

- Режим доступа: <http://www.schulte-Technika.Grzewcza.sp.z.o.o.>, 2013, - 11 с.
9. Отопление промышленных, торговых и сервисных помещений большой кубатуры. Пособие по проектированию газовых излучателей и калориферов. – Ужгород: Ленко-Украина, 2006. – 28 с.
 10. Система лучистого отопления промышленных площадей. Теплоизлучающая лента GIRAD. Новое поколение. [Электронный ресурс]. Италия: FRACCARO. Режим доступа: <http://www.fraccaro.it>, 2011, – 7 с.
 11. Патент України на корисну модель № 81507 МПК, F23D 14/12, F24D 10/00, F24D 15/00. «Пристрій для променевого опалювання» від 10.07.2013//Болотських М.М. та інші. Бюл. № 13, 10.07.2013.
 12. Патент України на винахід № 101445, М. кл. F23D 14/12, F24D 15/00, F24D 19/00. «Пристрій для променевого опалювання» від 25.03.2013//Болотських М.М. та інші. Бюл. № 6, 25.03.2013.
 13. Болотских Н.Н. Повышение эффективности инфракрасных трубчатых газовых обогревателей. //Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, вип. 73, 2013. – с. 272-281.

УДК 622.691.4

Братах М.І., Скрильник К.Ю., Алкалі Абба Алі.

*Український науково-дослідний інститут природних газів УкрНДІгаз
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

КОНЦЕПЦІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ БАГАТОФАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА В ТРУБОПРОВОДІ

Об'єктом дослідження є система конденсатопроводів, що перекачує суміш газового конденсату, слідів нафти, води, слідів інгібіторів, технічної води, газу (багатофазове середовище, в якому виділяються дві основні окремі фази: рідина і газ). Специфіка об'єкту дослідження полягає в тому, що система рельєфних трубопроводів працює з неповним завантаженням, що обумовлює ламінарний рух течії газорідинного потоку і тенденцію до розшарування складових. Відповідно до проведених попередніх досліджень, газ, як більш легка складова суміші, займає перевальні точки рельєфних трубопроводів, формуючи в них газові мішки, об'єм яких змінюється відповідно до зміни робочого тиску в трубопроводі (описується рівнянням стану газу).

Отже актуальність роботи зумовлює неповне завантаження трубопроводу і нестабільність подачі продукту на вхід трубопроводу, а також наявність газових мішків в перевальних точках, які (мішки) постійно стискаються або розширюються від-

повідно до зміни робочого тиску, ускладнює процес контролю несанкціонованих відборів продукції, особливо у випадках незначних за об'ємом і непостійних в часі. Скоротивши час реагування на початок несанкціонованого відбору, можна зменшити його обсяг і тривалість в часі.

Експлуатація системи конденсатопроводів ГПУ «Полтавагазвидобування» визначається чотирма основними аспектами:

- трубопроводи перекачують багатофазові (але щонайменше газорідинні) потоки, рух яких має описуватись як рівняннями руху газової складової, так і ньютонівської рідини (принцип викладено в ВСН 53-1-81 [1]);

- трубопроводи є рельєфними, такими, що складаються із низхідних, висхідних, понижених та перевальних ділянок, на кожній з яких рух багатофазової суміші може бути: розшарованим, пробковим (в окремих випадках – хвильовим) або квадратичним (турбулентним) (принцип викладено в ВСН-53-1-81 та інструкції з гід-

равлічного розрахунку промислових газопроводів для газорідних сумішей [2], що пояснює процес розрахунку);

- трубопроводи працюють з неповним завантаженням, час від часу із тривалим часом простою насосів, що сприяє розширанню суміші (руху потоку в ламінарному – розшарованому режимі);

- рух багатофазової суміші супроводжується падінням тиску (перепадом тиску) між початковою і кінцевою точками, що зумовлює природне розгазування суміші (стабілізацію) в обсязі 10-30% від об'єму перекачуваного продукту, що викладено в [3].

Як видно, всі аспекти описано в різних нормативних документах, що ускладнює створення і подальшу реалізацію математичної моделі руху багатофазового середовища в трубопроводі.

Мета роботи – зменшення часу реагування на початок несанкціонованого відбору продукції, оперуючи лише диспетчерськими даними за опитувачами, встановленими в контрольних точках системи конденсатопроводів.

Виклад основного матеріалу статті. Програмне забезпечення на трасі діючих трубопроводів зазвичай використовує дані «real-time» опитувачів типу Micromotion, Floutek або Ergoмера і оперує щохвилинними та щогодинними опитуваннями тиску, температури, маси (об'єму) продукту, його густини в контрольних точках.

Трубопроводи, що перекачують газорідні суміші, можуть бути простими (лінійними) із двома контрольними точками:

- вхід в трубопровід (нагнітальний насос);

- вихід з трубопроводу (всмоктувальна лінія насосу).

В цьому випадку контроль параметрів здійснюється в цих точках.

Трубопроводи, можуть приймати продукцію з різних джерел (УКПГ) з наявними або відсутніми у місці підключення до основної труби опитувачами потоку. В такому випадку оперують середньозваженими даними (по масі поданого в основний трубопровід) продукту.

Технічна характеристика ділянки є незмінною в часі і має включати наступні складові:

- діаметри трубопроводу із зазначенням місць їх переходу та розрахованим еквівалентним діаметром при послідовному або паралельному з'єднанні;

- відповідні діаметри товщини стінок;

- еквівалентну довжину трубопроводу, що повинна включати в себе наступні характеристики:

- загальну довжину висхідних ділянок;

- загальну довжину низхідних ділянок;

- середньозважений кут нахилу до горизонту висхідних ділянок;

- середньозважений кут нахилу до горизонту низхідних ділянок.

Для спрощення процесу розрахунку умовно-змінні дані закладаються в програмне забезпечення як вихідні і редагуються один раз на місяць, або частіше (у випадках суттєвої зміни параметрів потоку: зростання робочого тиску, зміна в'язкості та густини потоку, суттєве зростання або зменшення завантаження). Перелік вихідних даних, що закладають як умовно-змінні і детально розглянуті в [4], представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Перелік вихідних даних, що закладають як умовно-змінні

Параметр	Розмірність
Гідравлічний діаметр, D_r	м
Густина газової складової, ρ_g	кг/м ³
Фактичний гідроопір, λ	безрозмірний
Число Фруда, F_r	безрозмірне
Дійсний газовміст, ϕ	безрозмірний
Коефіцієнт, K	безрозмірний
Об'ємний вміст газу в потоці суміші, β	безрозмірний

Розрахункові дані, що необхідні для розрахунку основних параметрів гідравлічного стану, змінюються щохвилини залежно від зміни технологічного режиму роботи трубопроводу:

коефіцієнт стисливості газу, який характеризує відхилення властивостей реального газу від закону ідеального газу;

відносна густина за повітрям, яку розраховують при нормальних умовах;

універсальна газова стала для газової складової, що формує газовий мішок;

середня швидкість газорідинної суміші на ділянці трубопроводу.

Розрахункові параметри, що виводяться на екран і використовуються для візуалізації системи. Візуалізацію системи класифіковано за зростанням рівня.

Програмне забезпечення має поступово реагувати на момент початку відбору продукту сторонніми особами за наступними чинниками:

1. За розбалансом мас суміші (перший сигнал). Рівень – умовно низький.

Розбаланс мас суміші має обліковуватись по годинно за простою відмінністю між масою продукту, що надійшла на вхід трубопроводу, та тією, що покинула його в той самий момент

2. За розбалансом об'ємів рідини на вході і виході з трубопроводу. Рівень – середній.

3. Шляхом порівняння допустимих та фактичних перепадів тиску на досліджуваній ділянці трубопроводу, причому, фактичний перепад тиску є різницею тиску в початковій та кінцевій точці трубопроводу. Рівень – високий.

У разі, якщо зафіксовані втрати тиску в якийсь момент перевищуватимуть допустимі, диспетчерська служба повинна сигналізувати про можливість розгерметизації трубопроводу або несанкціонованого втручання в його роботу.

4. Шляхом врахування поправки в об'ємному розбалансі на обсяг рідини, що бере участь в циклах розширення - звуження газових мішків. Рівень – дуже високий.

Цей об'єм є незначним, але дозволить нехтувати певними аномальними значеннями або враховувати порівняно незначні розбаланси.

Візуалізація проблеми несанкціонованого відбору продукції з порожнини трубопроводу може бути проведена наступними способами:

1. У вигляді таблиць. Рівень візуалізації – низький. Недолік – незручно використовувати.

Якщо проводити реагування на початок відбору лише за масовим або об'ємним розбалансом, то таблиці будуть простими і наочно показувати значення розбалансу за принципом, наведеним в табл. 2.

Таблиця 2 – Візуалізація несанкціонованого відбору за об'ємним розбалансом на прикладі ділянки Гадяцька УКПГ – Тимофіївська УКПГ

Час	Гадяч, вихід, об'єм, м ³	Тимофіївська, вхід, об'єм, м ³	Розбаланс
01.00-02.00	19,55	19,25	-0,30
02.00-03.00	19,30	19,21	-0,09
03.00-04.00	3,50	3,68	0,18
04.00-05.00	11,01	10,66	-0,35
05.00-06.00	21,46	21,53	0,07
06.00-07.00	12,72	12,50	-0,22
07.00-08.00	26,34	26,40	0,06
08.00-09.00	10,99	10,44	-0,54

У разі використання всіх представлених чинників, що можуть вплинути на розбаланс в обсягах продукції на вході та виході з трубопроводу, таблиці видадуться надто складними для аналізу (див. табл. 3).

Таблиця 3 - Візуалізація несанкціонованого відбору, враховуючи увесь представлений алгоритм

Час	Гадяч, вихід, об'єм, м3	Тимофіївка, вхід, об'єм, м3	Розбаланс	Фактичний перепад тиску, ат	Допустимий перепад тиску, ат	Різниця, ат	Об'єм продукції в газових мішках, м3	Із врахуванням поправки на газовий мішок, м3
01.00	19,55	19,25	-0,30	6,93	6,56	-0,37	+0,04	-0,26
02.00	19,30	19,21	-0,09	7,09	6,47	-0,62	+0,045	-0,045
03.00	3,50	3,68	0,18	5,07	1,40	-3,67	-0,05	-0,13
04.00	11,01	10,66	-0,35	6,06	2,76	-3,3	+0,06	-0,29
05.00	21,46	21,53	0,07	7,27	7,73	+0,46	+0,03	+0,1
06.00	12,72	12,50	-0,22	6,27	3,55	-2,72	-0,04	-0,26
07.00	26,34	26,40	0,06	8,02	11,02	+3,0	+0,06	+0,12
08.00	10,99	10,44	-0,54	5,91	2,77	-3,14	-0,07	-0,61

В такому випадку, найкращим шляхом візуалізації проблеми є звуковий сигнал під час фіксування мінусів в колонках №7 та № 9.

2. Візуалізація у вигляді графіків. Рівень візуалізації – високий.

У випадку візуалізації даних у вигляді графіків (див рис. 1- 3) програма будує по годинний графік залежності масового або об'ємного розбалансу відносно нуля, або ж графік об'ємного розбалансу, враховуючи обсяг рідини, що заповнює або звільняє простір газового мішка.

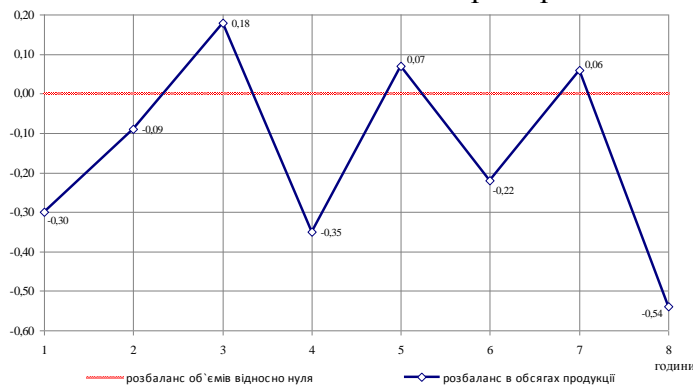


Рис. 1. Погодинний графік залежності об'ємного розбалансу відносно нуля

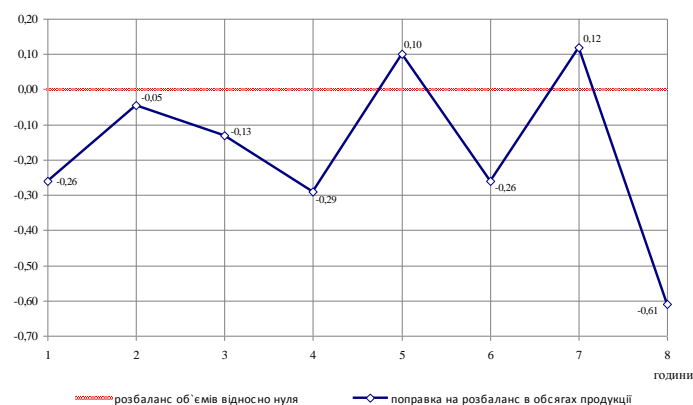


Рис. 2. Погодинний розбаланс об'ємів суміші враховуючи цикл «розширення-звуження» газового мішка

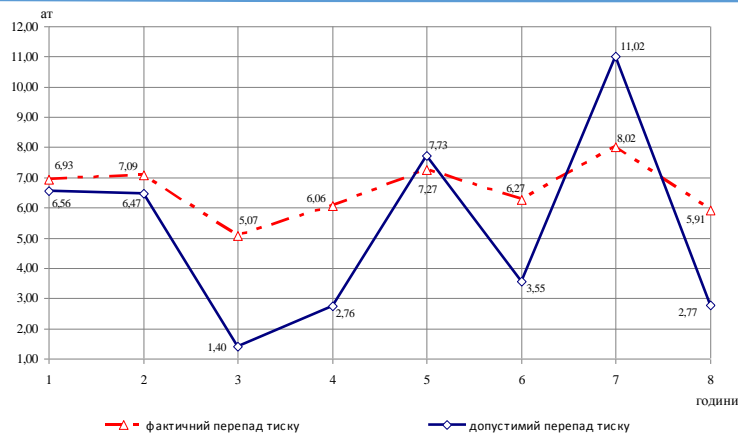


Рис. 3. Погодинний графік відмінностей між фактичним та допустимим значенням перепаду тиску між початковою та кінцевою точками трубопроводу

У випадку перевищення лінією фактичного тиску лінії допустимого та відповідного розбалансу, враховуючи обсяг рідини в газових мішках, програма повинна видати звуковий сигнал.

Висновки.

Програма може опитувати суміжне програмне забезпечення або працювати безпосередньо із драйвером опитувача щохвилинно, вираховує середньозважені годинні параметри тиску, температури та густини за масою (об'ємом), на основі яких будує таблиці і графіки, відповідно, також погодинно. Після закінчення доби дані відправляються в архів з можливістю перегляду користувачем.

За основу візуалізації беруться таблиці, що розробляються диспетчерами для контролю розбалансів вхідної та вихідної суміші в конденсатопроводі. На основі даних таблиць будуються графіки. Рекомендовано контролювати розбаланс за об'ємними показниками.

Основне завдання програми – автоматизація роботи диспетчера оскільки, на даний момент, роботу щодо створення таблиць та графіків вручну виконує відповідальний виконавець.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ВСН 51-3-85 Ведомственные строительные нормы. Проектирование промышленных стальных трубопроводов. - Мингазпром, 1985. - 40 с.
2. Инструкция по гидравлическому расчету промышленных трубопроводов для газожидкостных смесей. Москва: ВНИИГАЗ, 1980. - 22 с.
3. СОУ 11.2-30019775-086:2005 Газовий конденсат і нафта. Видобування, підготовка до транспортування, транспортування і переробка. Витрати та втрати. Методи нормування: наказ ДК «Укргазвидобування» № 703 від 30.12.2005р. – 44с.
4. Братах М.І., Скрильник К.Ю., Донський Д.Ф. і інші. Особливості розрахунку трубопроводів, що транспортують газорідинні суміші // Комунальне господарство міст: Наук.-техн. сб. Технічні науки та архітектура. 2013, Вип.110. – с.189-196.

УДК 697.7

Болотских Н.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ЗАРУБЕЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФРАКРАСНОГО ОБОГРЕВА ТЕПЛИЦ

Введение. Для обогрева теплиц, парников и оранжерей в зимнее время традиционно применяются системы водяного

или воздушного отопления. При водяном отоплении подача подогретой воды в трубы, проложенные под полом или