

Levitskaya T., Belan E.

INVESTIGATION OF THE METHOD OF CHOOSING THE SHORTEST ROUTE WHEN MOVING AN OBJECT IN THE ROOM

This paper is devoted to the research of problems of construction of routes of movement of autonomous objects (robots) in premises. Methods of finding optimal routes on graphs are considered, three algorithms are implemented and their results are compared. Algorithms for finding the shortest paths are divided into two types: finding a path on a discrete workspace (maze), finding a path on a graph. Both classes of algorithms have their advantages and disadvantages, as well as their narrow scope.

*With the development of robotics, the urgent task is to optimally move an autonomous mobile robot indoors. We believe that the room consists of halls that connect the corridors. There may be obstacles in the halls that need to be avoided. It should be noted that in each passage hall, the shortest internal routes are constructed, connecting different entrances to the premises. This problem can be solved by using a wave algorithm or other known algorithms, such as the visibility graphs method or the cell decomposition method. The study was to compare Dijkstra, A * and Contraction hierarchies algorithms for a small room. To compare the work of search algorithms, search procedures have been run on different routes. Moreover, the routes in the sample were both short and long, since the implemented algorithms showed themselves differently on routes of different lengths. In the test trials, the Contraction hierarchies algorithm was the best, to a small extent it was replaced by the algorithm A *, but considering the complexity of preliminary construction of the space graph, we consider the best algorithm A *. The results obtained can be used to develop a system of choice and visualization of the shortest route when moving an object in the room, which will become the basis of the logic of mobile autonomous device - work, or game object in a computer game. The purpose of this article is to publish the results of a comparative analysis of the shortest path search algorithms (Dijkstra, A *, Contraction hierarchies) for a relatively small room with many obstacles.*

Keywords: search, graph, route, algorithm, path

Рецензент: доцент, канд. техн. наук Міроненко Д.С.

Статья поступила

УДК 004.93

Левицька Т.О., Гінтер О.О., Хоногбей О.В.

РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЄМНОСТІ З ЕЛІПТИЧНИМИ ДНИЩАМИ

Розрахунок техніко-економічних параметрів великих ємностей для широкої номенклатури продуктів є невід'ємною частиною будь якого інженерного проекту таких конструкцій. Важливим компонентом розрахунку вважається поінтервальне калібрування внутрішнього об'єму посудини, результатом якої є таблиця рівня наповнення з відповідним йому об'ємом наповнення.

У роботі розглянуті теоретичні і практичні питання що до розрахунку техніко-економічних параметрів та поінтервального калібрування вертикальної ємності з еліптичними днищами. Методика калібрування горизонтальних ємностей існує і з успіхом використовується у виробництві, наприклад, транспортних засобів. Розробка формули для калібрування вертикальних ємностей – окреме питання, вирішення якого може базуватися

на використанні інтегрального числення. Отримана таким чином формула принципово відрізняється від існуючої для горизонтальних ємностей, що обумовлено особливостями конструкції. Калібрувальні таблиці складаються для визначення кількості продукту, що знаходиться в резервуарах. Для цього обчислюється місткість резервуара на кожному сантиметрі висоти його наповнення. Опіраючись на знання технічних питань в галузі проектування промислових ємностей та використання математичних методів інтегрування була розроблена методика виведення загальної формули для калібрування вертикальних ємностей з еліптичними днищами, отримана сама формула та створений типовий розрахунок техніко-економічних параметрів. Використання табличного процесора дозволяє швидко, зручно та ефективно виконувати великий перелік розрахункових задач, оперативно і гнучко змінювати умови розрахунку, а також проводити редагування текстової частини документу, отримувати бажаний вигляд кінцевого результату проведеної роботи.

Тому для реалізації отриманої методики було обрано саме це розрахункове середовище.

Ключові слова: поінтервальне калібрування; калібрувальні таблиці, метод інтегрування, техніко-економічний параметри.

Постановка проблеми: Економічно розвинені країни з високим рівнем хімічної, енергетичної, металургійної промисловості, сільського господарства широко експлуатують різноманітні ємності великих об'ємів для зберігання та транспортування великої номенклатури наливних продуктів. Тому розрахунок техніко-економічних параметрів таких ємностей з визначенням маси конструкції, вантажопідйомності, коефіцієнту тари, їх об'єму з поінтервальним калібруванням слугують не тільки доповненням до основного проекту, але і важливим документом для технічного і економічного обґрунтування майбутніх інженерних рішень.

Ємності можуть бути як горизонтального так і вертикального типу, можуть бути мобільні і стаціонарні, а також у вигляді контейнерів – цистерн різноманітних конструкцій.

національним та міжнародним нормативним документам, до переліку яких входять «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском», «Рекомендації ООН по транспортуванню та зберіганню небезпечних вантажів», «Правила Морського реєстра судноплавства для виготовлення контейнерів», «Норми для розрахунку і проектування залізничних вагонів» та інші промислові норми і стандарти.

Номенклатура продуктів для таких ємностей надзвичайно велика. Це можуть бути суміші скрапленого газу, паливо та інші продукти нафтової промисловості, різноманітні хімічні рідини, рідкі продовольчі продукти такі як молоко, рослинна олія, соки та напої. Щодня продукція хімічних, нафтопереробних, харчових підприємств виготовляється за допомогою подібних ємностей, зберігається у них і відвантажується споживачеві. При виконанні усіх цих операцій надзвичайно важливо мати точний об'єм продукту. Якщо кількість відвантаженої речовини легко контролювати за допомогою лічильників, спеціальних пристроїв обліку, то об'єм залишку фіксувати не завжди просто. Особливої уваги потребують процеси з незавершеним циклом зливу – наливу і ті випадки, коли декілька разів асинхронно відбувається як злив так і налив продукту. Тоді найпростіший спосіб зняти залишки – використання таблиці поінтервального калібрування. Зважаючи на те, що подібні конструкції часто створюються за індивідуальними проектами, таблиця калібрування має характер унікальності.

Калібрувальні таблиці складаються інженерними установами при проектуванні ємностей. Наприклад, кожна модель залізничних вагонів-цистерн має свій тип калібрування та відповідну таблицю калібрування, які входять до переліку технічної документації та до

складу спеціалізованих окремих видань. Тобто методика калібрування горизонтальних ємностей існує. Розробка формули для калібрування вертикальних ємностей – окреме питання, вирішення якого також базується на використанні інтегрального числення. Але отримана формула принципово відрізняється від існуючої для горизонтальних ємностей, що обумовлено особливостями конструкції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Основними документами, що регламентують градування резервуару, є ГОСТ 8.570-2000 [1] і ГОСТ 8.346-2000 [2]. Спочатку градування проводять після виготовлення місткості і монтажу на місці установки, за результатами виконання цих робіт складається градувальна таблиця резервуару, з вказівкою терміну її дії. Дані вимірів внесені в цю таблицю калібрування зберігають свою актуальність в плінні певного часу. Природний знос, корозія стінок, донні відкладення, вм'ятини і опуклості, ремонтні роботи викликають зміни внутрішнього об'єму резервуару, і як наслідок, місткість палива, що зберігається. Внаслідок цього є необхідність постійного коригування даних градувальної таблиці.

Також визначення місткості сталевих вертикальних ємностей (100 - 50 000 м³) і їх градування повинні проводитися згідно ГОСТ 8.380-80 (частина II, прил. 1, п. 1) [3].

Методика калібрування добре описана для горизонтальних ємностей, зокрема для вагонів – цистерн, у виданні «Таблиці калібрування залізничних цистерн» [4]. Складання калібрувальних таблиць на етапі проектування вертикальних ємностей потребує розробки окремої методики.

Постановка завдання.

Головним завданням роботи є розробка методики та формули калібрування вертикальних ємностей за допомогою математичного інтегрування та застосування цієї формули для створення калібрувальних таблиць на етапі проектування і розрахунку техніко-економічних параметрів конструкції загалом.

Основний матеріал роботи.

Калібрувальні таблиці складаються для визначення кількості продукту, що знаходиться в резервуарах. Для цього обчислюється місткість резервуара на кожному сантиметрі висоти його наповнення.

Розгинаючи ємність горизонтальною площиною, ми отримуємо частини об'ємів днищ і циліндричної ділянки. Сантиметрові інтервали при складанні таблиці калібрування відраховуються починаючи від дна посудини.

Щоб провести калібрування розрахунковим шляхом поділимо вертикальну ємність на три ділянки: нижнє еліптичне днище, циліндрична частина та верхнє еліптичне днище (Рис.1). Для зручності розташуємо вісь X упродовж висоти ємності. Виведемо окремі формули для кожної ділянки, а потім складемо їх разом, враховуючи положення координати розрахункового рівня наповнення.

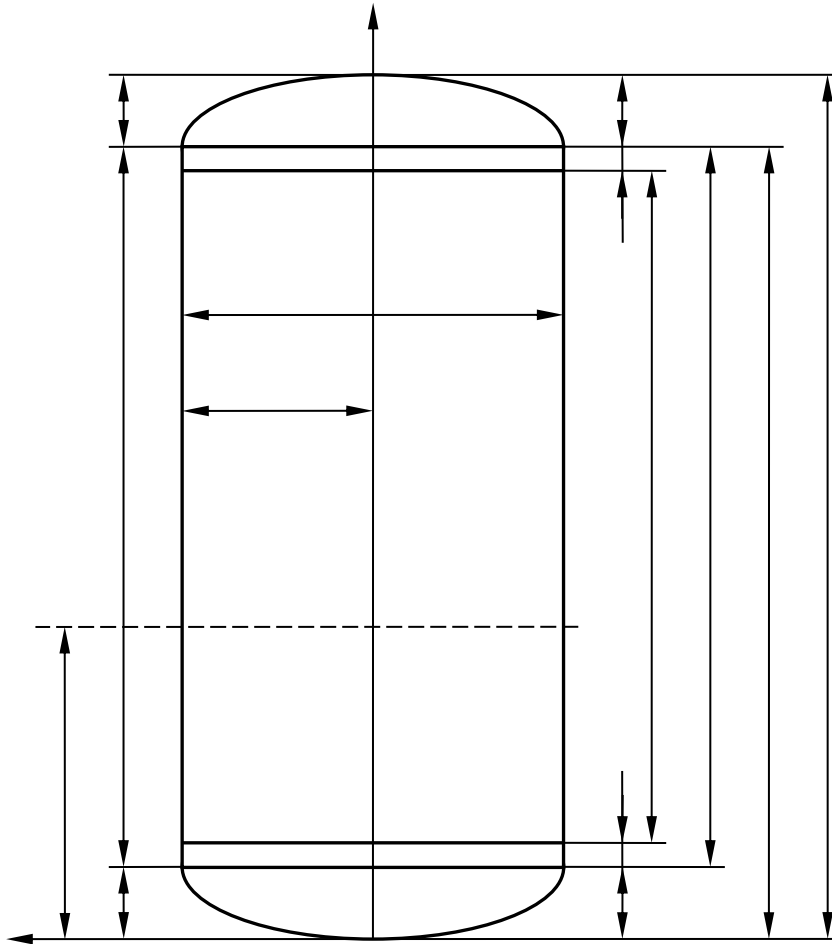


Рисунок 1 - Вертикальну ємкість, поділена на три ділянки

Для I ділянки розглянемо канонічне рівняння еліпсу [5]. Якщо малу вісь еліпсу розташувати уздовж вісі OX вгору, а велику – OY вліво (Рис.2), отримуємо рівняння (1):

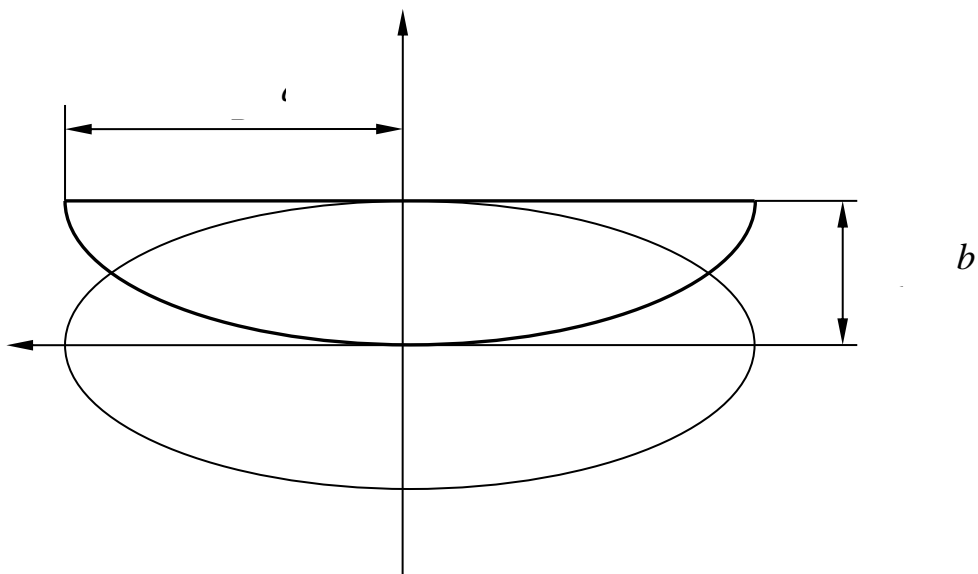


Рисунок 2 – Розташування малої вісі еліпсу OX вгору, а великої уздовж OY вліво.

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1, \quad (1)$$

де

a – велика піввісь;

b – мала піввісь.

Якщо $a = R$ – внутрішньому радіусу, $b = h_{oe}$ – висоті овалоїдної частини днища, формула приймає вигляд:

$$\frac{x^2}{h_{oe}^2} + \frac{y^2}{R^2} = 1, \quad (2)$$

Змістимо графік уздовж вісі OX вгору на величину $b = h_{oe}$.

$$\frac{(x-h_{oe})^2}{h_{oe}^2} + \frac{y^2}{R^2} = 1$$

Виразимо квадрат функції $y = f(x)$, яка описує зміну внутрішнього радіусу R , залежно від x .

$$\begin{aligned} \frac{y^2}{R^2} &= 1 - \frac{(x-h_{oe})^2}{h_{oe}^2} \\ y^2 &= R^2 \left(1 - \frac{(x-h_{oe})^2}{h_{oe}^2} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

Використовуючи формулу об'єму тіла обертання [5], перейдемо до визначеного інтегралу

$$\begin{aligned} V &= \pi \int_0^{h_i} f^2(x) dx \\ V &= \pi \int_0^{h_i} R^2 \left(1 - \frac{(x-h_{oe})^2}{h_{oe}^2} \right) dx \end{aligned} \quad (4)$$

Якщо $R = const$ і $h_{oe} = const$,

$$\begin{aligned} V &= \pi R^2 \int_0^{h_i} \left(1 - \frac{(x-h_{oe})^2}{h_{oe}^2} \right) dx = \pi R^2 \left(\int_0^{h_i} dx - \frac{1}{h_{oe}^2} \int_0^{h_i} (x-h_{oe})^2 dx \right) = \\ &= \pi R^2 \left(\int_0^{h_i} dx - \frac{1}{h_{oe}^2} \int_0^{h_i} (x^2 - 2xh_{oe} + h_{oe}^2) dx \right) = \pi R^2 \left(x - \frac{1}{h_{oe}^2} \left(\frac{x^3}{3} - \frac{2h_{oe}x^2}{2} + h_{oe}^2x \right) \right) \Bigg|_0^{h_i} = \\ &= \pi R^2 \left(x - \frac{x^3}{3h_{oe}^2} + \frac{h_{oe}x^2}{h_{oe}^2} - \frac{h_{oe}^2x}{h_{oe}^2} \right) \Bigg|_0^{h_i} = \pi R^2 \left(x - \frac{x^3}{3h_{oe}^2} + \frac{x^2}{h_{oe}} - x \right) \Bigg|_0^{h_i} = \pi R^2 \left(\frac{x^2}{h_{oe}} - \frac{x^3}{3h_{oe}^2} \right) \Bigg|_0^{h_i} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\pi R^2 x^2}{h_{os}} \left(1 - \frac{x}{3h_{os}} \right) \Big|_0^{h_i} = \frac{\pi R^2 h_i^2}{h_{os}} \left(1 - \frac{h_i}{3h_{os}} \right) - \frac{\pi R^2 0}{h_{os}} \left(1 - \frac{0}{3h_{os}} \right) = \frac{\pi R^2 h_i^2}{h_{os}} \left(1 - \frac{h_i}{3h_{os}} \right) - 0 = \\
 &= \frac{\pi R^2 h_i^2}{h_{os}} \left(1 - \frac{h_i}{3h_{os}} \right) = \frac{\pi R^2 h_i^2}{h_{os}} \cdot \frac{3h_{os} - h_i}{3h_{os}} = \frac{\pi R^2 h_i^2}{3h_{os}^2} (3h_{os} - h_i)
 \end{aligned}$$

Таким чином, формула для калібрування на першій ділянці, якщо рівень наповнення $0 \leq h_i \leq h_{os}$, має вигляд

$$V_I = \frac{\pi R^2 h_i^2}{3h_{os}^2} (3h_{os} - h_i) \quad (5)$$

При калібруванні II ділянки не має сенсу використовувати інтегрування. Загальний об'єм буде складатися з повного об'єму еліптичної частини днища $V_{дн1}$ та поінтервально зростаючого об'єму циліндричної частини посудини $V_{ц}$ в залежності від рівня наповнення h_i .

$$V_{II} = V_{дн1} + V_{ц} \quad (6)$$

Об'єм еліптичної частини днища дорівнює половині об'єму еліпсоїда і розраховується по формулі [7]

$$V_{дн1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi abc = \frac{2}{3} \pi abc \quad (7)$$

де

$a = c = R$ - великі півосі;

$b = h_{os}$ - мала піввісь.

Тоді

$$V_{дн1} = \frac{2}{3} \pi R^2 h_{os} \quad (8)$$

Об'єм циліндричної частини розраховується по формулі

$$V_{ц} = \pi R^2 (h_i - h_{os}) \quad (9)$$

З формул (5), (7), (8) отримуємо

$$V_{II} = \frac{2}{3} \pi R^2 h_{os} + \pi R^2 (h_i - h_{os}) = \pi R^2 \left(\frac{2}{3} h_{os} + h_i - h_{os} \right) = \pi R^2 \left(h_i - \frac{h_{os}}{3} \right)$$

Таким чином, формула для калібрування на другій ділянці, якщо рівень наповнення $h_{os} \leq h_i \leq L_H$, має вигляд

$$V_{II} = \pi R^2 \left(h_i - \frac{h_{os}}{3} \right) \quad (10)$$

Для калібрування III ділянки знову використовуємо інтеграл і канонічне рівняння еліпсу. В решті отримаємо повний об'єм посудини, що складається з об'ємів двох днищ і циліндричної частини, формула (11). Графічна схема зображена на рис. 3.

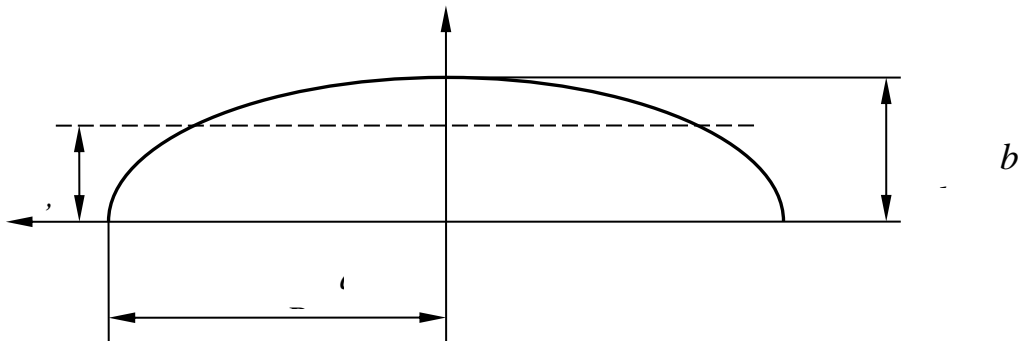


Рисунок 3 – Графічна схема.

$$V_{III} = V_{дн1} + V_{ц} + V_{дн2}, \quad (11)$$

де

$V_{дн1}$ – об'єм першого днища, обчислюється по формулі (8);

$V_{ц}$ – об'єм циліндричної частини.

$$V_{ц} = \pi R^2 L_{ц} \quad (12)$$

За канонічним рівнянням еліпсу

$$\frac{x^2}{h_{ог}^2} + \frac{y^2}{R^2} = 1$$

Виразимо квадрат функції $y = f(x)$, яка описує зміну внутрішнього радіусу R , залежно від x .

$$\frac{y^2}{R^2} = 1 - \frac{x^2}{h_{ог}^2}$$

$$y^2 = R^2 \left(1 - \frac{x^2}{h_{ог}^2} \right)$$

Використовуючи формулу (4), перейдемо до визначеного інтегралу

$$V = \pi \int_0^{h_i} f^2(x) dx$$

$$V = \pi \int_0^{h_i} R^2 \left(1 - \frac{x^2}{h_{ог}^2} \right) dx$$

Якщо $R = const$ і $h_{ог} = const$,

$$V = \pi R^2 \int_0^{h'_i} \left(1 - \frac{x^2}{h_{os}^2}\right) dx = \pi R^2 \left(\int_0^{h'_i} dx - \frac{1}{h_{os}^2} \int_0^{h'_i} x^2 dx \right) =$$

$$= \pi R^2 \left(x - \frac{1}{h_{os}^2} \cdot \frac{x^3}{3} \right) \Big|_0^{h'_i} = \pi R^2 \left(x - \frac{x^3}{3h_{os}^2} \right) \Big|_0^{h'_i} = \pi R^2 \left(h'_i - \frac{h_i'^3}{3h_{os}^2} \right) - 0 = \pi R^2 \left(h'_i - \frac{h_i'^3}{3h_{os}^2} \right)$$

Якщо $h'_i = h_i - (L_y + h_{os})$, то

$$V_{\text{дн2}} = \pi R^2 \left(h_i - (L_y + h_{os}) - \frac{(h_i - (L_y + h_{os}))^3}{3h_{os}^2} \right) \quad (13)$$

Підставимо у формулу (11) вирази (8), (12), (13)

$$V_{III} = \frac{2}{3} \pi R^2 h_{os} + \pi R^2 L_y + \pi R^2 \left(h_i - (L_y + h_{os}) - \frac{(h_i - (L_y + h_{os}))^3}{3h_{os}^2} \right) =$$

$$= \pi R^2 \left(\frac{2}{3} h_{os} + L_y + h_i - L_y - h_{os} - \frac{(h_i - (L_y + h_{os}))^3}{3h_{os}^2} \right) \quad (14)$$

Таким чином, після перетворень формула для калібрування на третій ділянці, якщо рівень наповнення $L_H \leq h_i \leq L_{\text{вн}}$, має вигляд

$$V_{III} = \pi R^2 \left(h_i - \frac{1}{3} h_{os} - \frac{(h_i - L_y - h_{os})^3}{3h_{os}^2} \right) \quad (15)$$

Виразами (5), (10) і (15) описується повна формула калібрування вертикальної ємності за наведених умов, що до h_i . та має вигляд:

$$V_I = \frac{\pi R^2 h_i^2}{3h_{os}^2} (3h_{os} - h_i), \quad \text{якщо } 0 \leq h_i \leq h_{os};$$

$$V_{II} = \pi R^2 \left(h_i - \frac{h_{os}}{3} \right), \quad \text{якщо } h_{os} \leq h_i \leq L_H;$$

$$V_{III} = \pi R^2 \left(h_i - \frac{1}{3} h_{os} - \frac{(h_i - L_y - h_{os})^3}{3h_{os}^2} \right), \quad \text{якщо } L_H \leq h_i \leq L_{\text{вн}}.$$

Розрахунок техніко-економічних параметрів.

До переліку техніко-економічних параметрів ємності відносяться маса тари, внутрішній об'єм посудини, вага продукту (вантажопідйомність), об'єм наповнення і об'єм недоливу продукту, висота і відсоток недоливу, коефіцієнт тари, а також поінтервальне

калібрування. Всі ці параметри окрім маси тари та коефіцієнту тари приймаються по таблиці калібрування.

Розрахунок повністю виконано у табличному процесорі Excel. Приклад аркушу «Калібрування» наведений на рис. 4.

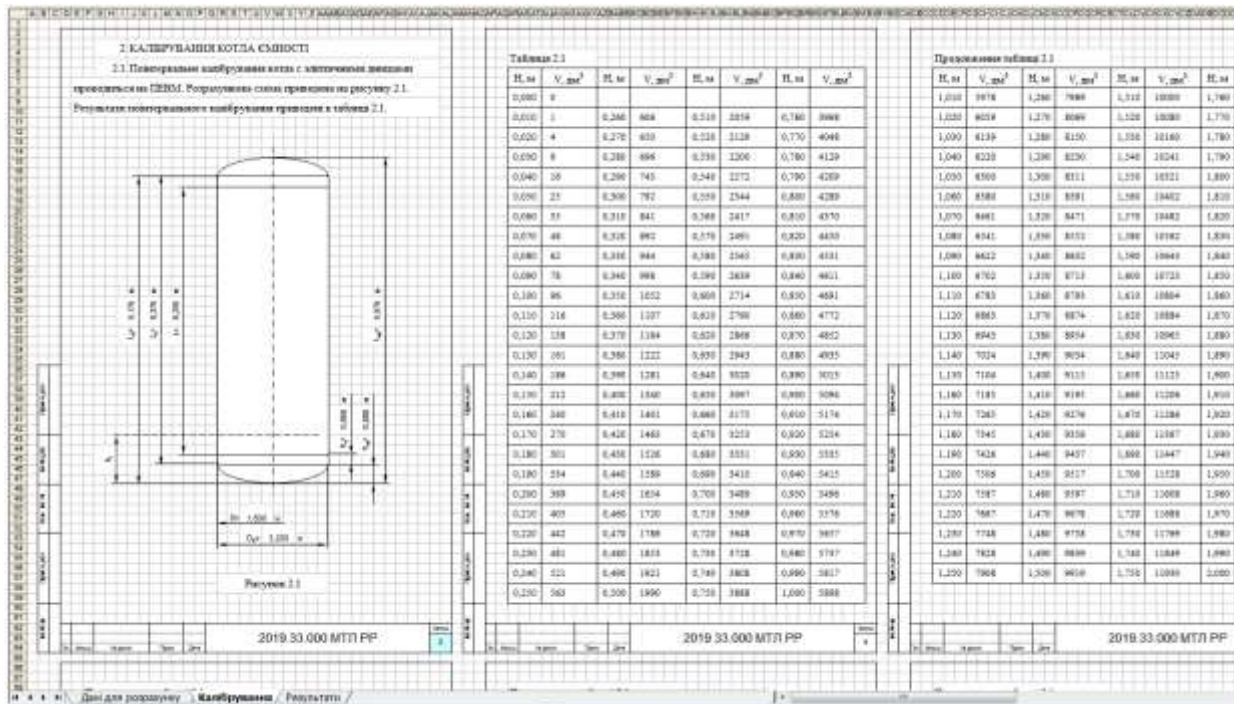


Рисунок 4 – Приклад аркушу «Калібрування»

ВИСНОВОК

Для виводу формули калібрування використаний такий чисельний метод, як інтегрування. Повна формула калібрування вертикальної ємності за умов, що до висоти наповнення h_i описується виразами (5), (10) і (15). Формула була реалізована у табличному процесорі, що дало змогу створити типовий розрахунок техніко-економічних параметрів ємності. Таблиця може бути використана як на етапі проектування подібних конструкцій, так і при їх експлуатації для контролю залишків продукту що зберігається.

Список використаних джерел:

1. ГОСТ 8.570-2000 Державна система забезпечення єдності вимірів (ГСИ). Резервуари сталеві вертикальні циліндричні. Методика перевірки (зі Змінами N 1, 2), Мінськ: Видавництво стандартів, 2003 – 139с.
2. ГОСТ 8.346-2000 Державна система забезпечення єдності вимірів (ГСИ). Резервуари сталеві горизонтальні циліндричні. Методика перевірки (зі Зміною N 1), Мінськ: Видавництво стандартів, 2001 – 77с.
3. ГОСТ 8.380-80 Державна система забезпечення єдності вимірів (ГСИ). Резервуари сталеві вертикальні циліндричні місткістю 100 - 50 000 куб. м. Методи і засоби перевірки (частина II, прил. 1, п. 1), М: Видавництво стандартів, 1980 – 40с.
4. «Таблиці калібрування залізничних цистерн». Нормативне виробничо-практичне видання, - М. : ТРАНСІНФО, 2007 - 156с.

5. Кутасов О.Д., Пиголкина Т.С., Чехлов В.І., Яковлева Т.Х. - Під ред. Г.Н. Яковлева. Посібник з математики для тих, що вступають до вузів., - М.: Наука г.р. фіз.-мат. літ., 1982 - 608с.

Левицкая Т.А., Гинтер А.А., Хоногбей А.В.

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ ДНИЩАМИ.

Расчет технико-экономических параметров больших емкостей для широкой номенклатуры продуктов является неотъемлемой частью любого инженерного проекта подобных конструкций. Важным компонентом расчета является поинтервальная калибровка внутреннего объема сосуда, результатом которого является таблица уровня наполнения с соответствующим ему объемом наполнения.

В работе рассмотрены теоретические и практические вопросы касательно расчета технико-экономических параметров и поинтервальной калибровки вертикальной ёмкости с эллиптическими днищами. Методика калибровки горизонтальных емкостей существует и с успехом используется в производстве, например, транспортных средств. Вывод формулы для калибровки вертикальных емкостей - отдельный вопрос, решение которого может базироваться на использовании интегрального исчисления. Полученная таким образом формула принципиально отличается от существующей для горизонтальных емкостей, что обусловлено особенностями конструкции. Калибровочные таблицы составляются для определения количества продукта, который находится в резервуарах. Для этого те вместимость резервуара на каждом сантиметре высоты его наполнения. Опираясь на знание технических вопросов в области проектирования промышленных ёмкостей и использования математических методов интегрирования, была разработана методика вывода общей формулы для калибровки вертикальных ёмкостей с эллиптическими днищами, получена сама формула и создан типовой расчёт технико-экономических параметров. Использование табличного процессора позволяет быстро, удобно и эффективно выполнять большой перечень расчетных задач, оперативно и гибко изменять условия расчета, а также проводить редактирование текстовой части документа, получать желательный вид конечного результата проведенной работы. Поэтому для реализации полученной методики была избрана именно эта расчетная среда.

Ключевые слова: поинтервальная калибровка; калибровочные таблицы, метод интегрирования, технико-экономические параметры.

Levitskaya T.A., Ginter A.A., Khonogbey A.B.

CALCULATION OF TECHNO-ECONOMIC PARAMETERS OF VERTICAL CYLINDRICAL VESSEL WITH ELLIPTICAL BOTTOMS.

Calculation of technical and economic parameters of big vessels for the wide nomenclature of products is an integral part of any engineering project of similar designs. An important component of calculation is interval calibration of internal volume of a vessel. The result is a filling level table with its corresponding filling volume.

The work considers theoretical and practical issues related to calculation of technical and economic parameters and interval calibration of vertical reservoir with elliptical bottoms. The technique of calibration of horizontal capacities exists and with success is used in production, for example, of vehicles. Receiving a formula for calibration of vertical capacities is a single question

which solution can be based on use of integral calculus. The formula received thus essentially differs from existing for horizontal capacities that is caused by construction features. Calibration tables are drawn up to determine the quantity of product that is in the tanks. For this purpose, the capacity of the tank at each centimeter of its filling height is calculated. Based on knowledge of technical issues in the field of designing industrial containers and the use of mathematical methods of integration, the method of obtaining a general formula for calibration of vertical vessels with elliptical bottoms was developed, the formula itself was developed too and the standard calculations of technical and economic parameters were obtained. Use of the tabular processor allows quickly, conveniently and effectively to carry out the big list of settlement tasks, quickly and flexibly to change calculation conditions and also to post editing to a text part, to receive a desirable type of the end result of the carried-out work. Therefore for realization of the received technique this environment of calculating was chosen.

Keywords: *interval calibration; calibration tables, method of integration, technical and economic parameters.*

Прийнято

Рекомендовано

УДК 004.42

Левицька Т.О.¹, Русенко Д.А.²

МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ УХИЛЕННЯ ОБ'ЄКТА ВІД ЗІТКНЕННЯ З РУХОМОЮ ПЕРЕШКОДОЮ

Виконано аналіз методів обмеження швидкостей заснованих на концепції швидкісної перешкоди. Розглянуто методи локальних ухилень від динамічних перешкод, при цьому враховано необхідність відзначення, що обхід перешкод є динамічним завданням, воно вимагає розрахунку вектора швидкості агентів в кожен момент часу. Розглянуто концепція швидкісної перешкоди, який погано працює на групі рухомих агентів, де кожен агент активно змінює свій вектор швидкості, для того, щоб уникнути колізії, тому що передбачає, що інші агенти не будуть змінювати свою швидкість. Це створює коливання в русі всіх агентів. Розглянуто особливості застосування цих методів для навігації агентів на карті, представленій навігаційної поверхнею. Розглянут метод взаємних швидкісних перешкод який дозволяє розрахувати необхідні значення швидкостей для конфліктуючих агентів, і дозволяє виконати ухилення, уникаючи зіткнення. Розглянуто вирішення проблеми взаємних танців у методі гібридної взаємної швидкісної перешкодипокликан, шляхом комбінування методу швидкісної перешкоди і методу взаємної швидкісної перешкоди. Взаємне попередження зіткнення є розширенням методів заснованих на векторах швидкості. Основна відмінність від відомих методів, полягає в тому, що взаємне попередження зіткнень розглядає зворотну взаємність між парами віртуальних агентів. Передбачається, що кожен віртуальний агент, намагається уникнути зіткнення з іншим агентом, а не с рухомою перешкодою. Включення взаємності в методах, які засновані на векторі швидкості, як правило, забезпечує більш плавний рух для віртуальних агентів, але також може привести до виникнення різних проблем, таких як заклинювання і блокування.

¹кан.техн. наук, ДВНЗ«Приазовський державний технічний університет», г. Маріуполь, tlevitiisys@gmail.com

²бакалавр, ДВНЗ«Приазовський державний технічний університет», г. Маріуполь, Dimon.rydik@gmail.com