

ГРП в будь-якій свердловині за її фактичними параметрами за допомогою програми MFrac-II, отримуюмо розраховані значення гідравлічних втрат на тертя в трубах.

Однак, враховуючи високу вартість реагентів США, з метою здешевлення вартості ПГРП для проведення робіт в Україні почали застосовувати полімерно-емульсійні рідини (ПЕМ) за розробленими в ЦНДЛ ВАТ "Укрнафта" рецептурами.

Проаналізувавши дані процесів ПГРП, що були проведені із застосуванням ПЕМ, шляхом підбору відповідного коефіцієнту до програми MFrac-II, отримали значні розбіжності. Це можна пояснити тим, що реологічні характеристики запропонованих рідин ПЕМ значно відрізняються від ПЕМ заводного виробництва. Тому на першому етапі обробки даних ПГРП з застосуванням ПЕМ для визначення гідравлічних втрат тиску на тертя застосовували наближені емпіричні залежності, які були отримані в результаті статистичної обробки проми-

слових даних.

Проведений аналіз похибки розрахунку втрат тиску з використанням вказаних емпіричних залежностей показав, що ця похибка може змінюватися від 5 до 15 %, що для розрахунків і аналізу результатів мініГРП є задовільним.

Однак для розрахунків режимів процесу ПГРП, так і для аналізу його результатів така точність є вже недостатньою. Тому необхідно в подальшому значну увагу звернути безпосередньому вимірюванню реологічних характеристик ПЕМ, які передбачаються використовувати при проведенні ПГРП, що дозволить значно точніше розраховувати режимні параметри процесу проведення ПГРП.

I. Nolte K. G., Smith M. B. Interpretation of Fracturing Presures. - Sep. 1981. 2 "MFRAC-II" Hydraulic Fracturing Simulator USA Meyer & Associated, Inc. - 1994.

УДК 662.753.22

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВТРАТ ПАЛИВ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ В РЕЗЕРВУАРАХ

© Бойченко С. В., Григоренко І. В., 2002

Національний авіаційний університет України, м. Київ

Розглянуто програмне забезпечення для розрахунку втрат вуглеводневих палив з резервуарів від випаровування. Програмний продукт призначений для визначення фактичних втрат вуглеводневих палив в реальних умовах підприємств нафтопродуктозабезпечення. Описана функціональна структура програми, вхідні дані, які необхідні для розрахунків, і порядок роботи з нею.

Відомо, що під час процесів перевезення, зберігання і заправки мають місце значні втрати світлих нафтопродуктів від випаровування, які завдають збитків, котрі обчислюються мільйонами гривень, і це без врахування збитків, що завдаються навколишньому середовищу. Крім того, втрати від випаровування позначаються не лише на кількості палива, а й на його якості. Такий стан речей цілком неприйнятний, особливо коли енергетика країни знаходиться в кризовому стані, і першочерговим завданням для виходу з нього є перехід від екстенсивного використання енергії до інтенсивного, тобто енергозбереження [1].

Для того, щоб ефективно економити потрібно знати скільки втрачаєш. Тому з метою розв'язання проблеми втрат палив від випаровування важливою задачею є вибір методу оцінки цих втрат. На даний момент існує і застосовується цілий ряд методів, але задача полягає у виборі найбільш оптимального методу.

Так, метод визначення динамічної випаровува-

ності, розроблений П. Бударовим, набув значення стандартного в вигляді ГОСТ 6369-75 "Бензины автомобильные и авиационные. Метод определения потерь от испарения". За втрати згідно з цим методом умовно приймається зменшення маси нафтопродукту після продування його десятиразовим обсягом повітря при температурі 20 °С.

На підприємствах нафтопродуктозабезпечення на сьогоднішній час доволі широко застосовується об'ємно-масовий метод (ГОСТ 26976-86 "Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы") із застосуванням спеціальних калібрувальних таблиць для кожної ємності (статичний метод), в яких враховується температурний режим, значення густини, рівень наливу нафтопродукту, рівень і обсяг підтоварної води [2]. Крім того, для проведення обліково-розрахункових операцій можуть застосовуватись інші методи вимірювання і різні вимірювальні пристрої, які основані на них.

Досить широке застосування знайшли прилади, які основані на поплавковому методі контролю рів-

ня, що обумовлене, в першу чергу, простою їх конструкції та налагоджування. Висока точність цього метода пояснюється малою залежністю похибки приладу від діапазону вимірювання. На підприємствах також застосовуються ультразвукові вимірювальні пристрої. Ультразвуковий метод – найбільш розповсюджений хвильовий метод контролю рівня. Він заснований на різниці акустичних опорів середовищ, тобто добутку густини середовища і швидкості розповсюдження в ньому ультразвуку. Знайшли своє застосування й інші вимірювальні пристрої, що засновані на радіоізотопному, ємкісному, тензометричному та інших методах вимірювання. Крім того в практиці застосовується так званий динамічний метод. Обсяг продукту, при цьому, вимірюють безпосередньо в потоці палива за допомогою лічильників [3].

Відомий також метод, в основу якого покладений той факт, що при зберіганні палив передусім випаровуються найбільш низькокиплячі вуглеводні. Тому, якщо в паливо додати більш високомолекулярну речовину, що добре в ньому розчиняється і не погіршує його якість, по різниці концентрації цієї речовини в паливі, визначених на початку періоду зберігання і в кінці, можна визначити значення фактичних втрат від випаровування [4].

Внаслідок значного різноманіття факторів, що впливають на ефективність застосування того чи іншого методу визначення втрат від випаровування, в кожному конкретному випадку вибір повинен виконуватись на основі визначення економічної доцільності здійснення того чи іншого заходу. Але коли мова йде про оперативне й досить точне визначення втрат палив в умовах зберігання в наземних резервуарах сховищ нафтопродуктів, жоден з цих методів не може бути визнаний абсолютно прийнятним. А саме в таких розрахунках відчувається найбільша потреба, бо під час зберігання палива та технологічних операцій найбільша частина втрат (з технологічного обладнання) припадає на резервуари (60...70 %) [5].

Спробу вирішення цієї проблеми було зроблено в праці [6]. Її авторами увага приділяється нетрадиційним методам оцінювання випаровуваності неетильованих бензинів. На їх думку, для визначення втрат і якості бензину за цим показником можна використати результати вимірювання фізичних ефектів, пов'язаних з процесом його випаровування, а саме:

- динаміки зміни діелектричної проникності повітря, насиченого парами бензину;
- швидкості зменшення ємності еталонного конденсатора, пластини якого змочені паливом, що досліджується;
- швидкості зниження температури змоченого бензином об'єкта (предмета).

В результаті експериментальних досліджень в роботі [6] було запропоновано методика визначення показника випаровування бензину. Оцінювання цього показника можна здійснювати рефрактометричним, конденсаторним і психрометричним методом. Але викладений метод має низку недоліків. До них слід віднести певну складність його методичної та математичної реалізації. А також необхідність обладнання резервуарів додатковими технічними засобами, що вимагає збільшення капіталовкладень.

Тому на базі кафедри хімії і хімічних технологій співробітниками випробувального центру (ВЦ) авіаційної хімотології “УЦАХ-СЕПРО” Національного авіаційного університету з метою економії матеріальних, фінансових та людських ресурсів була розроблена методика, яка дозволяє визначити втрати з досить високим рівнем точності. В основу методики було покладено теорію випаровування вуглеводневих палив і сучасні уявлення про протікання масообмінних процесів в паливних резервуарах, які базуються на працях Н. Константинова, П. Бударова, А. Ірисова, Ф. Абузової та інших науковців. В методиці розрахунку було враховано більше десятка різноманітних факторів, що впливають на інтенсивність випаровування легких фракцій вуглеводневих палив. Детально методику розрахунку та параметри, що покладено в її основу, розглянуто у праці [7]. Тому в цій статті автори не ставили за мету розглядати методику розрахунку, а основну увагу зосередили на розробці та опису програмного забезпечення.

Оперативний розрахунок втрат вуглеводневих рідин в реальних умовах є складним. Тому, з метою економії часу та полегшення проведення обчислень, за вищезазначеною методикою в середовищі програмування Delphi 5 був розроблений програмний продукт, який дозволяє значно підвищити швидкість та ефективність саме таких розрахунків. Він вирізняється тим, що при його застосуванні не потрібні значні капіталовкладення для обладнання резервуарів дорогим і складним устаткуванням і при цьому програма дозволяє отримати достатньо точний результат.

Даний програмний продукт призначений для розрахунку кількісних втрат палив від випаровування внаслідок малих і великих “дыхань” резервуарів. При проведенні розрахунків програмним забезпеченням враховуються: дані про геометричні характеристики резервуару, фізико-хімічні властивості палива, метеорологічні показники.

Програмне забезпечення має простий і зрозумілий інтерфейс і не потребує від користувача спеціальних знань у сфері програмування. Програма розрахована на широке коло спеціалістів, у тому числі і в країнах СНД, тому її інтерфейс написано російською мовою.

Програма розроблена для IBM сумісних комп'ютерів з операційною системою Windows 9X. Для нормальної роботи програма потребує 2 Мб вільного місця на жорсткому диску. Також рекомендується використовувати комп'ютер з процесором 80386 або вище, сопроцесором, 4 Мб оперативної пам'яті, кольоровим монітором, "мишею" та принтером.

Після запуску програми на екрані з'являється вікно, яке дозволяє вибрати вид розрахунку втрат (від малих або від великих "дыхань" резервуару). Відповідно до зробленого вибору, на екрані з'являється головне вікно, яке призначене для проведення розрахунку втрат від малих або ж від великих "дыхань". В цьому вікні розміщені строки для введення необхідних для розрахунку даних. Також в ньому розміщені функціональні клавіші для керування програмою (рис. 1).

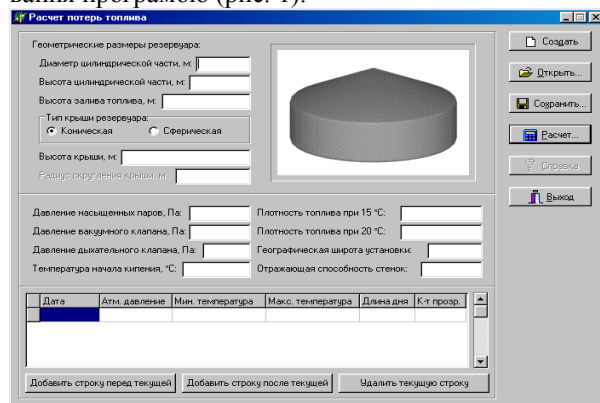


Рис. 1. Головне вікно для проведення розрахунку втрат від малих "дыхань" резервуару

Робота з програмним продуктом здійснюється за допомогою системи вкладених меню, які дають змогу вибрати вид роботи з інформацією (введення, перегляд, коригування) і виконати розрахунок. Якщо в процесі роботи виникнуть будь-які питання, можна звернутись до вмонтованої екранної контекстно-залежної допомоги. Для проведення розрахунку втрат від малих "дыхань" програмі потрібна наступна вхідна інформація.

Характеристики резервуару:

- "Диаметр цилиндрической части",
- "Высота цилиндрической части",
- "Высота залива топлива",
- "Высота крыши",
- "Давление вакуумного клапана",
- "Давление дыхательного клапана",
- "Географическая широта установки резервуара",
- "Отражающая способность стенок".

Фізико-хімічні властивості палива:

- "Давление насыщенных паров",
- "Температура начала кипения",

- "Плотность топлива при 15 °С",
- "Плотность топлива при 20 °С".

В нижній частині головного вікна відмічаються дні, за які буде проводитись розрахунок, та вносяться метеорологічні показники, що змінюються кожного дня:

- "Атмосферное давление",
- "Минимальная температура за сутки",
- "Максимальная температура за сутки",
- "Продолжительность дня",
- "Коэффициент прозрачности атмосферы".

Після заповнення всіх строк проводиться розрахунок. Для цього потрібно клікнути "мишею" на клавіші "расчёт". Програма дозволяє проводити розрахунок вибірково за деяку кількість днів з тих, що були введені. Також є можливість зберегти і записати в файл дані, що були введені, вибравши клавішу "Сохранить". Збережені дані можна відновити для продовження розрахунків клікнувши "мишею" на клавіші "Открыть" і вибравши необхідний файл. Для того, щоб оновити всі строки головного вікна потрібно клікнути "мишею" на клавіші "Создать".

Результати розрахунків виводяться в допоміжному вікні (рис. 2), яке з'являється після активізації клавіші "Расчёт". Програма дозволяє проглянути отримані результати за кожен з вибраних днів, а також загальні показники. Вони можуть бути представлені у вигляді списку або таблиці. Програма також дозволяє роздрукувати результати розрахунків. Для цього в допоміжному вікні потрібно клікнути "мишею" на клавіші "Печать". Щоб закінчити роботу з програмою потрібно задіяти в головному робочому вікні клавішу "Выход".

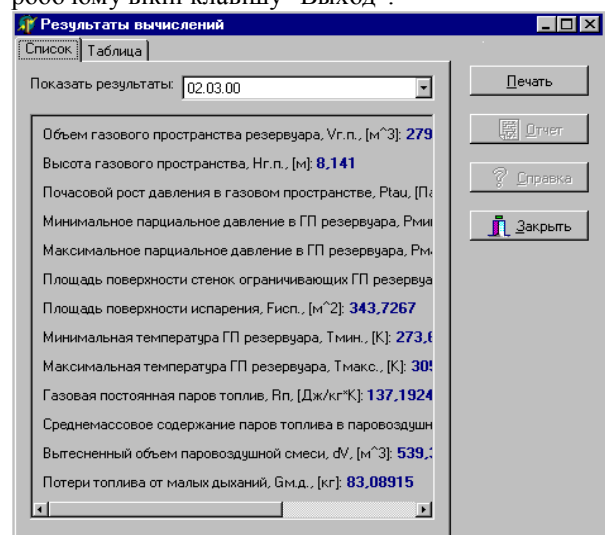


Рис. 2. Допоміжне вікно для відображення результатів розрахунку втрат від малих "дыхань"

Принцип роботи з програмою при розрахунку втрат від великих "дыхань" резервуару аналогічний.

Різниця при цьому полягає лише у вхідних даних необхідних для розрахунків. Для проведення обчислень програмі потрібна наступна вхідна інформація.

Характеристики резервуару:

- “Диаметр цилиндрической части”,
- “Высота цилиндрической части”,
- “Высота взлива топлива”,
- “Давление вакуумного клапана”,
- “Давление выпускного клапана давления”,
- “Время заполнения ёмкости”.

Фізико-хімічні властивості палива:

- “Давление насыщенных паров”,
- “Температура начала кипения”.

В нижній частині головного вікна розрахунку відмічаються дні, за які буде проводитись розрахунок, та вносяться атмосферні метеорологічні показники, що змінюються кожного дня:

- “Климатическая зона”,
- “Атмосферное давление”,
- “Абсолютная атмосферная температура”.

Подальші дії для проведення обчислень аналогічні описаним вище.

Апробацію програмного забезпечення в реальних умовах співробітниками ВЦ авіаційної хімотології “УЦАХ-СЕПРО” було проведено на базі отриманих даних сховища нафтопродуктів Одеського НПЗ. Для проведення розрахунків було обрано один з резервуарів місткістю 5000 м³ з бензином марки А-80. Розрахунковий періоду складав 16 діб (з 02.03.2000 р. – по 17.03.2000 р.). Програма показала достатню точність і ефективність.

Цей програмний продукт, як досить ефективний і дешевий засіб, буде корисним для широкого кола спеціалістів зайнятих в нафтогазовій промисловоті, а також науковців, що проводять

наукові дослідження в цій галузі. Програма успішно пройшла апробацію, і може бути застосована для проведення розрахунків у реальних умовах підприємств нафтопродуктозабезпечення будь-якої форми власності. Крім того, вона може застосовуватись державними органами, які здійснюють контроль за станом навколишнього середовища на підприємствах паливно-енергетичного комплексу. Додатковою перевагою даного програмного забезпечення є те, що воно дає змогу дослідникові, змінюючи вхідні параметри (геометричні характеристики резервуару, фізико-хімічні властивості палива, метеорологічні показники), визначити вплив кожного окремого параметру на величину втрат.

1. Конеченков А. Энергосберегающая политика – средство для выживания // Энергия будущего века: Информ. бюл. – Симферополь: ИА “Эхо-Восток”, 1996. – № 4. – С. 8-10. 2. Зайцев Л. А., Панарин В. В. Системы сбора и обработки информации для резервуарных парков. – М.: Недра, 1984. – 148 с. 3. Абдулаев А. А., Бланк В. В., Юфин В. А. Контроль в процессах транспорта и хранения нефтепродуктов. – М.: Недра, 1990. – 262 с. 4. Бойченко С. В. Метод определения потерь топлив от испарения // Вісник КМУЦА. – 1999. – № 2. – С. 237-243. 5. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Абузова Ф. Ф., Бронштейн И. С., Новосёлов В. Ф. и др. – М.: Недра, 1981. – 248 с. 6. Белов С. М., Луценко В. І., Кабанов В. О. та ін. Методи оцінювання випаровуваності неетилованих бензинів // Нафтова і газова промисловість. – 2001. – № 3. – С. 58-60. 7. Бойченко С. В. Раціональне використання вуглеводневих палив. – К.: НАУ, 2001. – 216 с.