

УДК 622.691.4

СТЕНДОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РУХУ ПОРШНЯ В ТРУБОПРОВОДІ

¹В.Я. Грудз, ²І.І. Капцов, ²Я.В. Дорошенко

¹ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42157,
e-mail: public@nuing.edu.ua

²УкрНДІгаз, 61125, м. Харків, Червоношкільна набережна, 20, тел. (0572) 200229,
e-mail: it11266@online.kharkov.ua

Приведено описання стенда для експериментального дослідження динаміки руху поршня в трубопроводі, визначення характеру регулювання режиму роботи трубопроводу для стабілізації швидкості руху поршня, визначення параметрів процесу часткового перекриття трубопроводу пристроєм для локалізації місця утечки. Приведені результати експериментів по дослідженню динаміки руху пристрою для локалізації місця утечки в трубопроводі.

It is brought description and working the installation for experimental study speakers of pig motion in pipeline, determinations nature of regulation regime of pipeline working for stabilization velocities of pig motion, determinations parameters of partial overlapping pipeline process by device for localization of leak place in pipeline. The results of experiments research dynamics of motion device for localization a place of loss after a pipeline are resulted.

З технологічної точки зору до швидкості руху поршня в трубопроводі ставляться жорсткі вимоги. У випадку руху очисних пристроїв зміна їх швидкості призводить до погіршення якості очищення трубопроводу, а у випадку застосування діагностичних рухомих пристроїв зміна швидкості суттєво впливає на якість одержаної інформації про геометрію і реальний стан трубопроводу. У складних трасових умовах, властивих магістральним трубопроводам, за наявності рідинних відкладів в порожнині трубопроводу з урахуванням рельєфу траси та еліптичності труби досягти чіткого рівномірного руху поршня в трубопроводі шляхом регулювання подачі продукту в трубопровід надзвичайно складно. Однак відкидання керувальних впливів у процесі очищення чи діагностування трубопроводу може призвести до суттєвої нерівномірності руху поршнів, що спричинить зниження якості очищення у першому випадку та спотворення інформації у другому. Отже під час діагностування та очистки трубопроводів потрібно забезпечити сталу швидкість руху поршня чи принаймні таку, яка б не виходила за межі допустимого інтервалу. Оскільки теоретично проблема регулювання швидкості руху поршня була досліджена і висвітлена в [1], а математичне моделювання процесу руху поршня по газопроводу наводиться в [2], виникає необхідність стендового експериментального дослідження динаміки руху поршня в трубопроводі.

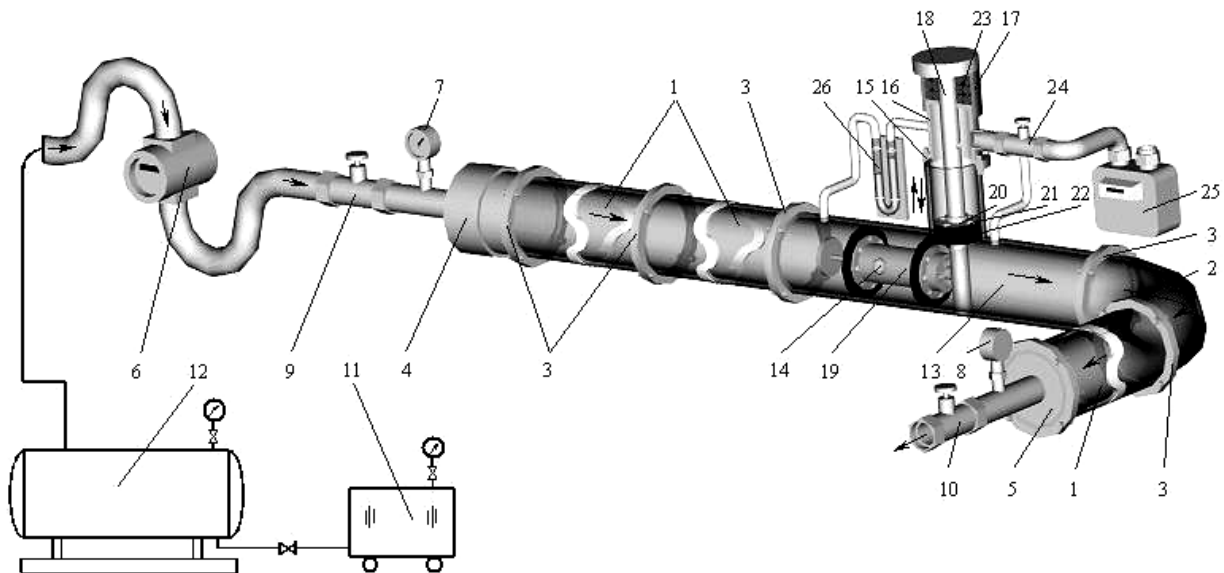
Також для практичної реалізації методу локалізації місця аварійної течії в трубопроводі з метою проведення ремонту [3] потрібно експериментально дослідити динаміку руху пристрою для локалізації місця течії в трубопроводі, щоб оцінити час доставки пристрою до місця ремонту, визначити параметри процесу часткового перекриття пристроєм трубопроводу, його вплив на працездатність трубопроводу,

залежність величини тиску в кінці трубопроводу від падіння тиску на пристрої.

З метою реалізації поставлених завдань розроблено і побудовано експериментальний стенд для дослідження динаміки руху поршня в трубопроводі, а також режиму роботи трубопроводу при частковому перекритті його порожнини пристроєм для локалізації місця течії в трубопроводі.

Експериментальний стенд (рис. 1) побудований з трьох прозорих скляних труб 1 зовнішнім діаметром 89 мм, товщиною стінки 5 мм і довжиною 3 м та скляного коліна 2 з поворотом на 90°. Скляні труби 1 та скляне коліно 2 з'єднуються між собою фланцями 3. Кінці трубопроводу закриваються заглушками 4, 5. Підвід і відвід повітря здійснюється через отвори в заглушках 4, 5. Стенд обладнаний лічильником 6, манометрами 7, 8 (для визначення початкового і кінцевого тиску), голковим вентилям 9 (для плавного регулювання подачі повітря) на вході і вентилям 10 на виході. Повітря подається від компресора 11 через ресівер 12.

Досліди проводяться таким чином: герметично закручується заглушка 4, повітря від компресора 11 подається через ресівер 12, лічильник 6, голковий вентиль 9 в трубопровід. У стаціонарному режимі (без поршня) тиск вимірюється манометрами 7, 8. Розрахунковим методом визначається середня швидкість повітря в трубопроводі. Після чого припиняють подачу повітря в трубопровід, відкручують заглушку 4 і поршень направляють в трубопровід. Закрутивши заглушку 4, подають повітря в трубопровід і голковим вентилям 9 встановлюють витрату повітря, рівну витраті при відсутності поршня в трубопроводі. Під час руху поршня визначають його середню швидкість на кожній ділянці трубопроводу, фіксуючи час за який поршень пройде відстань між відмітками нанесеними на скляну трубу 1 через кожні 0,5 м, а



1 – скляна труба; 2 – скляне коліно; 3 – фланець; 4, 5 – заглушка; 6 – лічильник; 7, 8 – манометри; 9 – голковий вентиль; 10 – вентиль; 11 – компресор; 12 – ресівер; 13 – скляний трійник; 14 – отвір; 15 – фланець; 16 – патрубок; 17 – заглушка; 18 – стопор; 19 – модель пристрою для локалізації місця течі; 20 – кільце; 21 – отвір; 22 – резинова прокладка; 23 – сальник; 24 – вентиль; 25 – лічильник; 26 – диференційний манометр

Рисунок 1 — Експериментальний стенд для дослідження динаміки руху поршня в трубопроводі

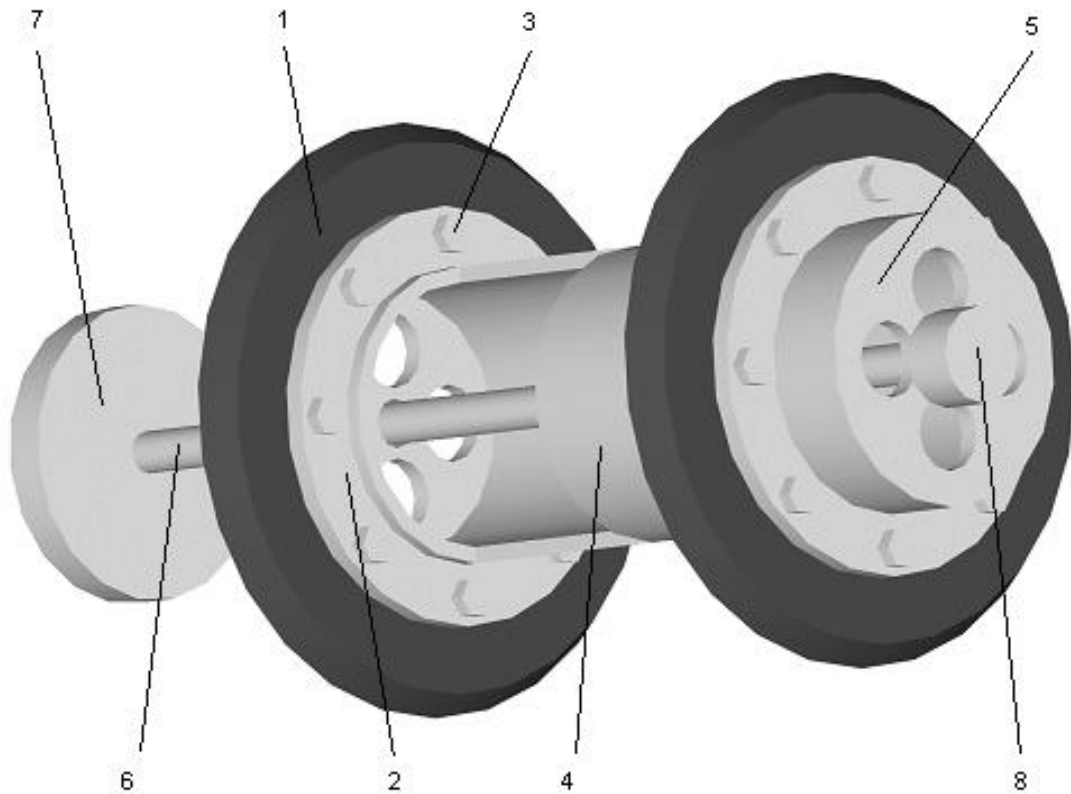
також записують покази манометрів 7, 8 та лічильника 6. Для повернення поршня в початкове положення повітря в трубопровід подається в протилежному напрямку відповідним переключенням голкового вентиля 9 і вентиля 10. Поршень видаляється з трубопроводу через заглушку 5. Таким чином дослід повторюють, змінюючи голковим вентилям 9 тиск і витрату повітря на початку трубопроводу з метою дослідження впливу цих чинників на динаміку руху поршня для різної довжини, форми, діаметра ущільнюючих елементів поршня. Весь процес руху поршня в трубопроводі спостерігається візуально.

Для дослідження режиму роботи трубопроводу під час часткового перекриття його порожнини пристроєм для локалізації місця течі в трубопроводі виготовлена модель пристрою для локалізації місця течі в трубопроводі (рисунок 2), яка складається з оснащеного ущільнюючими манжетами 1, які кріпляться шайбами 2 і шпильками 3, циліндричного корпусу 4 з рухомо установленим на кільцях 5 в середині нього штоком 6, на одному із кінців якого закріплена заглушка 7 для перекриття порожнини корпусу 4, а на другому – упора 8 та передбачено скляний трійник 13 (рис. 1), який установлюється між скляними трубами 1 і кріпиться фланцями 3. В стінці трійника 13 просвердлено отвір 14, який імітує аварійну течі в трубопроводі. До відгалуження трійника 13 за допомогою фланця 15 кріпиться патрубок 16, заглушка 17 з отвором, в який вставляється стопор 18, що призначений для зупинки моделі пристрою 19 для локалізації місця течі. Стопор 18 фіксується у відгалуженні скляного трійника

13 кільцем 20 з отворами 21 та резиновою прокладкою 22 і ущільнюється сальником 23. До бічної поверхні патрубка 16 приєднано вентиль 24 та лічильник 25. Після взаємодії упори моделі пристрою 19 з стопором 18 і зупинки моделі пристрою 19 в місці отвору 14 та його локалізації записують покази манометрів 7, 8 і лічильника 6 та герметизують отвір 14. Дослід повторюють для різних місць зупинки моделі пристрою 19 по довжині трубопроводу (завдяки можливості зміни місця установки трійника 13) при різному тиску P і витраті повітря в трубопроводі Q та через аварійну течі q (з метою забезпечення можливості регулювання та вимірювання даного чинника під час проведення дослідження динаміки руху моделі пристрою 20 по трубопроводі отвір 14 герметизують, а регулювання та вимірювання даного чинника проводять за допомогою вентиля 24, до якого приєднують лічильник 25). Перепад тиску на моделі пристрою 19 вимірюється диференціальним манометром 26.

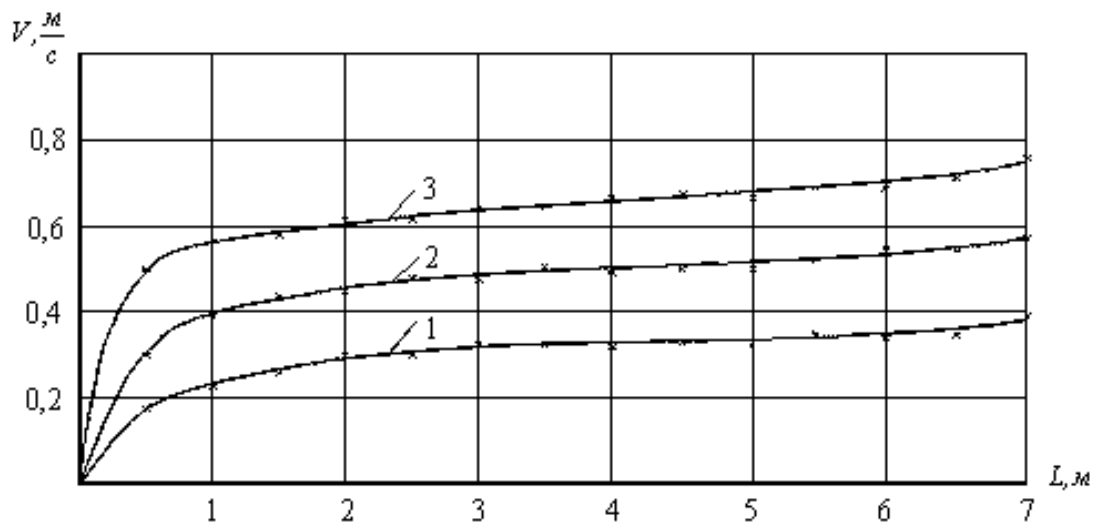
Як засвідчили результати виконаних експериментальних досліджень (рис. 3), швидкість моделі пристрою для локалізації місця течі V при сталому початковому тиску P_n по довжині трубопроводу L постійно зростає, особливо перед місцем течі, що пояснюється падінням тиску по довжині трубопроводу.

Для оцінки впливу зміни витрати продукту на початку трубопроводу на швидкість руху моделі пристрою для локалізації місця течі проведено стендові експериментальні дослідження залежності швидкості руху моделі пристрою V по трубопроводу (швидкість вимірювалась на відстані 6 м від вузла запуску) від ви-



1 – ущільнююча манжета; 2 – шайба; 3 – штилька; 4 – циліндричний корпус; 5 – кільце; 6 – шток; 7 – заглушка; 8 – упора

Рисунок 2 — Модель пристрою для локалізації місця течі в трубопроводі



1 – $P_n = 0,8$ ат; 2 – $P_n = 1,0$ ат; 3 – $P_n = 1,2$ ат

Рисунок 3 — Зміна швидкості руху моделі пристрою для локалізації місця течі по довжині трубопроводу

трати повітря на початку трубопроводу Q при сталих значеннях витрати повітря через аварійну тіч q (рис. 4), що дасть змогу визначити характер регулювання режиму роботи газопроводу для стабілізації швидкості руху поршня.

Експериментальний стенд дав змогу експериментально перевірити теоретичні моделі ди-

наміки руху поршня в трубопроводі, моделі регулювання руху поршня, процесу проходження поршнем ділянок трубопроводу з різним кутом повороту, визначити параметри процесу часткового перекриття трубопроводу пристроєм для локалізації місця течі в трубопроводі.

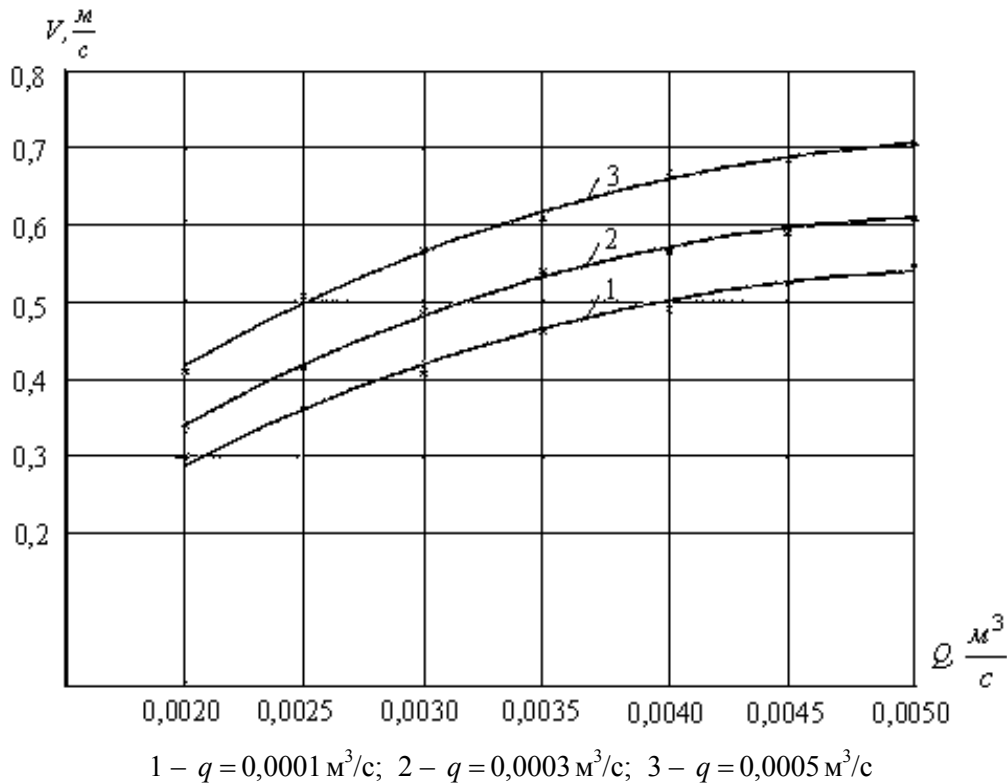


Рисунок 4 — Залежність швидкості руху моделі пристрою для локалізації місця течії від витрати повітря в трубопроводі

Література

1 Грудз В.Я., Бакаєв В.В., Грудз Я.В., Розен Г. Регулювання руху інтелектуального поршня зміною технологічної схеми лінійної ділянки // Нафтова і газова промисловість. – 2001. – № 1. – С.44-45.

2 Грудз В.Я., Бакаєв В.В., Грудз Я.В., Розен Г. Математичне моделювання процесу руху інтелектуального поршня по газопроводу // Нафтова і газова промисловість. – 2000. – № 4. – С.46-47.

3 Грудз В.Я., Капцов І.І., Дорошенко Я.В. Пристрій для локалізації місця течії в трубопроводі // Пат. України № 65280 оп. 15.03.2004.

Міжнародна наукова конференція

МАТЕМАТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ 2006

м. Дніпродзержинськ
(17-20 квітня 2006 р.)

Оргкомітет конференції

Дніпродзержинськ, вул. Дніпробудівська, 2
Дніпродзержинський державний технічний
університет, кафедра вищої математики

Тел: (0569) 55 15 52

E-mail: caf-vmi@ukr.net

СТЕБЛЯНКО Павло Олексійович

Напрямки роботи конференції:

- *Механіка деформованого твердого тіла, механіка рідини, газу та плазми*
- *Методи прикладної математики та обчислювальної механіки*
- *Системні технології будівельної механіки та металургійної термо-механіки*
- *Інформаційні технології і системи в металургії та машинобудуванні*
- *Теорія і методика навчання математики, інформатики та механіки*