$SrO – BaO – TiO_2$, отсутствующие в справочной литературе и необходимые для проведения термодинамического анализа фазовых равновесий в отмеченной системе при создании новых материалов с заданными сегнетоэлектрическими свойствами.

Список литературы: **1.** *Торопов Н.А.* Диаграммы состояния силикатных систем // М.- Л.: «Наука». 1965. – 546с. **2.** *Глушко В.П.* Термические константы веществ // М.: Изд. АНСССР, Вып. IX, 1979 – 574 с. **3.** *Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов – Петросян О.П.* Термодинамика силикатов // М.: Стройиздат, 1986. – 408 с. **4.** *Морачевский А.Г., Сладков И.Б.* Термодинамические расчеты в металлургии // М.: Металлургия, 1985.- 136 с. **5.** *Лагздиня С. Седмалис У., Вайвадс Д., Портман И.* Метод расчета термодинамических констант (ΔH^o_{298}, ΔG^o_{298}) // Изв. АН Латв.ССР: Серия химическая.- 1978. - № 3. – С.304-306. **6.** *Бережной А.С.* Многокомпонентные системы окислов // К.: Наукова думка, 1970.- 541 с. **7.** *Вуд Д., Фрейзер Л.* Термодинамика для геологов // М.: Мир, 1981. – 180 с. **8.** *Ландия Н.А.* Расчет высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических веществ по стандартной энтропии // Тбилиси: Изд. АН ГрузССР, 1962.–223с.

Поступила в редколлегию 15.10.06

УДК 541.678.686.01

В.В. ОЛІЙНИК, канд. техн. наук, УЦЗУ, м. Харків

ВТРАТИ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ВИПАРІ ЇХ В НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ З РЕЗЕРВУАРІВ ЗІ СТАЦІОНАРНОЮ ПОКРІВЛЕЮ

Досліджені основні регламентовані втрати нафтопродукту при випарі їх в навколишнє середовище з резервуарів зі стаціонарною покрівлею. Запропоновані емпіричні залежності, які дозволяють визначати втрати при малих, великих диханнях та вентиляції газового простору резервуарів зі стаціонарною покрівлею.

Explored main specified loss oil of the productat evaporation them in surrounding ambience from reservoir with stationary roof. Offered empirical dependencies, which allow to define the loss under small, greater breathing and ventilations gas space reservoir with stationary roof.

Зберігання нафтопродуктів – один з важливих етапів у складній системі видобуток - переробка нафти, транспортування та зберігання нафтопродуктів. У процесі зберігання нафтопродуктів у наземних, та у меншому ступені в за-

глиблених металевих резервуарах відбувається випар нафтопродуктів, що приводить до втрат нафтопродукту.

До основних регламентованих втрат нафтопродукту відносять випар нафтопродуктів у процесі приймання, зберігання, відпустки та очищення резервуарів.

До нерегламентованих потенційних втрат відносять витоки нафтопродуктів через ущільнювальні вузли запірних арматур, насосів, трубопроводів та наливних пристроїв; вентиляцію газового простору резервуарів; стічні води, що містять нафтопродукти; перелив резервуарів і цистерн; аварійні ситуації, пов'язані з корозійним руйнуванням резервуарів і комунікацій.

Кількість втрати в кожному конкретному випадку залежить від досконалості та організації технологічних процесів зберігання, марок і кількості зберігаємої продукції, способу та умов зберігання, наявності контролюючо-регулюючої апаратури.

Розглянемо процеси випару, що відбуваються при зберіганні нафтопродуктів.

Серед показників, що визначають швидкість випару, основним є тиск насичених парів, який залежить від температури та співвідношення пароповітряної й рідинної фаз нафтопродуктів. Зі збільшенням частки легких фракцій, підвищується тиск насичених парів нафтопродуктів і ростуть втрати від випару.

Виходячи із прямо пропорційної залежності втрат нафтопродуктів від випаровуваності, виведені емпіричні залежності, що дозволяють визначити тиск насичених парів для конкретної температури та співвідношення фаз по паспортній характеристиці нафтопродукту - тиску насичених парів при температурі 37,8 °С и співвідношенню фаз 4 : 1.

Для автомобільного бензину при 10 ^{o}C < t ≥ 10 ^{o}C

$$P_{(t)} \cong P_s \exp[0{,}034(t-38)], \qquad (1)$$

де $P_{(t)}$ - тиск насичених парів при заданій температурі та співвідношенні фаз n = 4 : 1; P_s - тиск насичених парів при t = 37,8 °С и n = 4 : 1.

Однак у практичних розрахунках необхідно користуватися усередненими значеннями тиску насичених парів нафтопродуктів, тому що різні нафтопереробні заводи можуть випускати одну марку нафтопродукту з різними значеннями P_t. Середньорічний тиск насичених парів [1] становить $(2{,}47 - 6{,}65) \cdot 10^4$ Па.

На процес випару нафтопродуктів з резервуарів у статичних умовах крім температури впливають різні фактори: тиск та обсяг газового простору, площа контакту нафтопродукту з газовим простором, атмосферний тиск. В основному втрати нафтопродуктів у вигляді випару з резервуарів відбуваються в результаті малих і великих дихань.

Малі дихання викликаються температурними коливаннями навколишнього середовища. При підвищенні температури повітря в денний час поверхня резервуара нагріваються, тиск і температура парогазової суміші, а отже, і випар нафтопродуктів, особливо легколетучих фракцій, збільшуються. Зростання тиску в парогазовому просторі спричиняє спрацьовування дихального клапану та вихід пароповітряної суміші в навколишнє середовище. При цьому велике значення має ступінь заповнення резервуара нафтопродуктом і пов'язаний з нею обсяг газового простору. При збільшенні ступеня заповнення зменшується обсяг газового простору та втрати легких фракцій від випару. У нічний час при охолодженні продукту знижується тиск парогазової суміші, створюється частковий вакуум і відбувається зворотне явище – повітря через впускний клапан надходить у газовий простір резервуара.

Великі дихання відбуваються при витисненні пароповітряної суміші в навколишнє середовище в процесі заповнення нафтопродуктом резервуара, при цьому обсяг газового простору зменшується – спрацьовує дихальний клапан. Зворотне явище – надходження повітря в резервуар відзначається при відкачці продукту. Обсяг великого дихання приблизно відповідає кількості рідини, що надійшла в резервуар.

На багатьох нафтопереробних заводах, перевалочних, споживчих нафтобазах і нафтобазах магістральних трубопроводів експлуатуються наземні резервуари зі стаціонарними покрівлями, які є основними джерелами випару нафтопродуктів.

Для оцінки втрат нафтопродуктів при випарі, обумовлених малими диханнями резервуарів можна користуватися наступними емпіричними залежностями:

$$G_{м.д} = 7{,}329 \cdot 10^{-5} \cdot p\left(\frac{P}{1{,}0133 - P}\right)^{0{,}68} \cdot D^{1.73} H^{0{,}51} \cdot T^{0{,}5} \cdot F_в \cdot c \cdot k_s, \quad (2)$$

де $G_{м.д}$ - втрати при малому диханні, т/рік; ρ - щільність нафтопродукту, кг/м^3; Р - тиск парів нафтопродуктів, Па; D - діаметр резервуара, м; Н - висота

газового простору, прийнята у формулі рівній половині висоти резервуара, м; T - зміна середньодобової температури навколишнього середовища, K; $F_в$ - коефіцієнт фарбування резервуара (для алюмінієвого фарбування покрівлі та корпуса Fв = 1,39); c - поправочний коефіцієнт на діаметр резервуара (c = - 0,01603D^2 + 0,2716D - 0,1597; c = 1 для D > 9 м [2]); k_s - поправочний коефіцієнт на зберігаємий продукт (k_s = 0,1081 + 1,209P. Приблизне значення k для бензину дорівнює 1, для нафти 0,58).

Або наступною формулою:

$$G_{м.д} = k_1 \cdot V^{\frac{2}{3}} \left(\frac{k_2}{100} \right) \exp(0{,}039 \cdot T) \frac{M}{22{,}4 \cdot t}, \qquad (3)$$

де $G_{м.д}$ - втрати від малих дихань, кг/г; V - обсяг резервуара, м^3; T - температура атмосферного повітря, K; t - температура в газовому просторі, K; M- середня молекулярна маса парів нафтопродукту; k_1, k_2 - коефіцієнти, що залежать від властивостей нафтопродуктів (для бензину k_1 = 0,20; k_2 = 16; для нафти k_1 = 0,16, k_2 = 0,12).

Як відзначалося вище, поряд з малим диханням значну кількість становлять втрати внаслідок великих дихань. Так же, як і для малих дихань, для розрахунків втрат при великих диханнях для резервуарів зі стаціонарними дахами можна використати наступні емпіричні залежності:

$$G_{в.д} = 4{,}3511 \cdot 10^6 \cdot \rho \cdot P \cdot V \cdot k_p \cdot k_s, \qquad (4)$$

де $G_{в.д}$ - втрати при випарі в результаті великих дихань резервуарів т/рік; ρ - щільність нафтопродукту, кг/м^3; P - тиск парів нафтопродуктів, Па; V - обсяг зберігаємого нафтопродукту, м^3/рік; k_p - коефіцієнт оборотності резервуарів; k_s - поправочний коефіцієнт, що характеризує властивості зберігаємого продукту (k_s = 0,4757 + 0,7042P). Для бензину k_s = 1; для нафти – 0,75.

$$G_{в.д} = (1 + 0{,}16 \cdot P) \cdot \frac{k_2}{100} \exp(0{,}039 \cdot T) \cdot \frac{M}{22{,}4 \cdot t}, \qquad (5)$$

де P – тиск насичених парів, Па; k_2 - коефіцієнт, що залежить від властивостей нафтопродуктів; M - середня молекулярна маса парів нафтопродукту; t - температура газового простору, K.

Втрати від вентиляції газового простору резервуара визначаються по формулі:

$$\Delta G_в = V_в \cdot ¨ \cdot \gamma_в, \qquad (6)$$

де $\Delta G_в$ - втрати при вентиляції, кг/доба; $V_в$ - обсяг парів, що втрачається при вентиляції газового простору, $м^3$/доба; φ - концентрація парів нафтопродукту, кг/$м^3$.

$$V_в = 86400 \cdot \mu \cdot F \sqrt{\frac{2g \cdot P}{\gamma_c}}, \qquad (7)$$

де μ - коефіцієнт витрати отвору; F - площа отвору, $м^2$; g - прискорення вільного падіння, м/$с^2$; P - тиск, при якому відбувається витікання пароповітряної суміші, дорівнює різниці стовпів висотою H пароповітряної суміші γ_c і повітря $\gamma_в$, ($P = H(\gamma_c - \gamma_в)$).

Обсяг втрат нафтопродуктів при зберіганні в результаті малих і великих дихань залежить від умов роботи резервуарних парків. Так, структура втрат від випару в резервуарних парках нафтопереробних підприємств наступна: втрати від вентиляції газового простору 60 – 65 %, від великих дихань і зворотного видиху – 32 – 34 %, малих дихань – 3 – 6 %. Високий відсоток втрат при вентиляції газового простору пояснюється порушенням вимог герметизації резервуарів (особливо даху), втрати від великих дихань обумовлені високою оборотністю резервуарів. В умовах тривалого зберігання нафтопродуктів втрати відбуваються в основному від малих дихань.

Список літератури: 1. *Бадретдинова Ф.А., Бронштейн И.С., Рохлин В.Ф.* Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 1978 № 7, с. 32-33. **2.** *Константинов Н.Н.* Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. М., Гостоптехиздат, 1981. 300 с.

Надійшла в редколегію 21.10.06