

РОЗРОБЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ІЗ ОБЛАДНАННЯ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ ВУЗЛАМИ ЗАПУСКАННЯ ТА ПРИЙМАННЯ ОЧИСНИХ ПОРШНІВ

С. М. Стецюк

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15; тел. (057) 7304585;
e-mail: sstetsuk@gmail.com

Описано переваги та недоліки методів очищення внутрішньої порожнини трубопроводів від різноманітних забруднень. За критеріями «простота використання», «ефективність», «вартість» і «екологічний вплив» перевагу віддано методу очищення поришками. Також перевагою поришки є можливість не тільки очищувати внутрішню порожнину трубопроводів, а й діагностувати трубопроводи, локалізувати витіки і дефектні довгомірні ділянки, виконувати локальний ремонт. Обґрунтовано доцільність обладнання промислових, міжпромислових газопроводів, газових і теплових мереж вузлами запускання та приймання поришки. Однак, такі трубопровідні системи характеризуються великою кількістю ускладнень, зокрема: різноманітність технологічних схем, містять велику кількість нерівнопрохідної арматури, перехідників із більшого на менший діаметр труб і навпаки, різноманітних трійників (зварні, штамповані тощо) та відводів малого радіусу вигину. Тому для таких систем розроблено різні конструктивні рішення щодо запускання і приймання очисних поришки, а саме: вузли запускання, приймання, вузли під'єднання мобільних камер запускання, приймання очисних поришки. Зазначено, у якому з випадків доцільно віддавати перевагу тому чи іншому конструктивному рішення. Для забезпечення можливості очищення трубопроводу декількома поришками із незначним інтервалом часу між запусканням кожного розроблено з'єднувач для запускання очисних поришки. Так, з'єднувач, насамперед, рекомендований у разі ускладненого і довготривалого демонтажу, монтажу котушки, перекивної арматури, інших трубопровідних елементів в місцях планованих запускань очисних поришки. Заропоновано критерії, за якими доцільно підбирати трубопроводи систем збору газових родовищ, газових і теплових мереж для виконання реконструкції і влаштування вузлів запускання, приймання очисних поришки, вузлів під'єднання мобільних камер запускання, приймання поришки.

Ключові слова: промисловий газопровід; газова мережа; реконструкція; мобільна камера; з'єднувач; забруднення.

The advantages and disadvantages of methods of cleaning the internal cavity of pipelines from various contaminants are described. According to the criteria of «ease of use», «efficiency», «cost» and «environmental impact», preference was given to the pig cleaning method. Also, the advantage of pigs is the ability not only to clean the internal cavity of pipelines, but also to diagnose pipelines, localize leaks and defective long areas, perform local repairs. The expediency of equipping gathering gas pipelines, gas and heat networks with pig launcher and receiver is substantiated. However, such pipeline systems are characterized by a large number of complications, in particular: a variety of technological schemes, contain a large number of uneven fittings, adapters from a larger to a smaller diameter of pipes and vice versa, various tees (welded, stamped, etc.) and elbow. Therefore, for such systems, various constructive solutions have been developed for pig launcher and receiver, namely, launcher and receiver nodes, connecting nodes for mobile pig launcher and receiver. It is indicated in which case it is advisable to give preference to one or another constructive solution. To ensure the possibility of cleaning the pipeline with several pigs with a small time interval between the start of each one, a connector for launching the cleaning pigs has been developed. The connector is primarily recommended in case of complicated and long-term disassembly, installation of the pipe, valve and other pipeline elements in the places where the cleaning pigs are planned to start. The criteria for selecting pipelines of gas field collection systems, gas and heat networks for the reconstruction and arrangement of pig launcher and receiver, connection nodes of mobile pig launcher and receiver have been proposed.

Key words: gathering gas pipelines; gas network; reconstruction; temporary camera; connector; contamination.

Вступ

Однією з проблем трубопровідного транспорту є накопичення у місцях пониження траси, відкладення на стінках труб та рух у потоці різноманітних забруднень. Такі негативні явища призводять до підвищення гідравлічного опору трубопроводу і зменшення обсягів вилу-

чення вуглеводнів із пластів родовищ, зростання енерговитрат на транспортування, збільшення швидкості внутрішньотрубною корозії і, як наслідок, збільшення вмісту металів у внутрішній порожнині трубопроводів, які є твердими забрудненнями [1].

Причинами наявності забруднень у внутрішній порожнині газопроводів є накопичення рідини (газового конденсату та пластової води), неефективне сепараційне обладнання, зміна складових газоконденсатної системи під час розробки газоконденсатного родовища на ви-снаження, температурний режим, який сприяє конденсуванню рідини, відсутність швидкісного режиму руху потоку. Наявність вздовж газопроводу місцевих опорів спричинює зміну температурного режиму, що призводить до випадіння важких фракцій із двофазового потоку. Роль таких місцевих опорів можуть також виконувати самі рідинні накопичення у місцях понижених ділянок газопроводу. Рідинні накопичення, велика кількість місцевих опорів, профіль траси та вплив температури довкілля є основними причинами зниження температури газу, що в подальшому призводить до гідратотворення [2].

На сьогодні для очищення внутрішньої порожнини газопроводів застосовують багато різних методів, зокрема, продування високошвидкісними потоками газу, закачування поверхнево-активних речовин, застосування пристроїв для відведення рідини (конденсатозбірники, камери розширення), а також різноманітні очисні поршні, наприклад, механічні, гумові, пінополіуретанові, гелеві тощо [3].

Щоб вибрати найкращий метод очищення внутрішньої порожнини трубопроводів, необхідно враховувати різні критерії, наприклад, простота використання, ефективність, вартість та екологічний вплив. Перевагу слід віддавати методам, які дають змогу мінімізувати втрати транспортованого продукту, мають найменшу вартість і мінімальний вплив на довкілля, є прості та безпечні у застосуванні [4].

Продуванням шлейфів свердловин на завершальних стадіях розробки газових родовищ не завжди вдається забезпечити винесення рідини, що обумовлено низьким рівнем пластового тиску. Може відбуватись руйнування привибійної зони свердловини внаслідок високих депресій на пласт. Також продування газопроводів супроводжується значними втратами газу, забрудненням довкілля парниковими газами.

Розчини поверхнево-активних речовин не завжди дають змогу видалити більшу частину рідинних забруднень, оскільки ефективність очищення залежить від концентрації піноутворювачів, кратності і стійкості піни та інших чинників. Такі речовини неефективні у разі наявності твердих забруднень у внутрішній порожнині газопроводів. Також можливе надходження піни разом із газорідинним потоком до

сепараційного обладнання установок комплексної підготовки газу.

Пристрої для відведення рідини (конденсатозбірники, камери розширення) встановлюються на газопроводах у місцях ймовірного накопичення рідинних забруднень, зокрема, в місцях понижених ділянок трубопроводів. Недоліками таких пристроїв є потреба в їх періодичному обслуговуванні для видалення рідини, складність монтажу, висока вартість [5].

Поршні застосовують для очищення внутрішньої порожнини трубопроводів від рідинних і твердих забруднень, очищення внутрішньої стінки трубопроводів, розділення продуктів і внутрішньотрубного обстеження. Також на сьогодні поршні все частіше застосовують для інгібування внутрішньотрубно́ї корозії, локалізуваннн витоків, герметизації дефектних ділянок трубопроводів для їх заміни та виконання локальних внутрішньотрубних ремонтів. Для внутрішньотрубного обстеження трубопроводів поршні обладнують різноманітними давачами, які можуть діагностувати внутрішню стінку трубопроводу поки поршень рухається трубопроводом. За допомогою поршнів можна очищувати, діагностувати газопроводи з мінімальними втратами і викидами у довкілля газу під час очищення, вартість очисних поршнів є незначною.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень та публікацій

Вузли запускання і приймання поршнів є абсолютно незамінним устаткуванням для очищення, діагностування, внутрішньотрубного локалізуваннн дефектів стінки труби та внутрішньотрубного ремонту трубопроводів у нафтогазовій промисловості. Вони застосовуються:

- перед прийманням трубопроводу в експлуатацію, для його очищення від будівельного сміття;
- під час регулярного обслуговування трубопроводів для підвищення їх гідравлічної ефективності видаленням з них парафінових відкладів, конденсату, мастила та інших забруднень;
- для калібрування трубопроводів перед внутрішньотрубним діагностуванням;
- для внутрішньотрубного діагностування трубопроводів;
- для визначення точного просторового положення трубопроводу смарт пристроями;
- для внутрішньотрубного локалізуваннн наскрізних дефектів стінки труби локалізуючими пристроями;
- для внутрішньотрубного ремонту трубопроводів тощо [6].

Правильний вибір конструкції вузлів запускання і приймання поршнів дає змогу продовжити термін експлуатації трубопроводу, підвищує безпеку, зменшує обсяг необхідних інвестицій, втрати транспортованого продукту та забруднення довкілля [7].

Конструктивні схеми, загальні характеристики стаціонарних вузлів запускання-приймання поршнів описано в [8]. Такі вузли складаються з камер запускання-приймання поршнів, вихідної (вхідної для камери приймання) лінії і лінії подавання газу в запоршневий простір (для камер запускання) або лінії відведення газу (для камер приймання). Також в [8, 9] наведено оригінальні альтернативні конструкції вузлів запускання-приймання поршнів, які дають змогу запускати одночасно декілька поршнів різного типу (кульові, дискові тощо), що мінімізує викиди газу в довкілля під час виконання таких операцій. Запропоновано шляхи модернізації конструкції звичайної камери запускання поршнів таким чином, щоб була змога запускати декілька поршнів.

Ще одним варіантом мінімізації викидів газу в довкілля під час запускання та приймання очисних поршнів (більше ніж на 80 % порівняно з традиційною технологією запускання) є застосування сферичних кранів спеціальної конструкції. Якщо перекрити такий сферичний кран, стає можливим запасувати поршень у перекривний елемент (внутрішню порожнину сфери). Тоді після відкриття крана поршень із перекривного елемента вийде в трубопровід. Також перевагами таких кранів є компактність, безпечність і простота виконання операцій із запускання, приймання поршнів, невеликі інвестиції в переобладнання трубопровідних систем [10].

Із метою проведення періодичної процедури очищення газопроводи обладнують стаціонарними камерами запускання та приймання очисних поршнів. Однак ділянки трубопроводів із нерівнопрохідною арматурою, промислові газопроводи, ділянки, де наявні технологічні перемички, відводи на великі промислові вузли, селища та підключення від родовищ, ділянки газопроводів, до яких підключено декілька родовищ із різними характеристиками та режимами роботи не містять таких камер. Щоб очищувати такі ділянки поршнями, доцільно застосовувати мобільні камери запускання та приймання очисних поршнів. Перевагами мобільних камер також є компактність, можливість надійного та швидкого монтажу, економія коштів на виготовлення та експлуатацію камер, оскільки можливо виконувати очищення декількох газо-

проводів одним комплектом мобільних камер [11].

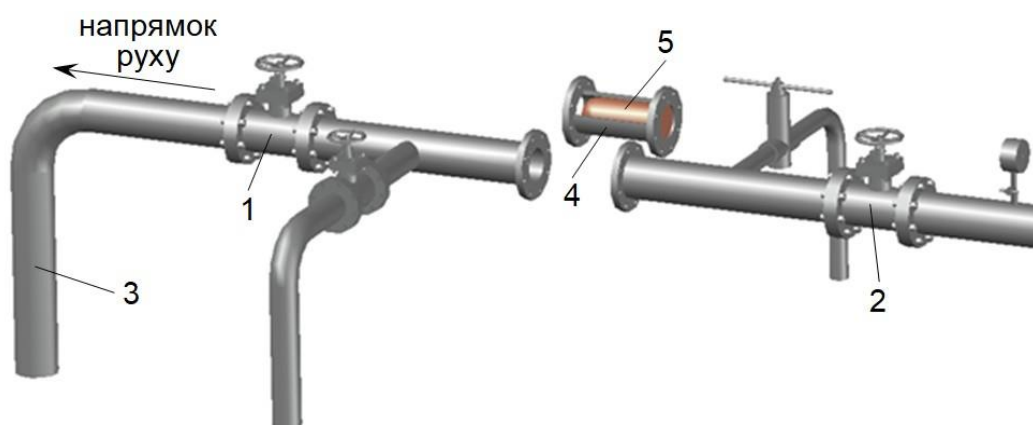
Прикладом таких мобільних камер запускання та приймання очисних поршнів є камери, які встановлюються за допомогою стикувальних вузлів бугельними затворами [12].

Камери запускання та приймання поршнів періодично працюють під робочим тиском. До того ж вони обладнані затворами для завантаження або вивантаження поршнів. Все це спричинює ризики під час виконання робіт із запускання, приймання поршнів. Особливо небезпечним є розгерметизування камер для завантаження або вивантаження поршнів. У такому випадку камери повинні бути ізольовані від газопроводу шляхом перекривання. Але існує імовірність помилки (70 % зареєстрованих інцидентів у нафтовій і газовій промисловості пов'язані з помилками працівників) і тому протягом багатьох років під час цієї небезпечної технічної операції в усьому світі сталося багато аварій. Для запобігання відкриванню затвору під тиском розроблено систему блокування, яка не дозволяє оператору відкрити затвор, коли це заборонено [13].

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми, якій присвячується дана стаття

Магістральні нафтогазопроводи спроектовані і побудовані таким чином, щоб мати можливість безперешкодно застосовувати різноманітні очисні та діагностичні поршні. Вони містять стаціонарні вузли запускання і приймання поршнів, відводи лінійної частини мають радіус вигину не менше 5 DN (DN – умовний діаметр трубопроводу), що дає змогу легкого їх проходити поршнями, немає перетікань потоку із магістралі у відгалуження трійників чи навіпки під час руху поршня. Натомість промислові, міжпромислові газопроводи, газові і теплові мережі не містять вузлів запускання і приймання поршнів, мають різноманітні фасонні елементи (перехідники з більшого на менший діаметр і навіпки, відводи малого радіусу вигину, трійники). Все це суттєво ускладнює застосування поршнів.

На сьогодні розробляються очисні поршні з різних матеріалів, різних за складністю конструкцій, різної форми, які можуть проходити фасонні елементи трубопроводів (відводи малого радіусу вигину, трійники та перехідники) [14]. Тенденції до все більшого застосування таких поршнів для очищення внутрішньої порожнини промислових газопроводів, трубопро-



1, 2 – кран; 3 – трубопровід; 4 – котушка; 5 – поршень

Рисунок 1 – Схема запускання поршня в трубопровід демонтажем і монтажем котушки

водів газових і теплових мереж весь час посилюються.

Однак раніше спроектовані промислові, міжпромислові газопроводи, газові і теплові мережі побудовані без передбачення їх очищення поршнями і вони не містять вузлів запускання і приймання поршнів. Більше того, оскільки трубопровідні системи збирання газу газових родовищ та газові мережі міст з часом розвивалися, розширювалися, багато таких трубопровідних систем є надзвичайно розгалуженими, складними і унікальними.

Мета та завдання досліджень

Мета роботи – розроблення ефективних і простих у реалізації конструктивних рішень із обладнання трубопровідних систем вузлами запускання та приймання очисних поршнів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- розроблення конструкцій вузлів запускання очисних поршнів у трубопроводі;
- розроблення конструкцій вузлів приймання очисних поршнів;
- розроблення вузлів під'єднання мобільних камер запускання, приймання очисних поршнів.

Виклад основного матеріалу

Різноманітність технологічних схем трубопровідних систем збирання газу газових родовищ, газових і теплових мереж, велика кількість нерівнопрохідної арматури, встановленої в різних місцях, штуцерів регулювальних, в яких прохідний переріз значно менший, ніж внутрішній діаметр трубопроводу, перехідників із більшого на менший діаметр труб і навпаки, різноманітних трійників (штампованих, зварних), відводів малого радіусу вигину робить кожний трубопровід унікальним, з точки зору

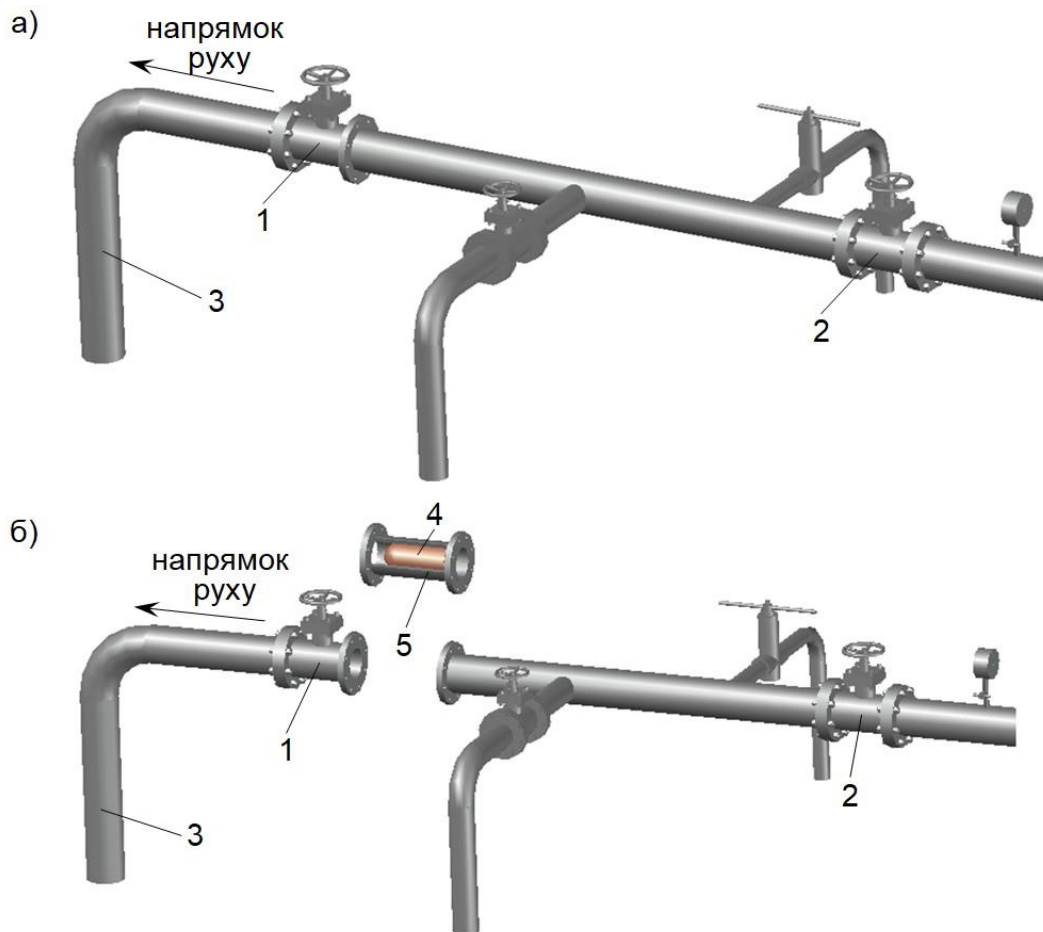
очищення поршнями. Все це вимагає індивідуального підходу до кожного трубопроводу щодо влаштування вузлів запускання та приймання очисних поршнів. Тому для очищення таких трубопровідних систем розроблено різні варіанти, різні конструктивні рішення щодо запускання, приймання очисних поршнів:

- демонтаж і монтаж котушки, перекривної арматури, інших трубопровідних елементів для запасування, приймання очисних поршнів;
- влаштування вузлів запускання очисних поршнів;
- влаштування вузлів приймання очисних поршнів;
- влаштування вузлів під'єднання мобільних камер запускання та приймання поршнів.

Демонтаж і монтаж котушки 4 (рис. 1), перекривної арматури, інших трубопровідних елементів доцільний тоді, коли є можливість перекрити трубопровід із двох сторін елемента, який буде демонтовано, а проміжки часу між очищеннями трубопроводу очисними поршнями є довготривалими. Також перекривна арматура 1, через яку буде рухатись поршень 5, повинна бути рівнопрохідною.

Після демонтажу котушки 4 поршень 5 можна запасувати в її внутрішню порожнину або внутрішню порожнину прилеглих до неї ділянок трубопроводу. Тоді котушку 4 змонтувати в початкове положення, відкрити крани 2 та 1 і таким чином запустити поршень.

За відсутності між перекривною арматурою 1, 2 (рис. 2, а) трубопровідного елемента, який можливо демонтувати, доцільно влаштувати котушку 4 (рис. 2, б) для запасування в трубопровід поршнів 5. Рекомендованим місцем, де доцільно розмістити таку котушку 4, є ділянка перед краном 1 (за напрямом руху потоку), через який поршень буде виходити в трубопровід 3 (рис. 2, б). Для цього частину



1, 2 – кран; 3 – трубопровід; 4 – котушка; 5 – поршень

Рисунок 2 – Схема влаштування котушки для запускання поршнів у трубопровід

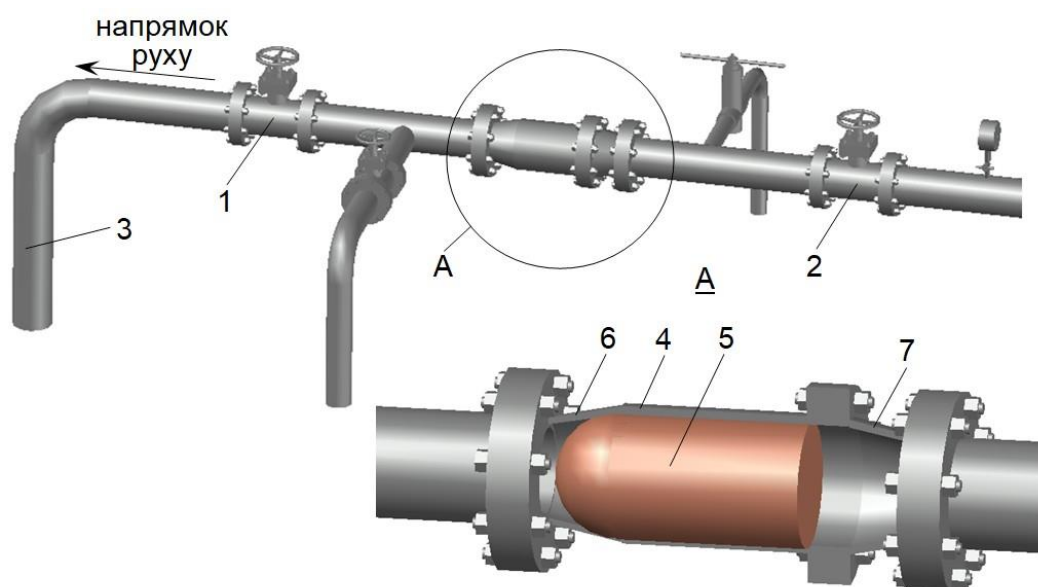
труби перед краном 1 треба видалити і замінити на котушку 4 з фланцями.

Для запасування поршнів 5, діаметр яких більший за внутрішній діаметр трубопроводу 3, рекомендовано, щоб діаметр котушки 4 був на один порядок більший за діаметр трубопроводу (рис. 3). Із двох сторін котушки 4 повинні бути перехідники 6, 7. Довжина котушки 4 не повинна бути меншою максимально можливої довжини поршня 5. У такому випадку звичайну котушку з фланцями або частину труби треба видалити і замінити на котушку більшого діаметра 4 із перехідниками 6, 7 і фланцями. Для запасування поршня 5 котушку з перехідниками і фланцями після закривання кранів 1 і 2 треба демонтувати, тоді від'єднати перехідник 7 і запасувати в котушку 4 поршень 5.

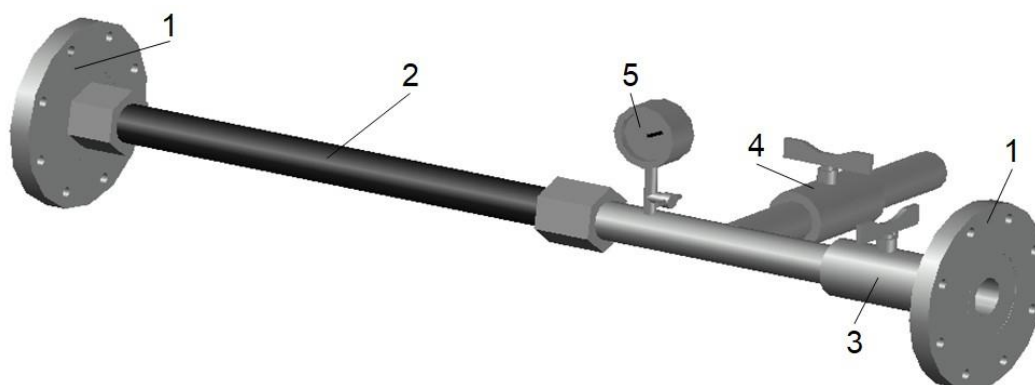
Якщо рекомендовано очищення трубопроводу виконувати до тих пір, поки поршень вийде незруйнованим, а перед ним не буде забруднень, то треба застосовувати декілька поршнів. У разі очищення трубопроводу декількома поршнями із незначним інтервалом часу між запусканням кожного, щоб полегшити виконання операцій із підготовки до запасування поршня

у внутрішню порожнину трубопроводу, розроблено з'єднувач для запускання очисних поршнів. Особливо такий з'єднувач рекомендований у разі ускладненого і довготривалого демонтажу/монтажу котушки, перекривної арматури, інших трубопровідних елементів, щоб запасувати поршень у внутрішню порожнину трубопроводу. З'єднувач для запускання поршнів (рис. 4) складається з фланців 1, гнучкого рукава 2, кранів 3, 4. Доцільно, щоб у комплекті з'єднувача було декілька рукавів різної довжини. Кран 3 з'єднувача призначений для регулювання подачі газу у запоршневий простір і, відповідно, швидкості руху поршня, а кран 4 для стравлювання газу – перед демонтажем з'єднувача. За показами манометра 5 визначають момент початку руху поршня. Також даним з'єднувачем можна з'єднувати мобільну камеру запускання поршнів із патрубком подавання газу в запоршневий простір (рис. 8).

Після перекидання кранів 1 та 2 (рис. 5), демонтажу котушки, перекривної арматури, інших трубопровідних елементів поршень 5 треба запасувати в прилеглу до демонтованого елемента ділянку трубопроводу. Тоді на місце



1, 2 – кран; 3 – трубопровід; 4 – котушка; 5 – поршень; 6, 7 – перехідник
Рисунок 3 – Схема запускання поршня в трубопровід за допомогою котушки більшого діаметра з перехідниками



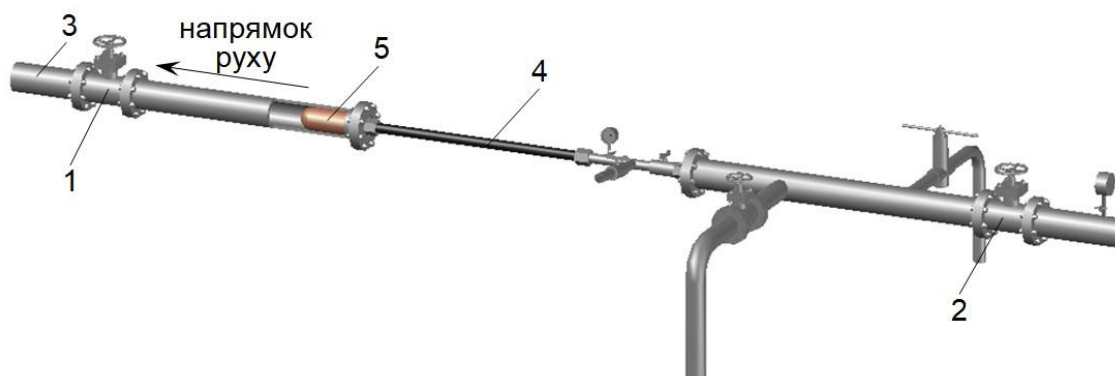
1 – фланець; 2 – гнучкий рукав; 3, 4 – кран; 5 – манометр
Рисунок 4 – Схема з'єднувача для запускання поршнів

демонтованого елемента змонтувати з'єднувач для запускання поршнів 4, відкрити крани 1 та 2 (рис. 5) і кран 3 з'єднувача (рис. 4) та запустити поршень. Після того, як поршень пройде увесь шлейф і буде видалений з нього, крани 1 та 2 (рис. 5) перекрити, випорожнити перекриту ділянку через кран 4 з'єднувача (рис. 4) і демонтувати з'єднувач 4 (рис. 5). Тоді за аналогічною послідовністю виконати запускання наступного поршня.

Реконструкція систем збору газових родовищ, газових і теплових мереж влаштуванням вузлів запасування поршнів, вузлів приймання поршнів, вузлів під'єднання мобільних камер запускання, приймання поршнів доцільна, коли необхідно часто виконувати очищення внутрішньої порожнини трубопроводів. Оскільки, усі трубопроводи немає змоги реконструювати і в

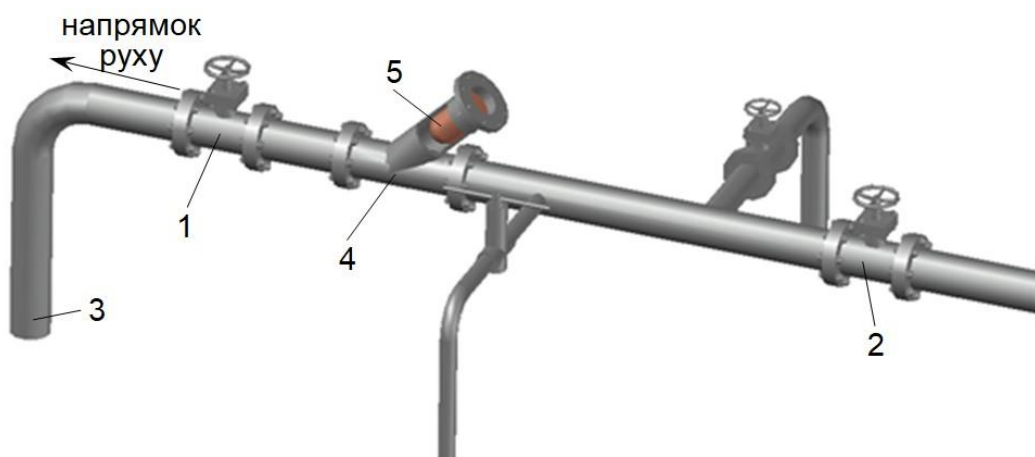
цьому немає потреби, то їх для реконструкції треба підбирати за такими критеріями:

- поршень неможливо запасувати в трубопровід жодним іншим чином;
- це повинні бути трубопроводи, де поршни можуть проходити від камери запускання до камери приймання;
- підвищення гідравлічної ефективності трубопроводу після очищення поршнями повинно призводити до збільшення для прикладу дебіту свердловин, забезпечувати стабільну їх роботу;
- підібрані трубопроводи повинні експлуатуватись ще довготривалий час, принаймні в середньостроковій перспективі;
- це повинні бути трубопроводи, які після очищення поршнем за декілька днів не будуть знову містити значний обсяг рідинних забруднень.



1, 2 – кран; 3 – трубопровід; 4 – з'єднувач для запускання поршнів; 5 – поршень

Рисунок 5 – Схема запускання поршня за допомогою з'єднувача



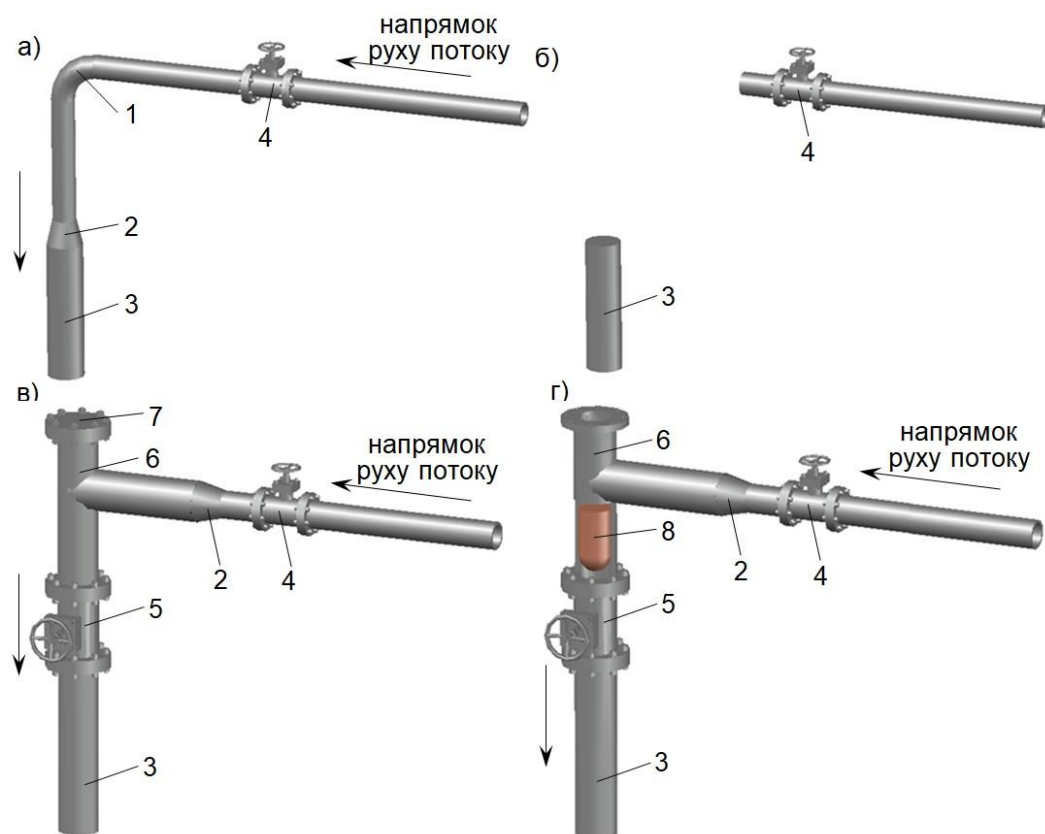
1, 2 – кран; 3 – трубопровід; 4 – Y-подібний трійник; 5 – поршень

Рисунок 6 – Схема запускання поршня за допомогою Y-подібного трійника

Якщо є можливість перекрити непротяжну ділянку трубопроводу із двох сторін (рис. 6), поршень достатньо гнучкий, а кран 1, через який буде рухатись поршень 5, рівнопрохідний, то вузол запасування поршнів можна влаштувати шляхом вирізання котушки і монтажу рівнопрохідного трійника 4. Для плавного переходу поршня із відгалуження у магістраль трійника під час його запасування доцільно, щоб трійник був Y-подібним із нахилом відгалуження до магістралі трійника 45°. Відгалуження трійника 4 до і після запасування поршня 5 повинно бути ізольовано заглушкою. Щоб запустити поршень, треба перекрити крани 1 та 2, демонтувати заглушку відгалуження трійника 4 і запасувати поршень 5 через відгалуження трійника у його магістраль. Тоді загнути відгалуження трійника і запустити поршень відкриттям кранів 1 та 2.

Якщо неможливо перекрити непротяжну ділянку трубопроводу і змонтувати трійник для запасування поршнів, запустити поршень через те, що перекривна арматура нерівно прохідна, тоді вузол запускання поршнів можна змонтувати в місці відводу 1, де надземна схема про-

кладання трубопроводу переходить у підземну (рис. 7, а). Це, для прикладу, може бути вихід шлейфа свердловини з площини фонтанної арматури, вхід шлейфа на УКПГ (установку комплексної підготовки газу). Для влаштування вузла запускання поршнів необхідно вирізати відвід 1 (рис. 7, а) і прилегли до нього ділянки трубопроводу (рис. 7, б). Якщо в місці виходу трубопроводу з ґрунту є перехідник із меншого на більший діаметр трубопроводу 2 (рис. 7, а) або навпаки, то доцільно вирізати і його, що дасть змогу запобігти багатьом ускладненням, які виникають під час проходження поршнів такими перехідниками [14]. У місці вирізаної частини трубопроводу треба змонтувати вузол запускання поршнів, який складається з рівнопрохідного крана 5 (рис. 7, в), трійника 6, магістраль якого з одного боку заглушена заглушкою 7. Щоб запустити поршень 8 у трубопровід треба перекрити крани 4 та 5, зняти заглушку 7 (рис. 7, в) і запасувати поршень 8 в трійник 6 (рис. 7, г) таким чином, щоб його задня частина була за відгалуженням трійника і можна було подати газ у запоршневий простір.



а) – трубопровід у місці входу в ґрунт; б) – трубопровід без демонтованої частини;
 в) – змонтований вузол запускання поршнів; г) – запускання поршня;
 1 – відвід; 2 – перехідник із меншого на більший діаметр труб; 3 – трубопровід;
 4, 5 – кран; 6 – трійник; 7 – заглушка; 8 – поршень

Рисунок 7 – Схема влаштування вузла запускання поршнів у місці переходу надземної до підземної схеми прокладання трубопроводу

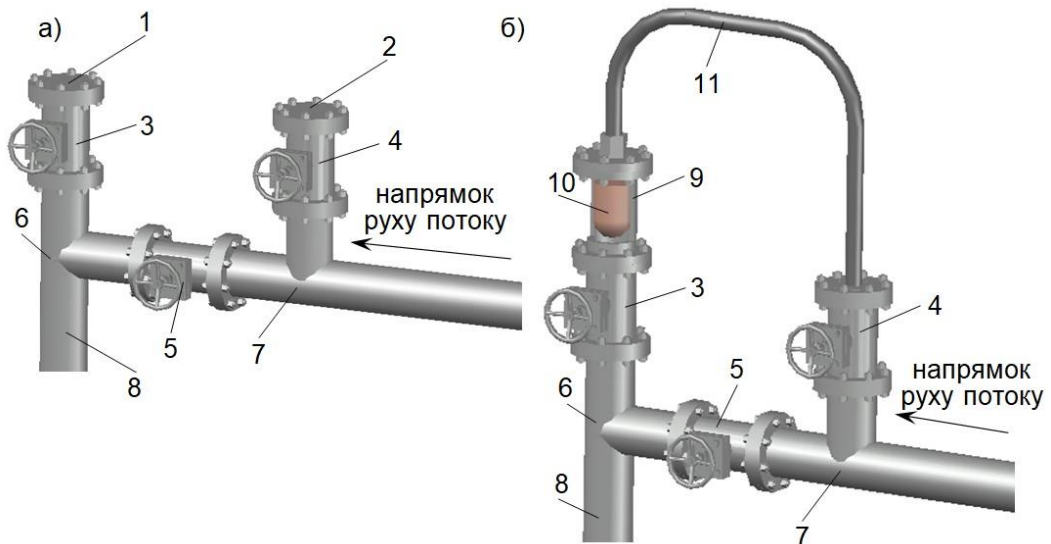
Також у місці відводу 1, де надземна схема прокладання трубопроводу переходить у підземну (рис. 7, а), можна змонтувати вузол під'єднання мобільних камер запускання поршнів, який складається з рівнопрохідного крана 3 ізольованого заглушкою 1 (рис. 8, а) та крана 4, ізольованого заглушкою 2, трійників 6, 7. Щоб запуснути поршень у трубопровід, треба перекрити крани 3 та 4, зняти заглушки 1, 2 (рис. 8, а) і до крана 3 під'єднати мобільну камеру запускання поршнів 9 (рис. 8, б), в яку запасувати поршень 10. Тоді мобільну камеру запускання поршнів 9 з'єднати з краном 4 з'єднувачем 11, відкрити крани 3 та 4 і перекрити кран 5.

Якщо поршні не саморуйнівні (пінополіуретанові, уретанові, силіконові тощо), то після проходження трубопроводу і його очищення їх треба прийняти і видалити з трубопроводу. Для того, щоб прийняти поршень без випускання газу і рідинних забруднень у довкілля, необхідно реконструювати трубопровідні системи і влаштувати вузли приймання поршнів або вузли під'єднання мобільних камер приймання

поршнів чи стаціонарні камери приймання поршнів.

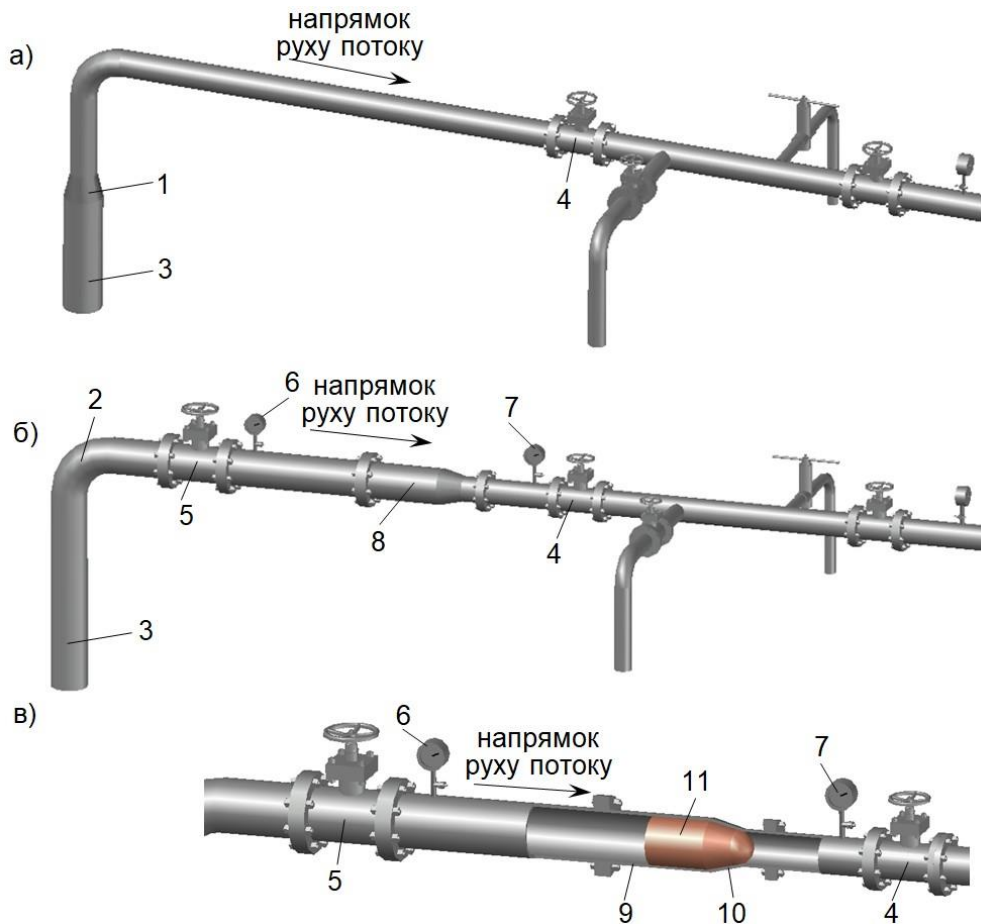
Якщо трубопровід у місці виходу з ґрунту містить перехідник 1 із більшого на менший діаметр труб (рис. 9, а), то для влаштування вузла приймання поршнів доцільно видалити усю ділянку трубопроводу від перехідника 1 до крана 4. На її місце змонтувати ділянку трубопроводу, яка містить камеру приймання поршнів 8 (рис. 9, б), відвід 2, рівнопрохідний кран 5 та манометри 6, 7. Камера приймання поршнів 8 складається з перехідника 10 та котушки 9 (рис. 9, в).

Під час експериментальних досліджень динаміки руху поршнів із гіперпружних матеріалів перехідниками із більшого на менший діаметр трубопроводу було встановлено, що у таких перехідниках усі поршні тимчасово зупиняються. Причиною такої зупинки є суттєве збільшення контактних сил у результаті стискання поршнів і, як наслідок, збільшення сил тертя [14]. Після зупинки поршня у перехіднику протягом певного часу відбувається збільшення тиску у запоршневому просторі і за певного його



а) – вузол під'єднання мобільної камери запускання поршнів; б) – запускання поршня;
 1, 2 – заглушка; 3, 4, 5 – кран; 6, 7 – трійники; 8 – трубопровід; 9 – мобільна камера запускання поршнів; 10 – поршень; 11 – з'єднувач

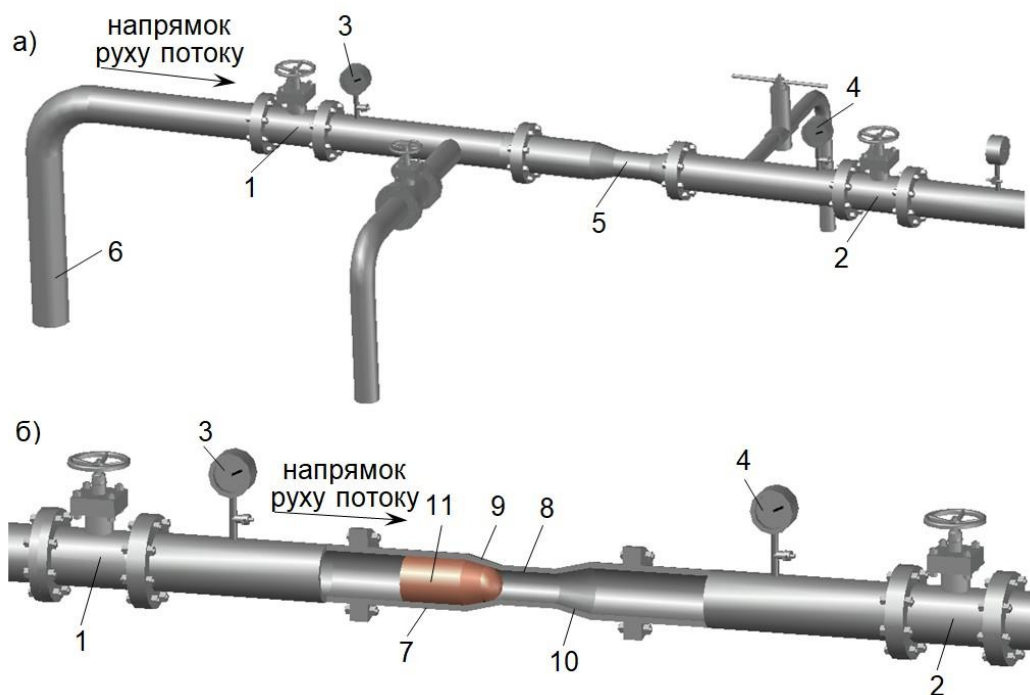
Рисунок 8 – Схема влаштування вузла запускання поршнів за допомогою мобільної камери



а) – надземна ділянка трубопроводу; б) – змонтований вузол приймання поршнів;
 в) – приймання поршня;

1, 10 – перехідник; 2 – відвід; 3 – трубопровід; 4, 5 – кран; 6, 7 – манометр;
 8 – камера приймання поршнів; 9 – котушка; 11 – поршень

Рисунок 9 – Схема влаштування вузла приймання поршнів на ділянці трубопроводу, яка містить перехідник із більшого на менший діаметр труб



*а) – змонтований вузол приймання поршнів; б) – приймання поршня;
1, 2 – кран; 3, 4 – манометр; 5 – камера приймання поршнів; 6 – трубопровід;
7, 8 – котушка; 9, 10 – перехідник; 11 – поршень*

Рисунок 10 – Схема влаштування вузла приймання поршнів на шлейфі свердловини

значення поршні руйнуються (якщо мають недостатню міцність) або проходять перехідником. Також під час промислової апробації момент зупинки поршня у перехіднику було зафіксовано за припиненням шуму, зумовленого рухом поршня. Тому, коли поршень зайде в камеру приймання 8, яка містить перехідник 10 із більшого на менший діаметр (рис. 9, в) почнуть різко збільшуватись покази манометра 6 і зменшуватись покази манометра 7. Також цей момент буде відчутно на слух.

Щоб прийняти поршень у камері 8, треба в момент початку збільшення показів манометра 6 і зменшення показів манометра 7 перекрити крани 5 та 4 (рис. 9, в). Тоді демонтувати камеру приймання поршнів 8 і видалити поршень із її внутрішньої порожнини.

Якщо трубопровід у місці виходу з ґрунту не містить перехідника з більшого на менший діаметр труб, є змога перекрити непряму ділянку трубопроводу і вхідний кран 1 рівнопрохідний (рис. 10, а), то вузол приймання поршнів треба розміщувати між кранами 1 і 2. При цьому камера приймання поршнів 5 (рис. 10, а) повинна складатись із котушки 7 (рис. 10, б), довжина якої повинна бути не меншою максимально можливої довжини поршня, двох перехідників 9 та 10 і котушки меншого діаметра 8.

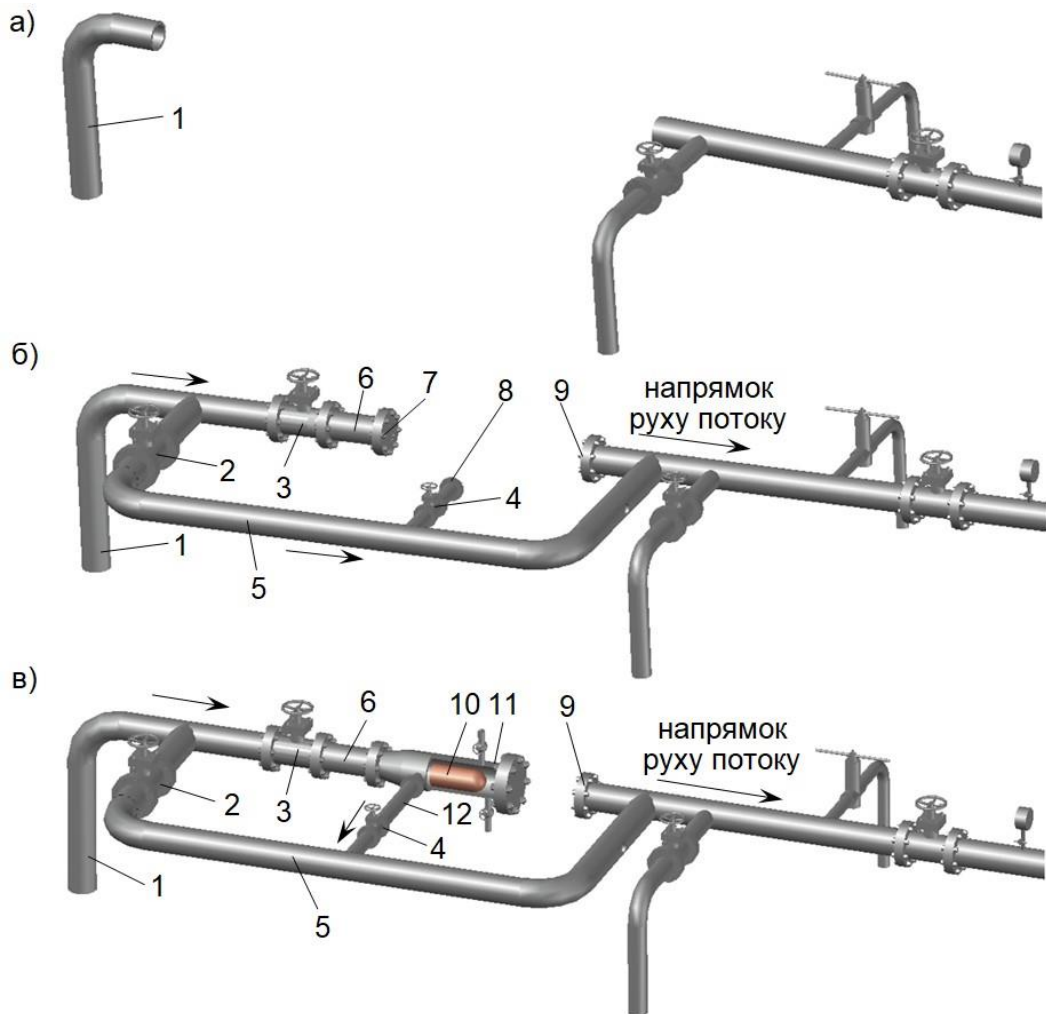
У цьому разі також коли поршень 7 (рис. 10, б) зайде в камеру приймання 5

(рис. 10, а), яка містить перехідник 9 із більшого на менший діаметр труб (рис. 10, б) почнуть різко збільшуватись покази манометра 3 і зменшуватись покази манометра 4. Також цей момент буде відчутно на слух. У цей момент треба перекрити крани 1 та 2 (рис. 10, б). Тоді демонтувати камеру приймання поршнів 5 (рис. 10, а) і видалити поршень із її внутрішньої порожнини.

Щоб влаштувати вузол під'єднання мобільної камери приймання поршнів, необхідно вирізати ділянку надземного трубопроводу (рис. 11, а). Якщо в місці виходу трубопроводу з ґрунту є перехідник із меншого на більший діаметр трубопроводу або навпаки, то доцільно вирізати і його, щоб не відбувалось ускладнень під час руху поршня перехідником. У місці вирізаної частини трубопроводу треба змонтувати вузол під'єднання мобільної камери приймання поршнів (рис. 11, б), який складається з байпасної лінії 5 з краном 2, рівнопрохідного вхідного крана 3, до якого приєднана ізольована заглушкою 7 котушка 6, крана 4 ізольований заглушкою 8.

Під час експлуатації трубопроводу звичайному режимі газовий потік рухається байпасною лінією 5 (рис. 11, б). При цьому кран 2 відкритий, а крани 3, 4 – закриті.

Щоб під'єднати мобільну камеру приймання поршнів, треба закрити крани 3, 4, демо-



а) – трубопровід без демонтованої частини; б) – змонтовані вузли під'єднання мобільної камери приймання поршнів; в) – приймання поршня;
 1 – трубопровід; 2, 3, 4 – кран; 5 – байпасна лінія; 6, 12 – котушка; 7, 8, 9 – заглушка;
 10 – поршень; 11 – мобільна камера приймання поршнів

Рисунок 11 – Схема влаштування вузла під'єднання мобільної камери приймання поршнів

нтувати заглушки 7, 8 (рис. 11, б). Тоді до котушки 6 приєднати мобільну камеру приймання поршнів 11 (рис. 11, в). Для відведення газу з мобільної камери приймання 11 треба її котушкою 12 приєднати до крана 4.

Для приймання поршня необхідно після приєднання мобільної камери приймання поршнів 11 (рис. 11, в) відкрити крани 3 та 4, закрити кран 2. Коли поршень 10 буде в мобільній камері приймання 11, відкрити кран 2 і перекрити крани 3 та 4.

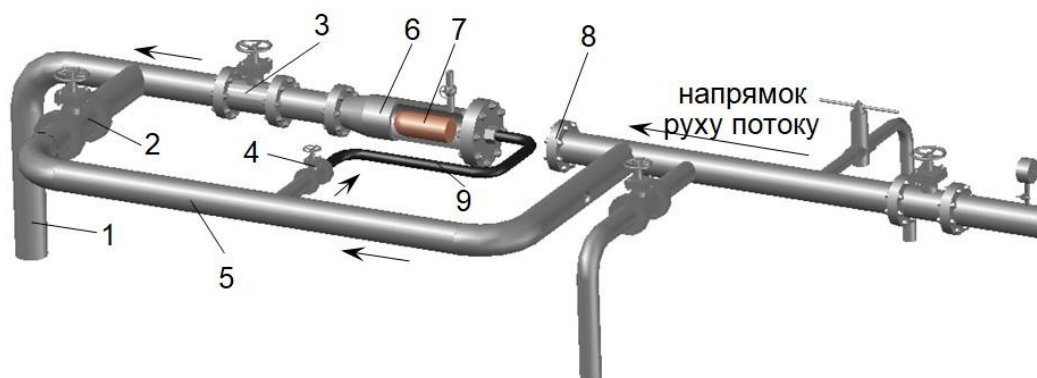
Також до вузла під'єднання мобільної камери приймання поршнів можна під'єднати мобільну камеру запускання поршнів 6 (рис. 12). У цьому випадку для запускання поршня 7 з'єднувачем 9 треба з'єднати кран 4 і кришку мобільної камери запускання. Тоді відкрити крани 3, 4 та перекрити кран 2 і, таким чином, запустити поршень 7.

Важливо перед запасуванням, видаленням поршнів вчасно перекрити розроблені вузли і випорожнити їх.

Висновки

Реконструкція систем збору газових родовищ, газових мереж влаштуванням вузлів запускання і приймання поршнів дасть змогу проводити очищення таких трубопровідних систем очисними поршнями із гіперпружних матеріалів (пінополіуретану, силіконового компаунда, поліуретану) без втрат транспортованого продукту, викидів метану в довкілля.

Перевагами запропонованих конструктивних рішень вузлів запускання, приймання очисних поршнів є простота їх реалізації, максимальне запобігання значним деформуванням поршнів (викривленням, стисканням) під час їх запускання та приймання, компактність, спро-



1 – трубопровід; 2, 3, 4 – кран; 5 – байпасна лінія; 6 – мобільна камера запускання поршнів;
7 – поршень; 8 – заглушка; 9 – з'єднувач

Рисунок 12 – Схема під'єднання мобільної камери запускання поршнів

щення запасування поршнів, мінімізація втрат продукту та обсягу необхідних інвестицій на виконання монтажних робіт.

Різні розроблені конструктивні рішення вузлів запускання, приймання очисних поршнів дають змогу індивідуально підходити до кожного трубопроводу, підібрати найкращий варіант залежно від технологічної схеми трубопроводу, його конструктивних особливостей, місцевих умов.

Перспективи подальшої роботи в даному напрямку полягають у експериментальних дослідженнях процесів запускання/приймання очисних поршнів із гіперпружних матеріалів трубопроводу за допомогою розроблених вузлів.

Література

1. Дорошенко Я. В., Карпаш О. М., Гожаєв Б. Н. Дослідження складу трубопровідних газорідних потоків та впливу наявних у них шкідливих домішок на режими перекачування, енерговитрати на транспортування. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2019. № 4 (73). С. 35-45. [http://doi.org/10.31471/1993-9973-2019-4\(73\)-35-45](http://doi.org/10.31471/1993-9973-2019-4(73)-35-45)

2. Воловецький В. Б., Щирба О. М., Витязь О. Ю., Дорошенко Я. В. Аналіз причин зниження гідравлічної ефективності міжпромислових газопроводів та вибір способів її підвищення. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2013. № 3 (48). С. 147-156.

3. Volovetskyi V., Uhrynovskyi A., Doroshenko Ya., Shchyrba O., Stakhmych Yu. Developing a set of measures to provide maximum hydraulic efficiency of gas gathering pipelines. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2020. Vol. 101. Iss. 1. P. 27-41. <http://doi.org/10.5604/01.3001.0014.4088>

4. Developing a complex of measures for liquid removal from gas condensate wells and flowlines using surfactants / V. B. Volovetskyi, Ya. V. Doroshenko, G. M. Kogut, I. V. Rybitskyi, J. I. Doroshenko, O. M. Shchyrba. *Archives of Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 108, Iss. 1. P. 24-41. <http://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0250>

5. Experimental effectiveness studies of the technology for cleaning the inner cavity of gas gathering pipelines / V. B. Volovetskyi, Ya. V. Doroshenko, O. S. Tarayevs'kyi, O. M. Shchyrba, J. I. Doroshenko, Yu. S. Stakhmych. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2021. Vol. 105, Iss. 2. P. 61-77. <http://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0518>

6. Дорошенко Я. В. Спорудження та ремонт зосереджених об'єктів газонафтопроводів: підручник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. 836 с.

7. Launchers and receivers. BETSCO Technology and Design, 2020. 4 p.

8. EPA Observes Air Emissions from Natural Gas Gathering Operations in Violation of in Violation of the Clean Air Act in. United States Environmental Protection Agency, 2019. 7 p.

9. WintD. Difficult to Pig Pipelines. TDW Services Inc. 158 p.

10. Pigging products. Safe and Efficient Pigging. Edmonton, Canada: Copyright Argus Machine Co. Ltd, 2015. 16 p.

11. Братах М.І., Фоменко О.В. Аналіз технічного рівня техніки та технології очищення газопроводів з нерівнопрохідною арматурою. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2002. № 3 (4). С. 11-14.

12. Пат. 57127, Україна, Пристрій для очистки трубопроводу / В.А. Богуславський, І.І. Капцов // Заяв. № 2000084938 від 21.08.00,

В08В9/04, Заявл.15.03.02. Оpubл. 16.06.2003, бюл.№3/2002.

13. Gielissen F. Safe pigging operation. PPSA Seminar, 17 Nov. 2010, Aberdeen, 3 p.

14. Стецюк С. М. Експериментальні дослідження динаміки руху очисних поршнів із гіперпружних матеріалів відводами і перехідниками трубопроводів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2022. № 4(85). С. 28-42.

References

1. Doroshenko Ya. V., Karpash O. M., Gozhaev B. N. Doslidzhennya skladu truboprovodnih gazoridninih potokiv ta vplivu nayavnih u nih shkidlivih domishok na rezhimi perekachuvannya, energovitrati na transportuvannya. *Rozvidka ta rozrobka naftovih i gazovih rodovish*. 2019. No 4(73). P. 35-45. [http://doi.org/10.31471/1993-9973-2019-4\(73\)-35-45](http://doi.org/10.31471/1993-9973-2019-4(73)-35-45) [in Ukrainian]

2. Voloveckij V. B., Shirba O. M., Vityaz O. Yu., Doroshenko Ya. V. Analiz prichin znizhennya gidravlichnoyi efektyvnosti mizhpromislovih gazoprovodiv ta vibir sposobiv yiyi pidvishennya. *Rozvidka ta rozrobka naftovih i gazovih rodovish*. 2013. No 3(48). P. 147-156[in Ukrainian]

3. Volovetskyi V., Uhrynovskyi A., Doroshenko Ya., Shchyrba O., Stakhmych Yu. Developing a set of measures to provide maximum hydraulic efficiency of gas gathering pipelines. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2020. Vol. 101. Iss. 1. P. 27-41. <http://doi.org/10.5604/01.3001.0014.4088>

4. Developing a complex of measures for liquid removal from gas condensate wells and flowlines using surfactants / V. B. Volovetskyi, Ya. V. Doroshenko, G. M. Kogut, I. V. Rybitskyi, J. I. Doroshenko, O. M. Shchyrba. *Archives of Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 108, Iss. 1. P. 24-41. <http://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0250>

5. Experimental effectiveness studies of the technology for cleaning the inner cavity of gas gathering pipelines / V. B. Volovetskyi, Ya. V. Doroshenko, O. S. Tarayevs'kyi, O. M. Shchyrba, J. I. Doroshenko, Yu. S. Stakhmych. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2021. Vol. 105, Iss. 2. P. 61-77. <http://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0518>

6. Doroshenko Ya. V. Sporudzhennia ta remont zoseredzhenykh ob'ektiv hazonaftoprovodiv: pidruchnyk. Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, 2014. 836 p. [in Ukrainian]

7. Launchers and receivers. BETSCO Technology and Design, 2020. 4 p.

8. EPA Observes Air Emissions from Natural Gas Gathering Operations in Violation of in Violation of the Clean Air Actin. United States Environmental Protection Agency, 2019. 7 p.

9. Wint D. Difficult to Pig Pipelines. TDW Services Inc. 158 p.

10. Pigging products. Safe and Efficient Pigging. Edmonton, Canada: Copyright Argus Machine Co. Ltd, 2015. 16 p.

11. Bratakh M. I., Fomenko O. V. Analiz tekhnichnoho rivnia tekhniky ta tekhnolohii ochyshchennia hazoprovodiv z nerivnoprokhidnoiu armaturoiu. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*. 2002. No 3 (4). P. 11-14. [in Ukrainian]

12. Pat. 57127, Ukraina, Prystrii dlia ochystky truboprovodu / V.A. Bohuslavskyi, I.I. Kaptsov // Zaiavka No 2000084938 vid 21.08.00, B08V9/04, Zaiavl. 15.03.02. Opubl. 16.06.2003, biul. No 3/2002. [in Ukrainian]

13. Gielissen F. Safe pigging operation. PPSA Seminar, 17 Nov. 2010, Aberdeen, 3 p.

14. Stetsiuk S. M. Eksperymentalni doslidzhennia dynamiky rukhu ochysnykh porshniv iz hiperpruzhnykh materialiv vidvodamy i perekhidnykamy truboprovodiv. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*. 2022. No 4 (85). P. 28-42. [in Ukrainian]