

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

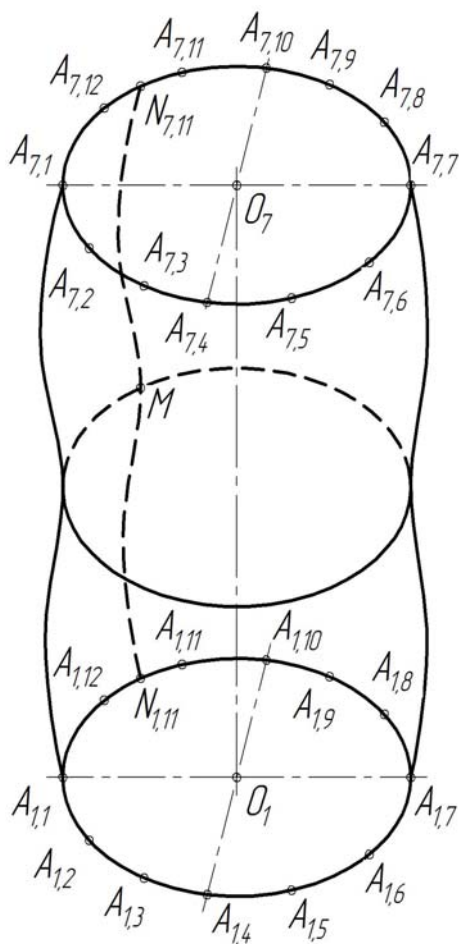


Рис. 1. Геометрична схема поверхні резервуару

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

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

Алгоритм формування ліній опорного контуру наступний:

1. Формуємо цикл для j від 1 до n .

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

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

Приймаємо $A_{1,j} = A_{m+1,j}$.

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

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

Приймаємо $A_{2,j} = A_{m+2,j}$.

4. Визначаємо точки $B_{i+1,j}$:

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

Приймаємо $B_{1,j} = B_{m+1,j}$.

5. Визначаємо точки $C_{i+1,j}$:

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

Приймаємо $C_{1,j} = C_{m+1,j}$.

6. Визначаємо дуги ліній j -го опорного контуру:

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

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

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

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

Алгоритм формування твірних ліній наступний:

1. Формуємо цикл для i від 1 до m .

2. Визначаємо довжини відрізків:

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

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

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

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

4. Визначаємо дуги обводу для першого і останнього поясів:

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

5. Формуємо дуги твірних ліній для проміжних поясів:

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

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

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

Література

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

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

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

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

5. Точечное исчисление – математический аппарат параллельных вычислений для решения задач математического и компьютерного моделирования геометрических форм. [Балюба И.Г., Полищук В.И., Горягин Б.Ф., Малютин Т.П.] // Материалы Международной научной конференции «Моделирование – 2008», 14-16 мая 2008 р., г. Киев, Том 2. –

C.286-290.

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

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

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

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

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