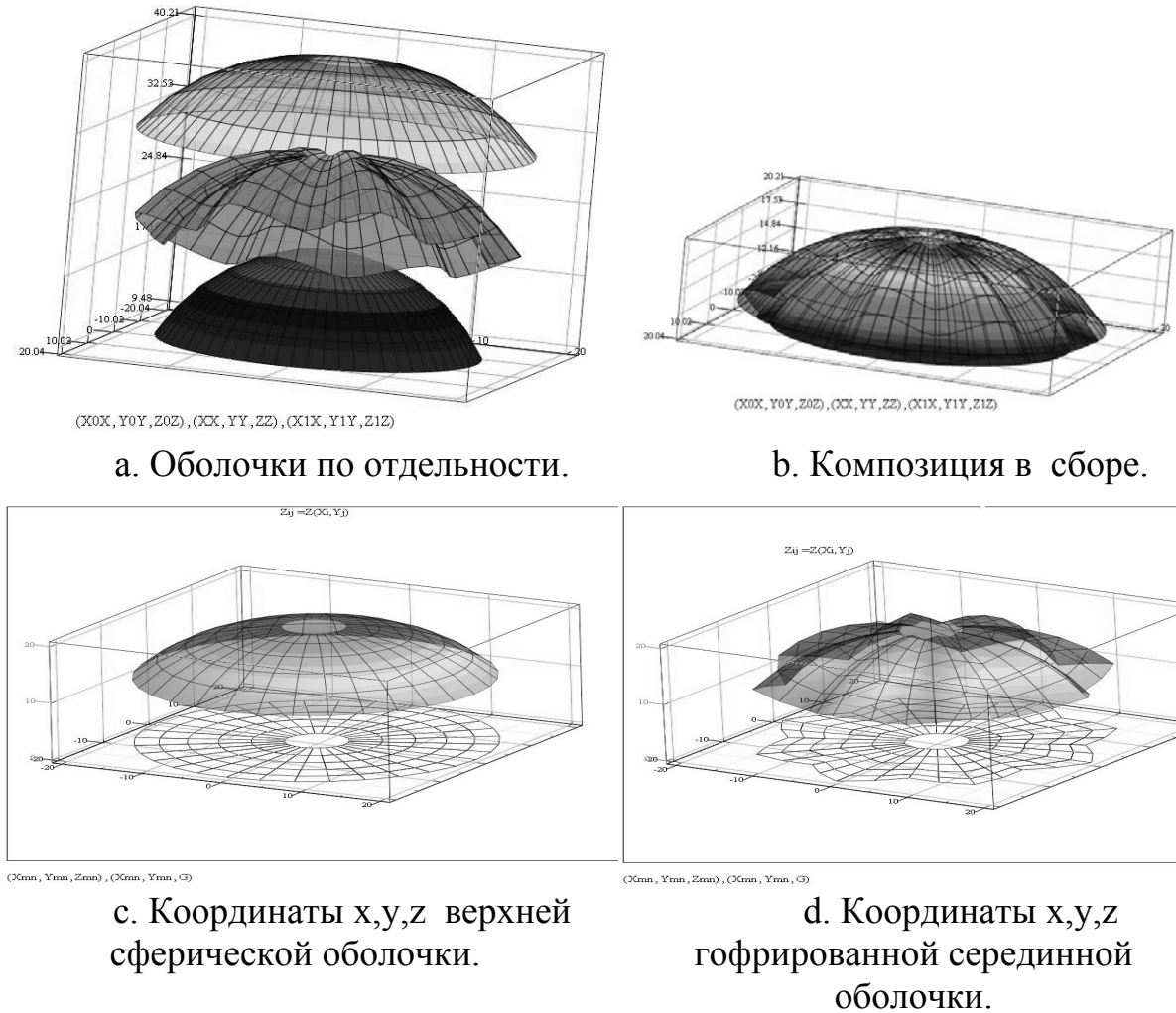
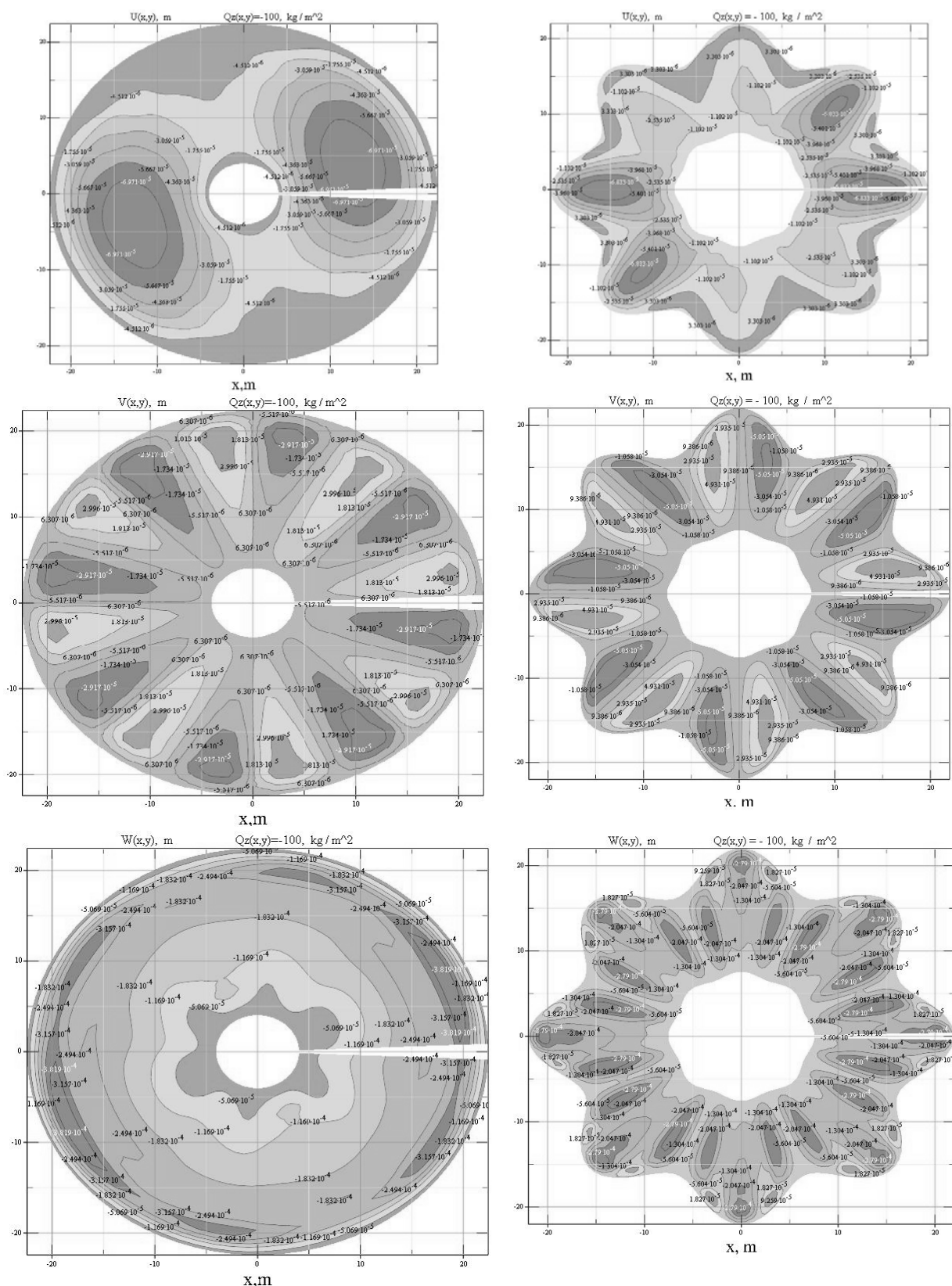


Рис. 2. Трехслойная оболочка, состоящая из закрепленных по ребрам контакта, двух гладких и внутренней гофрированной оболочки

Представленные результаты получены при следующих параметрах: толщина каждой оболочки принималась $t = 0.3$ см. модуль упругости $E = 1000000$ кГ/см², коэффициент Пуассона $\nu=0.3$. Рассмотрены различные условия крепления. При этом учитывался вес и внешняя поверхностная нагрузка, которая прикладывалась на верхнюю оболочку

На рис.3 приведены распределения перемещений для двух верхних слоев.

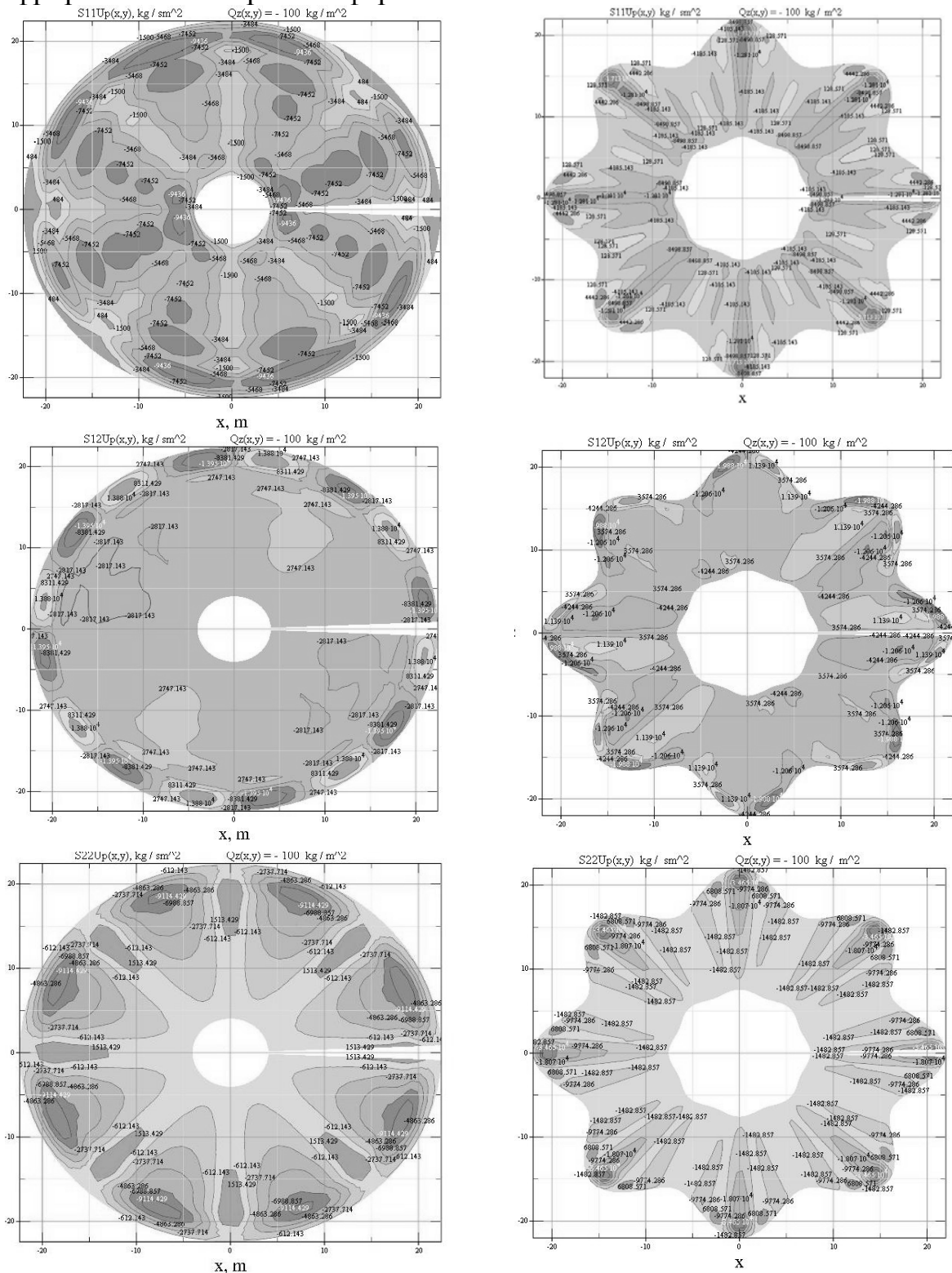


а. Распределение прогибов $u, v, w(x, y)$ для верхней сферической оболочки

б. Распределение прогибов $u, v, w(x, y)$ для гофрированной сферической оболочки

Рис. 3. Распределение перемещений для верхней и гофрированной оболочек

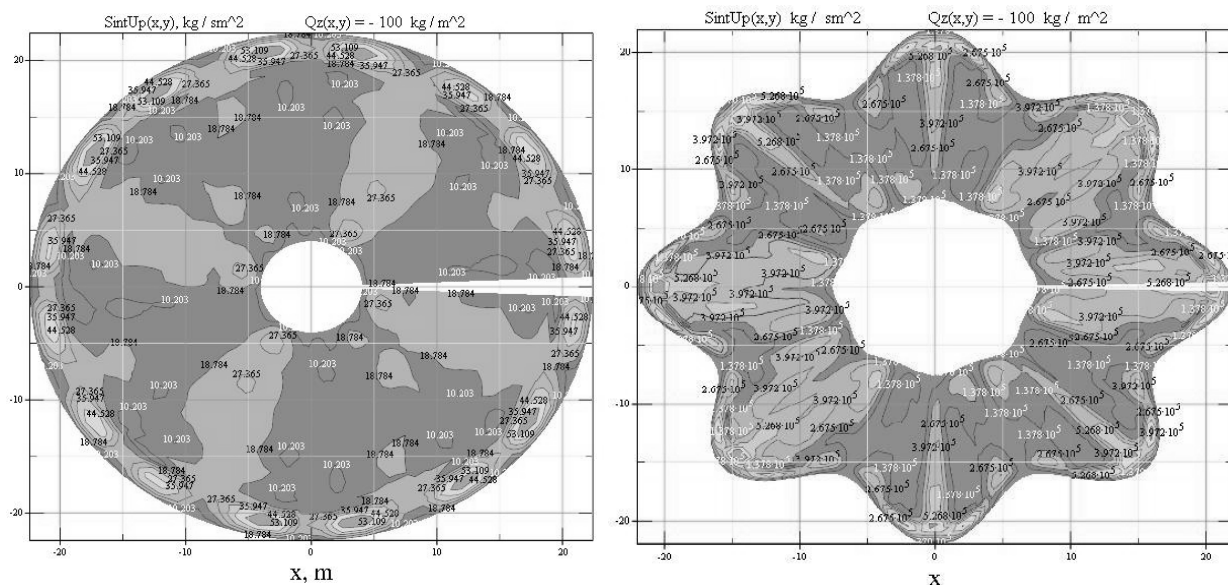
На рис.4-5 – распределение напряжений на верхних поверхностях для гофрированной и верхней сферической оболочек



а. $\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{22}(x,y)$ на верхних поверхностях для верхней оболочки

б. $\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{22}(x,y)$ на верхних поверхностях для гофрированной оболочки

Рис. 4. Распределение напряжений на верхних поверхностях для верхней и гофрированной оболочек



a. $Sint(x,y)$ для верхней сферической оболочки

b. $Sint(x,y)$ для гофрированной оболочки

Рис. 5. Распределение интенсивности напряжений на верхних поверхностях для верхней и гофрированной оболочек

Из рис. 3-5 видно сложный характер распределения перемещений и напряжений, определены зоны больших деформации и высоких концентрации напряжений.

Таким образом, разработанный программный комплекс может быть использован при определении напряженно-деформированного состояния оболочек сложной геометрии.

1. Якупов Н.М. Строительные конструкции: этапы и перспективы развития. Учебное пособие. Казань, КГАСУ, ИММ КазНЦ РАН, 2006. 154 с.

2. Якупов Н.М., Киямов Х.Г., Мифтахутдинов И.Х. Теоретико-экспериментальный подход к параметризации поверхностей сложной геометрии // Актуальные проблемы механики сплошной среды. К 15-летию ИММ КазНЦ РАН. 2006. С.227-234.

3. Корнишин М.С., Якупов Н.М. Сплайновый вариант метода конечных элементов для расчета оболочек сложной геометрии // Прикладная механика. 1987. Т.23. №3. С.38-44).

4. Киямов Х.Г., Якупов Н.М., Киямов И.Х., Якупов С.Н. Расчет напряженно-деформированного состояния элементов оболочек сплайновым вариантом метода конечных элементов // Известия КГАСУ. №1 (7) / 2007. С.35-42.

4. B. Mohamaddi and O Pironneau. Analysis of the k -epsilon turbulence model. Research in applied mathematics. Wiley. 1994.

5. Hirsch C. Numerical computation of internal and external flows. John Wiley & Sons, Chichester, 1988.

6. Roache P.J. Fundamentals of computational fluid dynamics. Hermosa Publishers, Albuguerque, New Mexico, USA, 1998.
7. Patancar S. V. Numerical heat transfer and fluid flow. Hemisphere, Washington, 1980.
8. Saad Y. Iterative methods for sparse linear systems. PWS Publishing Company, Boston, 1996.
9. Hackbush W. Multi-grid methods and applications. Springer-Verlag, NY, 1985.

СОДЕРЖАНИЕ

Подгорный А.Л., Сергейчук О.В., Диб М.З., Шитюк В.П., Пугачев Е.В., Егорченков В.А. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕНЕНИЯ № 2 ДБН В.2.5-28- 2006 «ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»	5
Дворецкий А.Т., Дворецкий Д.А. СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ ОРАНЖЕРЕИ В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ МАЛОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ	14
Авдоньев Е.Я. ГРАФИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ – СРЕДСТВО ОБЩЕНИЯ.....	20
Ажермачёв С.Г. ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА СООРУЖЕНИЙ В КРЫМУ	25
Бакаева Н. В., Шишкина И. В. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВКЛАДА СОСТАВЛЯЮЩИХ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕАЛИЗАЦИЮ ФУНКЦИЙ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОГО ГОРОДА И ЕЕ ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ	30
Барыкин Б.Ю., Барыкин А.Б. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ	39
Борисенко В.Д., Котляр Д.В. ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ОХОЛОДЖЕННЯ КРОМКИ ЛОПАТКИ ОСЬОВОЇ ТУРБИНИ	45
Боровский Б.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРРИТОРИИ СТРАНЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЁ ЭКОНОМИКИ	51
Боровский Б.И., Котовская Е.Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОЗЫ РЕАГЕНТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ В ОСВЕТИТЕЛЕ УСТАНОВКИ С ПЛАВАЮЩИМ ФИЛЬТРУЮЩИМ СЛОЕМ.....	55
Венжего Г. С. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ БАГАТОШАРОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ	60
Воскресенская С. Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАТОРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ ФАЦЕТ С ОБРАЗУЮЩЕЙ – КРИВОЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА	65

Гламаздін П.М., Цикал К.О. ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ЕСТЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ ПІД ВПЛИВОМ МАГНІТНОГО ПОЛЯ	70
Денисова Т.В. ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКИХ ОБЪЕКТОВ В КОНИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ	74
Денисова А.Є., Бірюк В. Ю. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ФРЕОНІВ ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	79
Єрмоленко Д. А., Кодак О. А. КІНЦЕВО-ЕЛЕМЕНТНА МОДЕЛЬ ВІСЕСИМЕТРИЧНОГО БАГАТОШАРОВОГО ТІЛА НА ОСНОВІ ТОРОПОДІБНОГО ЕЛЕМЕНТА	84
Emil Molnár, István Prok ANIMATION OF THE 4-DIMENSIONAL REGULAR SOLIDS MOVING IN THE COMPUTER 2-SCREEN WITH VISIBILITY AND SHADING OF 2-FACES.....	89
Зайцев О.Н., Петренко В.О., Петренко А.О. СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИСТЕМАМИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛА	93
Зайцев О.Н., Кнауб Л.В., Кимаковский К.Н., Любарец А.П. АЭРОДИНАМИКА ТОПКИ С ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ ГАЗОВЫМИ СТРУЯМИ	102
Н.П. Ісмаїлова, Ахмаметьєва Г.В. КОМП'ЮТЕРНИЙ ДИЗАЙН СПРЯЖЕНИХ КВАЗІГВИНТОВИХ ПОВЕРХОНЬ, ЩО ВИКЛЮЧАЮТЬ ІНТЕРФЕРЕНЦІЮ	107
Камаєва І.О., Камаєва С.О., Камаєва Л.І., Лев О.М. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АРЕАЛУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ	112
Клевец К.Н. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СХОЖИХ С КРЫМСКИМИ.....	117
Климчук А.А., Шраменко А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАРЯДКИ ТВЕРДЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛА ОТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	123
Кобелева С.А. БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА КОМПЛЕКСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ	126
Колесник Є.С. ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ ЗОВНІШНІХ СТІН МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДИНКІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ДОПУСТИМОЇ ВЕЛИЧИНИ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ.....	132

Крайник С.А. МОДЕЛЮВАННЯ АСФЕРИЧНИХ ЛІНЗ ЗА ДОПОМОГОЮ NURBS-ПОВЕРХОНЬ	140
Максименко А.Е., Резник М.Д. ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА СКУЛЬПТУРНОЙ ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ	145
Малишев О.М., Костира Н.О. ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙНОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПРИРОДНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ	150
Мartiнов В. Л. ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФОРМИ, УТЕПЛЮВАЧА, РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН У БЛОКОВАНИХ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДІВЛЯХ.....	154
Митрофанова С.А. ПОВЕРХНОСТЬ КАУСТИКИ ДЛЯ СОСТАВНЫХ ОТРАЖАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ	160
Наконечный В.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ	164
Ницын А.Ю. РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТЕРЖНЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКИ ...	169
Ницын Д.А. МЕТАМОРФОЗЫ ФРАКТАЛЬНОГО ДЕРЕВА: ОТ «РАЙСКИХ КУЩЕЙ» ДО ХИМЕР СОБОРА ПАРИЖСКОЙ БОГОМАТЕРИ	177
Панченко Н.В. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРИ РАЦИОНАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	182
Петрикевич Л.В. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ.....	188
Плоский В.О., Гетун Г.В., Кошева В.О. ОСОБЛИВОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ	193
Попова І. І. ОГЛЯД ІСТОРИЧНОГО РОЗВИТКУ МЕБЛІВ, ЩО ТРАНСФОРМУЮТЬСЯ	199
Пшеничная-Ажермачёва К.С. УСТОЙЧИВОСТЬ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВОЛНОВЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ	202

Свинаренко Д.М. ІНТЕГРАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОЗНАКИ БАГАТОТОНОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, ІНВАРІАНТНІ СТОСОВНО ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ	207
Скідан І.А., Кокарева Я.А. ОБЕРТАННЯ НАВКОЛО ОСІ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ	212
Стоцько Р.З., Баранецька О.Р., Свідрак І. Г., Шевчук А. О. ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ САДОВО-ДАЧНИХ ТОВАРИСТВ ПІД ЖИТЛОВІ КВАРТАЛИ.....	217
Трегубова И.А. ВЫБОР СИСТЕМ КООРДИНАТ ПРИ ЧИСЛЕННОМ ОПИСАНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ОБОЛОЧКИ	231
Филин Ю.Н., Картавцев И.С. ФОРМОГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ КАРКАСОВ ОКТАЭДРИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ	225
Хван В.С. АППАРАТ ДЛЯ КОНДЕНСАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	230
Цуляну К. И., Гуцул В. Г., Зайцев О.Н., Богатикова Н.П. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЩЕЛЕВОГО ОТСОСА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕГО С ПЛОСКОЙ ГАЗОВОЙ СТРУЕЙ	235
Черников А.В., Иванов Е.М., Грайворонский Е.С. АДАПТАЦИЯ ПАКЕТА AUTODESK INVENTOR ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	240
Чиж В.М., Демчишин О.І., Карпінський М.П., Балабан С.М. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ КЛАСТЕРА ПРИ ГЕОМЕТРИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ	246
Шатохин В.М., Дригваль Н.А. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВИБРАЦИОННЫХ АППАРАТАХ С АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ.....	252
Якупов Н.М, Киямов Х.Г. , Ахмадиев Ф.Г. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ.....	261

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
(Спецвыпуск)

Выпуск 41

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 16,6. Наклад 300 пр. Зам. № 145.

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