

МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

УДК 622.692.4.053:624.13

СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ ПРИ РЕМОНТІ ТРУБОПРОВОДІВ БЕЗПІДЙОМНИМ СПОСОБОМ

Л.А. Хмара, проф., д.т.н., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ, В.Д. Мусійко, проф., к.т.н., Національний транспортний університет, м. Київ

Анотація. В порядку усунення існуючої невідповідності темпів виконання земляних та ремонтних робіт на трубопроводах і забезпечення необхідної швидкості виконання капітального ремонту створено спеціальні землерийні машини, використання яких дозволяє підвищити темпи виконання ремонту трубопроводів у 5–7 разів.

Ключові слова: трубопровід, експлуатація, ремонт, швидкість, машина, темп.

СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ БЕЗПОДЪЕМНЫМ СПОСОБОМ

Л.А. Хмара, проф., д.т.н., Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г. Днепропетровск, В.Д. Мусийко, проф., к.т.н., Национальный транспортный университет, г. Киев

Аннотация. В порядке устранения существующего несоответствия темпов выполнения земляных и ремонтных работ на трубопроводах и обеспечения необходимой скорости выполнения капитального ремонта созданы специальные землеройные машины, использование которых позволяет повысить темпы выполнения ремонта трубопроводов в 5–7 раз.

Ключевые слова: трубопровод, эксплуатация, ремонт, скорость, машина, темп.

MODERN MACHINES FOR PERFORMING THE EARTHWORKS DURING THE REPAIR OF PIPELINES WITH THE NON-LIFTING METHOD

L.A. Khmara, Prof., D. Sc. (Eng.), Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk, V.D. Musiiko, Prof., Cand. Sc. (Eng.), National Transport University, Kiev

Abstract. Based on the analysis of modern technical conditions of Ukrainian oil and gas pipelines the necessity for urgent restoration of reliable and trouble-free running of transport pipelines in Ukraine has been proven. In order to eliminate the existing inconsistency of running rates for the earthworks and repair works at the pipelines, and provide the necessary speed for workover realization, special earthmoving machines that allow to raise the running rates of pipeline repair by 5–7 times, have been designed.

Key words: pipeline, running, repair, speed, machine, rate.

Вступ

Необхідність розробки принципово нових конструктивних рішень дорожно-будівель-

них машин зумовлюється практичною потребою у швидкому, якісному і безпечному вирішенні невідкладних виробничих завдань,

що не можуть бути реалізовані шляхом використання найсучаснішої дорожньо-будівельної техніки традиційних конструкцій, техніки, яку ми називаємо технікою загальнобудівельного призначення. Існують задачі глобального значення, вирішення яких потребує нових, нетрадиційних підходів до створення технічних засобів їх реалізації. Створення такої техніки дозволить вирішувати не тільки проблеми загальнобудівельного значення, а й дасть новий потужний поштовх розвитку дорожньо-будівельного машинобудування.

Виконані дослідження можливостей відомих конструкцій землерийних машин безперервної дії й аналіз сучасного стану магістральних нафто- та газопроводів в Україні й у світі, зношених в цілому більш ніж на 70 % [1], засвідчили наявність проблеми забезпечення відновлення швидкими темпами надійної та безаварійної експлуатації трубопроводів шляхом виконання їх капітального ремонту. Встановлено, що найбільш стримуючим фактором підвищення темпів проведення ремонту трубопроводів є низькі темпи виконання земляних робіт.

Науково-технічна проблема забезпечення відновлення надійної та безаварійної експлуатації магістральних трубопроводів в Україні полягає в усуненні невідповідності темпів виконання земляних робіт при капітальному ремонті трубопроводів темпам виконання ремонтних робіт.

Проблему можна вирішити шляхом створення спеціальної землерийної техніки безперервної дії, використання якої дозволить вести капітальний ремонт трубопроводів у траншеї швидкісним безпідйомним методом.

Аналіз публікацій

У різних країнах світу практично одночасно побудовано сотні тисяч кілометрів магістральних трубопроводів (тільки в Україні налічується близько 40 тис. км магістральних газопроводів та 5 тис. км нафтопроводів) [1, 2]. Гарантовані терміни їх безпечної експлуатації – 25–30 років. Для переважної більшості трубопроводів цей термін вичерпано на 60–70 %, тому проблема забезпечення безаварійної їх експлуатації постала перед людством у повній мірі [3]. Вона може бути вирішена або терміновою заміною зношених

труб новими, або шляхом забезпечення швидкісного й якісного капітального ремонту трубопроводів, що в 2–2,5 рази дешевше.

За сучасних темпів виконання ремонтних, передусім, земляних робіт, на магістральних трубопроводах і рівня технічного оснащення ремонтних колон на виконання капітального ремонту нафтопроводів країни, за розрахунками філії «Придніпровські магістральні нафтопроводи» та АК «Транснефть», знадобиться не менше 50–60 років. Тож для збереження в експлуатаційному стані сучасного парку магістральних нафто- та газопроводів країни потрібно або в 6–8 разів збільшити кількість ремонтних колон, що пов'язано з непомірними капіталовкладеннями, або у стільки ж разів підвищити темпи виконання робіт шляхом оснащення ремонтних підрозділів новою високопродуктивною технікою. Останній варіант для України є більш прийнятним [4].

Технології, коли земляні роботи в зоні ремонту та відкриття трубопроводів здійснюються бульдозерами й одноківшевіми екскаваторами [5] з подальшим підйомом труби з ґрунтового ложа за допомогою трубоукладачів, є малопродуктивними, високозатратними та можуть викликати виникнення аварійних ситуацій з важкими наслідками [3, 5].

В умовах зростаючих вимог до вирішення питань екології, швидкості та безпеки виконання ремонтних робіт при багатократному зростанні прямих та опосередкованих затрат на ліквідацію наслідків аварій на лінійній частині магістральних трубопроводів слід вважати доцільним створення нових технічних засобів високої продуктивності та розробку нової технології безпечно виконання ремонтних робіт на трубопроводах. Їх створення та використання повинні забезпечити проведення капітального та вибіркового ремонтів діючих нафто- та газопроводів без підйому труби з ґрунтового ложа й без порушення лінії їх вихідного залягання на прямих і радіусних ділянках у плані, за наявності поздовжніх та поперечних ухилів місцевості та без використання проміжних опор. Використання машин за рахунок підвищення темпів виконання земляних робіт має забезпечити паритет швидкостей виконання різних технологічних операцій без підйому труби відносно лінії вихідного залягання трубопроводів, прокладених, в тому

числі, у в'язких, липких, суглинистих і глинистих ґрунтах.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є створення спеціальних землерийних машин безперервної дії для забезпечення швидкісного безпідйомного капітального ремонту магістральних трубопроводів шляхом усунення невідповідності темпів виконання земляних робіт темпам виконання ремонтних робіт на трубопроводах.

Машини для земляних робіт при ремонті трубопроводів безпідйомним способом

Створення сучасних землерийних машин безперервної дії базується на використанні фундаментальних теоретичних закономірностей їх робочих процесів, встановлених різними авторами і в різний час [5–7]. Це дозволило створити численні відомі конструкції траншейних машин з роторним та ланцюговим робочим обладнанням.

Створення високоефективних землерийних машин для роботи на трубопроводах вимагає вирішення декількох специфічних задач. Перш за все це стосується вирішення питання синтезу конструкцій спеціальних землерийних машин, здатних ефективно та безпечно розробляти ґрунт на прямих та криволінійних у плані ділянках трубопроводів на заданій відстані від труби та без передачі навантажень на трубу. Необхідність забезпечення високих швидкостей виконання земляних робіт на трубопроводах, в тому числі в перевантажених липких глинистих та суглинистих ґрунтах, потребувала доведення можливостей реалізації в робочих органах землерийних машин безперервної дії різних швидкостей розробки ґрунту та його розвантаження за рахунок інтенсифікації процесів розвантаження, визначення основних параметрів та раціональних режимів роботи інтенсифікаторів розвантаження як засобів забезпечення необхідної продуктивності роботи машин. Створення необхідних машин для виконання земляних робіт при капітальному ремонті трубопроводів спонукало до пошуку способу та режимів забезпечення спорудження у траншеї під відремонтованим трубопроводом ґрунтової опори необхідної міцності за один прохід машини, що забезпечує виконання ремонту труби безпідйомним способом, не порушуючи положення лінії вихідного залягання трубопроводу.

Розробка алгоритму автоматичного керування безпечним переміщенням землерийних машин у режимі копання ґрунту вздовж трубопроводу та успішне вирішення вище приведених задач дозволили розробити нові технічні рішення конструкцій спеціальних землерийних машин, змінного обладнання до однокішшових екскаваторів та знайти раціональні технологічні схеми їх використання [8].

Створення машин дозволило практично реалізувати наукову ідею забезпечення відповідності темпів виконання земляних робіт темпам виконання ремонтних робіт на трубопроводах та забезпечити необхідний рівень безпеки виконання ремонтних робіт. Вибір раціональних конструктивних та кінематичних параметрів робочого обладнання та землерийних машин у цілому здійснено шляхом аналізу результатів досліджень їх математичних та фізико-математичних моделей.

Силові та енергетичні параметри навантаження машин і робочого обладнання визначено за результатами виконання експериментальних досліджень – як фізичних моделей, так і натурних зразків машин у процесі їх промислової експлуатації. У процесі випробувань доведено об'єктивність технічних рішень зі створення машин, адекватність їх теоретичних моделей, оцінено технічні й технологічні можливості машин та їх відповідність чинним ВБН і ДСТУ.

У результаті створено ряд нових спеціальних землерийних машин безперервної дії для капітального ремонту трубопроводів. Перш за все це машина пошарової розробки та рекультивативної родючих ґрунтів у процесі виконання капітального ремонту магістральних трубопроводів МПРГ-1М (рис. 1, а). Призначення машини полягає в розробці над трубопроводом, що підлягає ремонту, родючого шару ґрунту заданої товщини та ширини і складуванні його в окремий бруствер збоку, на заданій відстані від утвореної виїмки.

У процесі роботи знімаються поперечні нахили рельєфу місцевості над трубою, переміщення родючого ґрунту здійснюється без його перемішування з мінеральним. При копанні ґрунту виключається переміщення машини поперек трубопроводу. Розкриття трубопроводу зверху і з обох боків труби здійснюється спеціальною машиною МВТ-2М (рис. 1, б).



Рис. 1. Машини для капітального ремонту магістральних трубопроводів: а – машина МПРГ-1М; б – машина МВТ-2М

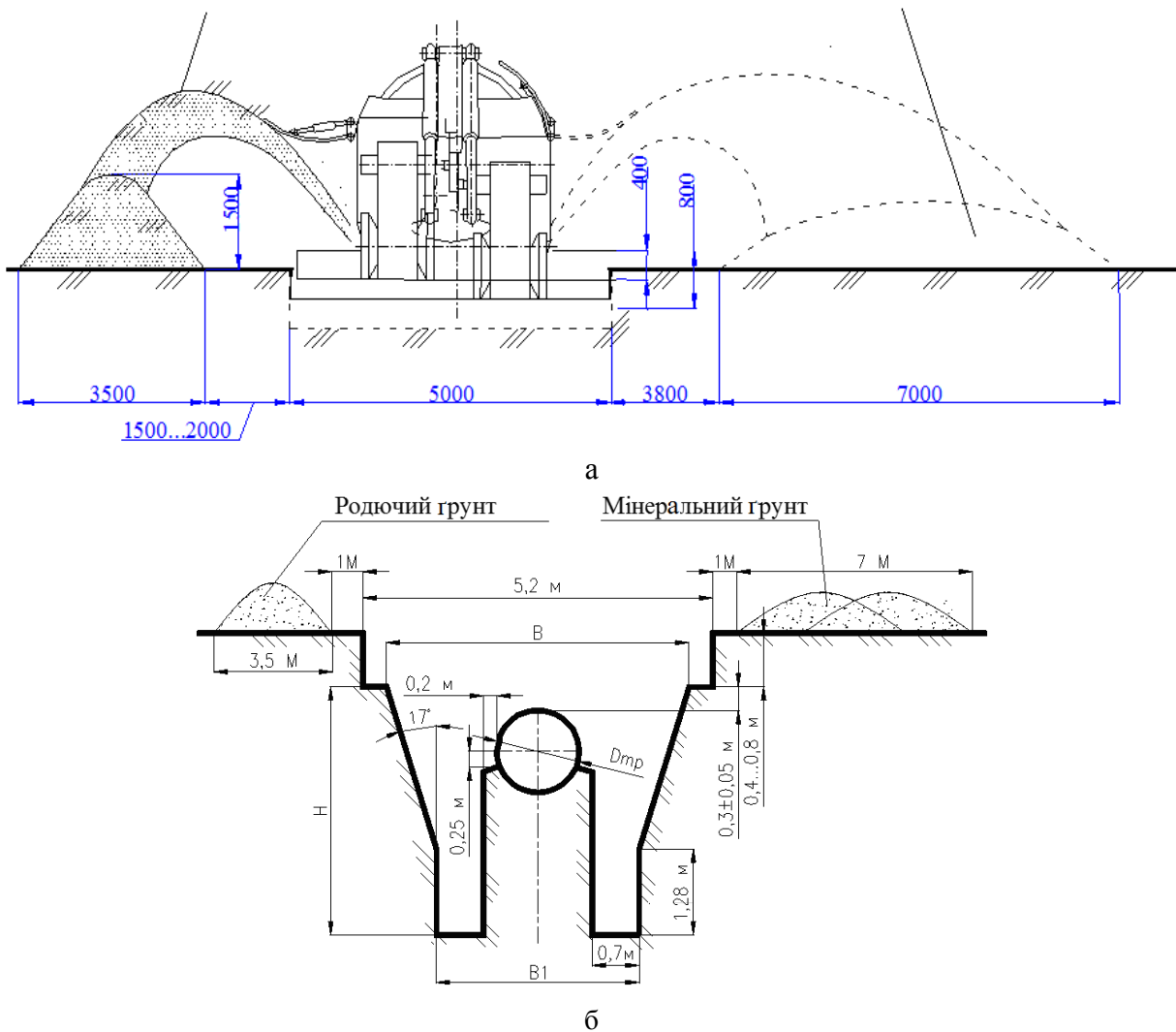


Рис. 2. Схема робочого процесу машин: а – МПРГ-1М; б – МВТ-2М

Використовуючи автоматичний електронний контроль максимального відхилення робочого органа від осі трубопроводу, що не пере-

вищує ± 50 мм від осі труби, машина забезпечує розкриття трубопроводу та створення оптимальних умов для роботи підкопуваль-

ної машини. При цьому машина переміщується вздовж трубопроводу в режимі копання ґрунту відповідно до розробленого алгоритму керування робочим процесом.

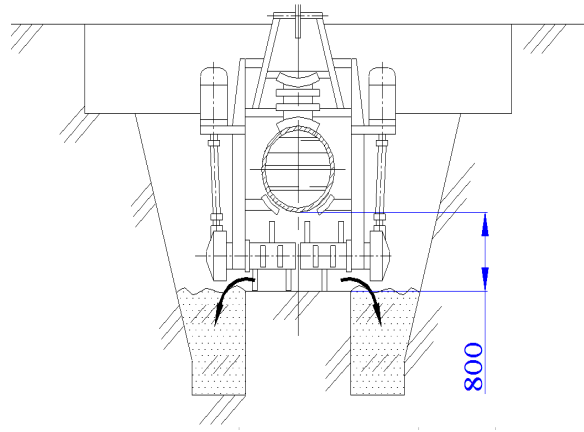
Під час роботи машини МВТ-2М об'єм ґрунту, що розробляється в забої, зменшується на 35–45 %, а продуктивність збільшується в 5–7 разів порівняно з розкриттям трубопроводу однокішшевыми екскаваторами. Роторна підкопувальна машина МПР-1М, що переміщується в режимі копання ґрунту під трубою власне по самому трубопроводу, забезпечує розробку ґрунту і переміщення його у приямки обабіч трубопроводу, що ремонтується, або з допомогою інтенсифікаторів переміщує розроблений ґрунт в зону роботи машини відкриття трубопроводу, з допомогою якої він і підіймається із забою. У процесі роботи

машина повністю розкриває трубопровід по периметру на прямих та криволінійних його ділянках, забезпечуючи подальше вільне проходження по трубопроводу очисної та ізоляційної машини (рис. 3).

Машина для засипання та ущільнення ґрунту під трубопроводом МП-М (рис. 4) призначена для дозованого засипання з відсипаного відвалу ґрунту під відремontований трубопровід і рівномірного ущільнення його під трубопроводом у процесі спорудження опори з ущільненого ґрунту під відремontованою трубою. Наявність ґрунтової опори забезпечує виконання капітального ремонту трубопроводу безпідйомним способом. Ступінь ущільнення ґрунту під трубопроводом – $0,96 \sigma_v$; рівномірне ущільнення здійснюється за один прохід машини вздовж трубопроводу



а

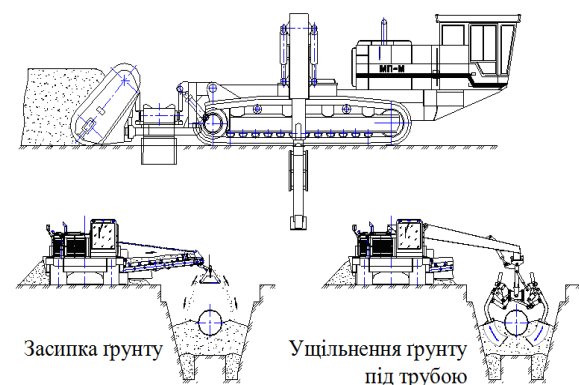


б

Рис. 3. Машина МПР-1М: а – вигляд машини; б – схема робочого процесу



а



б

Рис. 4. Машина МП-М: а – вигляд машини; б – схема робочого процесу

Технічна продуктивність виконання земляних робіт машинами під час виконання капітального ремонту магістральних трубопро-

водів, залежно від діаметра трубопроводу та ґрунтових умов, становить 80–120 пог. м/год.

Висновки

Головна перевага створеної землерийної техніки і технології її використання полягає в тому, що з'являється можливість синхронізувати переміщення із заданою швидкістю всіх машин технологічної колони при ремонті трубопроводу, усуваються протиріччя між темпами виконання земляних та ремонтних робіт на трубопроводах.

Зникає потреба в додатковій підтримці чи підйомі труби у процесі її ремонту, оснащенні ремонтних підрозділів дорогими трубоукладальниками, на порядок підвищується безпека виконання земляних і в цілому ремонтних робіт на трубопроводах.

Література

1. Офіційний сайт «Укратрансгазу». – Режим доступу: URL: <http://utg.ua>.
2. Офіційний сайт «Укртранснафти». – Режим доступу: URL: <http://www.ukrtransnafta.com/ua/>.
3. Василенко С.К. Технология и комплекс технических средств для капитального ремонта магистральных нефтепроводов без подъема трубы / С.К. Василенко, А.В. Быков, В.Д. Мусійко // Трубопроводный транспорт нефти. – 1994. – №2. – С. 25–28.
4. Василенко С. К. Швидкісний капітальний ремонт магістральних трубопроводів / С.К. Василенко, М.В. Стецьків, В.Д. Мусійко // Нафта і газ. – 2004. – № 9. – С. 42–43.
5. Хмара Л. А. Машины для земляных работ / Л. А. Хмара, С. В. Кравець. – Х.: ВКФ «Фавор», 2014. – 548 с.
6. Гарбузов З.Е. Экскаваторы непрерывного действия / З.Е. Гарбузов, В.М. Донской / М.: Машиностроение, 1971. – 360 с.
7. Мусійко В.Д. Екскаватори поздовжнього копання: навч. посібник / В. Д. Мусійко. – К.: НТУ, ЗАТ «Віпол», 2008. – 233 с.
8. Технология капитального ремонта магистральных трубопроводов диаметром 530–1220 мм с заменой изоляции без подъема трубопровода с применением комплекса машин повышенной производительности: ВБН В.3.1-320.20077720.01-2001. – К.: НАК «Нафтогаз України», 2001. – 189 с.

Рецензент: М.Д. Каслін, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 20 квітня 2016 р.