

Лісафін Володимир Петрович

*кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Лисафин Владимир Петрович

*кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

Lisafin V.

*Ph.D., associate professor of the department of transportation and storing of oil and gas Ivano-Frankivsk
National Technical University of Oil and Gas*

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ НА ОБЛІК НАФТИ В РЕЗЕРВУАРАХ З ПЛАВАЮЧОЮ ПОКРІВЛЕЮ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА УЧЕТ НЕФТИ В РЕЗЕРВУАРАХ С ПЛАВАЮЩЕЙ КРЫШЕЙ

EVALUATION OF PRECIPITATION IMPACT ON OIL GAUGING IN FLOATING ROOF TANKS

Анотація. Досліджено вплив атмосферних опадів на облік нафти в резервуарах з плаваючою покрівлею на нафтоперекачувальних станціях магістральних нафтопроводів.

Аннотация. Исследовано влияние атмосферных осадков на учет нефти в резервуарах с плавающей крышей на нефтеперекачивающих станциях магистральных нефтепроводов.

Summary. Precipitation impact on oil gauging in floating roof tanks at oil pumping stations of main oil pipelines was investigated.

Облікові операції є важливою складовою процесу транспортування нафти магістральними нафтопроводами — нафта є цінним вантажем. Підвищення точності вимірювання, контролю та обліку маси нафти потребує рішення правових, організаційних та технічних питань щодо розробки оптимально вигідних процедур виконання операцій з приймання та зберігання продукту в резервуарах. Без обліку нафти неможливо забезпечити оптимальний технологічний режим роботи магістрального нафтопроводу, особливо за неповного завантаження.

Згідно з нормативними документами, при виконанні обліково-розрахункових операцій застосовують, як правило, непрямі методи вимірювання об'єму та маси нафти та нафтопродуктів.

Облік нафти при прийманні (здаванні) проводять за допомогою вузлів обліку динамічним об'ємно-масовим методом (на потоці), що є основним методом (комерційний облік нафти). При оперативному контролі

зокрема застосовується об'ємно — масовий статичний метод. Суть цього методу полягає у визначенні об'єму за результатами вимірювання рівня нафти та даних таблиць поінтервального градуювання резервуара, а також густини продукту за однакових (або зведених до однакових) умовах. Масу продукту визначають як добуток об'єму і густини [1, с. 452–462].

На нафтоперекачувальних станціях магістральних нафтопроводів використовуються різні типи резервуарів — вертикальні сталеві, з понтоном та плавучою покрівлею [1, с. 271–278].

З метою скорочення втрат нафти і нафтопродуктів від випаровування широко розповсюдження знайшли резервуари з плаваючою покрівлею (РВСПП).

Прикладом застосування РВСПП можуть бути резервуари, що експлуатуються в системі трубопроводного транспорту нафти України, при чому спостерігається загальна тенденція до збільшення частки таких резервуарів. Це, в основному резервуари

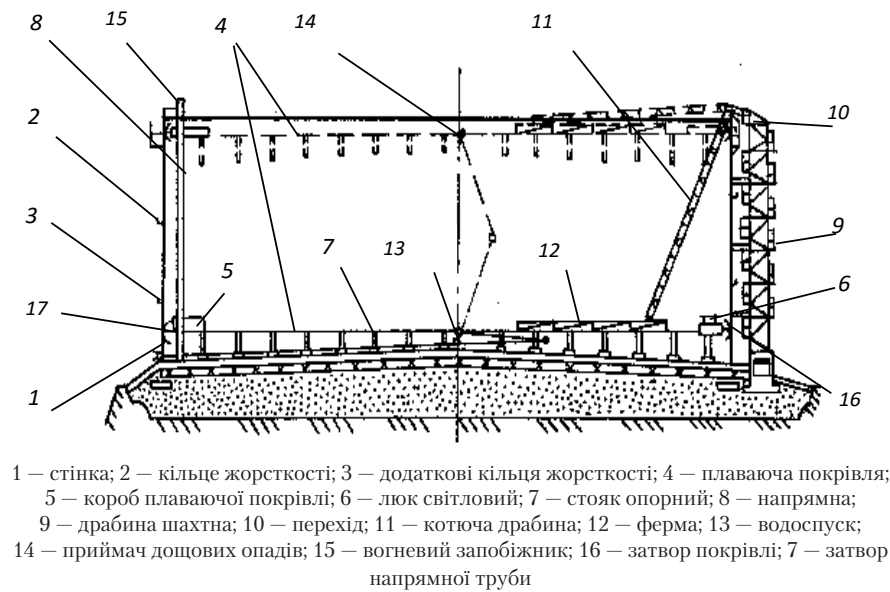


Рис. 1 – Схема резервуара з плаваючою покрівлею місткістю 50000 м³ (складено автором на підставі [1, с. 277])

об'ємом 20000 м³ (МНТ «Південний», ЛВДС «Броди» та ін.), 50000 м³ (нафтоперекачувальна станція «Лисичанськ»), 75000 м³ (ЛВДС «Броди») [2, с. 145–148].

На рисунку 1 наведено схему резервуара РВСПП – 50000.

Плаваюча покрівля, яка запобігає випаровуванню нафти, складається з понтонного кільця і плоскої центральної частини. Це найбільш поширений тип плаваючої покрівлі, досить простої і достатньо надійної.

Покрівля складається з плоскої центральної частини 4 і зовнішнього понтонного кільця з пустотілими герметичними коробами 5, що утворюють відсіки. Плоска центральна частина покрівлі виготовлена з листової сталі товщиною 5 мм. Вона має нахил 1:100 від понтонного кільця до приймальника опадів.

З метою запобігання повороту плаваючої покрівлі при її пересуванні передбачені дві діаметрально розташовані напрямні стійки 8 з труб діаметром 530 мм.

На резеруарі установлений комплект обладнання, що забезпечує виконання необхідних технологічних операцій, прилади дистанційного вимірювання рівня, сигналізатор максимального рівня нафти і знижений пробовідбірник та ін.

Діаметр плаваючої покрівлі на 400 мм менший від діаметра резервуара. Зазор між покрівлею і стінкою ущільнюється затвором, конструкція якого підбирається, виходячи з умов експлуатації. Також ущільнюється зазор між напрямними трубами і покрівлею.

Для відведення атмосферних опадів з поверхні плаваючої покрівлі резеруар обладнаний

системою водоспуску. Водоспуск складається з приймальника опадів, системи труб, що з'єднані між собою самоущільнюючими сальниковими шарнірами і нижнього поворотного вузла.

Дощові опади потрапляючи на покрівлю за рахунок нахилу покрівлі концентруються у її центральній частині, де встановлений приймальник опадів DN150. Далі через систему водоспуску вони видаляються за межі резервуара.

Інтенсивність опадів на території України нерівномірна. Їх добова кількість знаходиться у межах від 58 мм/д до 178 мм/д [3, додаток А].

Звичайно, що опади з покрівлі не можуть миттєво потрапити у водоспускну систему (необхідний час для їх підтікання до приймальника

опадів). Окрім того, слід врахувати нерівності покрівлі (хлопуни), через які частина води залишиться на покрівлі, плівку вологи, яка поступово висихатиме, тобто вага покрівлі під час опадів буде відрізнятися від її ваги у сухому стані.

При визначенні рівня нафти в сучасних резеруарах типу РВСПП використовують радарні пристрої, які, скануючи рівень нафти у напрямній трубі, перетворюють його значення у рівень наливу нафти.

Розглянемо схему затвору між плаваючою покрівлею і стінкою резервуара (рис. 2).

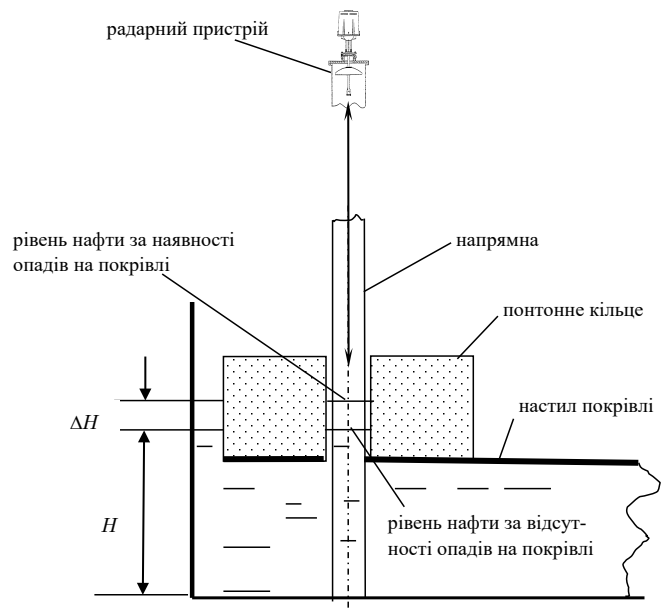


Рис. 2. Схема затвору плаваючої покрівлі (ущільнення умовно не показані) (складено автором на підставі [3, с. 147])

Введемо наступні позначення:

G — вага покрівлі;

V_1 — об'єм нафти, що витискається покрівлею за відсутності дощових опадів;

V_2 — об'єм нафти, що витискається покрівлею за наявності води на ній;

ρ_n — густина нафти;

ρ_w — густина води.

Застосовуючи закон Архімеда, можемо записати баланс сил:

за відсутності води на покрівлі

$$G = V_1 \rho_n g, \quad (1)$$

за наявності води на покрівлі

$$G + V_w \rho_w g = V_2 \rho_n g. \quad (2)$$

Шляхом математичних перетворень знаходимо

$$V_2 - V_1 = V_w \frac{\rho_w}{\rho_n}. \quad (3)$$

Обчислимо площі зазору між покрівлею і корпусом резервуара, а також площу двох напрямних

$$S_3 = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2); \quad (4)$$

$$S_n = \frac{\pi}{2} d^2, \quad (5)$$

де D_1 , D_2 , d — діаметри резервуара, покрівлі та напрямних відповідно.

Тоді ΔH (рис. 2) буде дорівнювати

$$\Delta H = \frac{V_2 - V_1}{S_3 + S_n}. \quad (6)$$

Оцінімо цю величину для резервуара з плаваючою покрівлею РВСПП-50000 за наступних даних:

– густина нафти — 860 кг/м³;

– густина води — 1000 кг/м³;

– діаметр покрівлі — 60,3 м;

– діаметр резервуара — 60,7 м;

– діаметр прямої труби — 0,5 м;

– об'єм води на покрівлі — 1 м³.

Виконуємо обчислення.

Площа зазору

$$S_3 = \frac{\pi}{4} (60,7^2 - 60,3^2) = 37,994 \text{ м}^2.$$

Площа напрямних

$$S_n = \frac{\pi}{2} 0,5^2 = 0,3925 \text{ м}^2.$$

Різниця об'ємів

$$V_2 - V_1 = 1 \frac{1000}{860} = 1,16 \text{ м}^3.$$

Різниця рівнів

$$\Delta H = \frac{1,16}{37,994 + 0,3925} = 0,03 \text{ м}.$$

Як бачимо, різниця рівнів у напрямній трубі за відсутності води на покрівлі і за її наявності складає значну величину (точність сканування рівня рівнеміром становить ± 1 мм), що слід враховувати при обліку нафти об'ємно — масовим методом. Також слід враховувати наявність снігу за від'ємних температур повітря, за яких він при сильних опадах не встигає розтанути і тим самим створює додаткове навантаження на покрівлю, що в свою чергу призводить до підвищення рівня нафти у напрямній трубі. Таким чином необхідно вводити корекцію показників пристроїв визначення рівня з метою виключення похибок при облікових операціях в резервуарах з плаваючою покрівлею.

Література

1. Середюк М. Д. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / Середюк М. Д., Якимів Й. В., Лісафін В. П. — Івано-Франківськ: Кременчук, 2001. — 517 с.
2. Лісафін В. П. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / В. П. Лісафін, Д. В. Лісафін. — Івано-Франківськ: Факел, 2006. — 597 с.
3. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75: 2013. — Київ, 2013. — 128 с.