

Технічні науки

УДК 624.016

Гоцький Ярослав Григорович

студент

*Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Гоцький Ярослав Григорьевич

студент

*Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Gotskiy Yaroslav

Student of the

*National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Двойнос Ярослав Григорович

*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри
машин і апаратів хімічних та нафтопереробних виробництв*

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Двойнос Ярослав Григорьевич

*кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры
машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств*

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Dvoinos Yaroslav

*Candidate of Technical Science, Senior Lecturer at the Department of
Machinery and Apparatus of Chemical and Petroleum Processing Industries*

*National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**ЗАХИСНІ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ ТРУБИ ДЛЯ ОПТОВОЛОКОННИХ
КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З ВНУТРІШНІМ АНТИФРИКЦІЙНИМ ШАРОМ
ЗАЩИТНЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ
ОПТОВОЛОКОННЫХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ С ВНУТРЕННИМ
АНТИФРИКЦИОННЫМ ШАРОМ
PROTECTIVE POLYETHYLENE PIPES FOR FIBER CABLE
CONNECTION WITH ANTI-FRICTION INNER LAYER**

Анотація. Робота присвячена технології виготовлення захисних труб, що використовуються в якості механічного захисту оптоволоконних кабелів зв'язку від зовнішнього впливу. Приділено увагу сучасним технологіям монтажу труб та кабелю в труби, історії розвитку технології в Україні та розвинутих країнах, нормативно-технічній документації.

Ключові слова: труба з поліетилену, кабельна каналізація, оптоволоконний кабель, антифрикційне покриття.

Аннотация. Работа посвящена технологии изготовления защитных труб, которые используются в качестве механической защиты оптоволоконных кабелей связи от внешнего воздействия. Уделено внимание современным технологиям монтажа труб и кабеля в трубы, истории развития технологии в Украине и развитых странах, нормативно-технической документации.

Ключевые слова: труба из полиэтилена, кабельная канализация, оптоволоконный кабель, антифрикционное покрытие.

Summary. The work is dedicated to the technology of manufacturing protective pipes, which are used as mechanical protection of fibre-optic cables from external influences. Attention is paid to the modern technology installation of pipes and cables in pipes, the history of technology in Ukraine and developed

countries, normative and technical documentation.

Key words: *polyethylene pipes, sewage, cable, fibre optic cable, antifriction coating.*

В умовах швидкого розвитку інформаційних технологій важливим питанням є розширення інформаційних мереж шляхом прокладання нових ліній зв'язку для користувачів.

Одним з напрямків розвитку інформаційних технологій є зменшення вартості та енергозатрат прокладання, мінімізації кількості з'єднань телекомунікаційних оптоволоконних мереж [1].

Оптичні волокна широко застосовуються для передачі інформації, внаслідок переваг даного кабелю в порівнянні з металевими кабелями. Найбільшими перевагами оптичного волокна є висока швидкість передачі інформації, яка на порядок вища ніж у металевих кабелях. Також оптоволоконний кабель піддається меншому впливу електромагнітним та радіочастотним перешкодам.

Оптоволоконні кабелі зв'язку найчастіше прокладаються під землею для уникнення пошкоджень та руйнувань під час господарської діяльності людини, погодних явищ та інших зовнішніх чинників. При прокладці оптоволоконного кабелю в ґрунт, особливо на великих відстанях виникає необхідність додаткового захисту кабелю від вологи, гризунів тощо, для цього оптичний кабель розміщують в каналі, який найчастіше виготовляють з поліетилену. Завдяки застосуванню захисних поліетиленових труб забезпечується надійний захист кабелю від зовнішніх чинників.

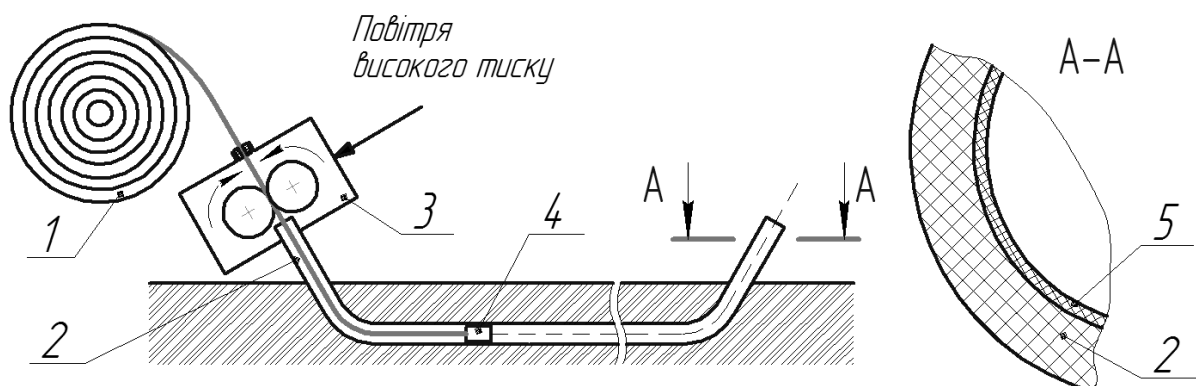
Нормативно–технічна документація організації захисту кабелів зв'язку постійно вдосконалюється, що викликано появою нового обладнання та технологій. Станом на сьогодні в Україні прийнято ДСТУ EN 61386-24:2015, цей стандарт встановлює вимоги до виконання та

випробування трубних систем, які прокладаються в землі, включаючи труби та трубну арматуру, для захисту та прокладання ізольованих проводів та/або кабелів в електричних установках або у системах зв'язку.

Провідний галузевий інститут України ПрАТ Діпрозв'язок розробив галузеві будівельні норми у сфері телекомунікацій: ГБН В.2.2-34620942-002:2015. Відповідно до норми "прокладання кабельного трубопроводу безтраншейним способом із застосуванням кабелеукладачів дозволяється для ґрунтів 1–3 груп, водних перешкод і боліт".

Основні вимоги до захисної поліетиленової труби (далі ЗПТ) є: розміри труби та механічні параметри. Номінальний розмір ЗПТ відповідає зовнішньому діаметру труби. Основні механічні параметри є: стійкість до стискання, збереження круглої форми при навантаженні ґрунтом; спротив удару, визначає можливість безтраншейної укладки під час якої на трубу діють ударні навантаження [1].

Найсучаснішим способом прокладки оптоволоконних мереж зв'язку є пневматична укладка в попередньо розміщену захисну трубу в траншеї або з використанням укладальних кабель ножів – на вході до захисної труби встановлюється пристрій, який заштовхує кабель всередину труби механічно, та пневматично (на кінці закріплено герметизуючий пристрій, – "парашут") [1], схему якого наведено на рис. 1.



1 – бухта оптоволоконного кабелю; 2 – захисна поліетиленова труба;
3 – пристрій; 4 – парашут; 5 – антифрикційний шар

Рис. 1. Принципова схема прокладки оптоволоконного кабелю методом пневматичної укладки [1]

У підготовлені траншеї кабелі прокладаються як методом задувки, так і затягуванням ручним способом. Відповідно до ГБН В.2.2-34620942-002:2015 прокладання захисної поліетиленової трубки діаметром від 8 до 50 мм з наступною задувкою в неї кабелю діаметром від 3 до 12 мм. Задування кабелів або пневмопрокладка в раніше прокладену ЗПТ високої щільності – це метод, який дозволяє прокладати кабель у трубу, використовуючи силу стисненого повітря. Задувати можна не тільки оптичні, але і металеві кабелі та мікротрубки.

Основними вимогами до проведення процесу пневмопрокладки є: для задувки необхідно застосовувати труби з внутрішнім покриттям або з насічкою внутрішньої поверхні; коефіцієнт тертя внутрішньої поверхні повинен бути менше ніж 0,1; діаметр кабелю, що вводиться, повинен бути приблизно в 2 рази менше від внутрішнього діаметра труби. Також для задувки в поліетиленові труби рекомендовано застосовувати оптичні кабелі полегшеної конструкції (неброньовані кабелі).

Особливість ЗПТ у великій довжині труби в бухті, рис. 1, що пов'язано з необхідністю мінімізувати стики кабелю зв'язку. Станом на березень 2018 р. ЗПТ з внутрішнім антифрикційним шаром на Україні не виготовляється, а використовується ребриста внутрішня поверхня труби, рис. 3 або змащену мінеральним мастилом внутрішню стінку труби. Мастило (лубриканти) використовується для пневмопрокладки кабелю (задувки) в ЗПТ. Витрата мастила – 0,4÷0,5 л/км, найбільш поширені в Україні Plumettaz CJL 1032 (Швейцарія), Prelube–5000 (США).

Відповідно до вимог нормативно-технічної документації та будівельних норм виробники ЗПТ затвердили технічні умови, та випускають відповідну продукцію, наприклад "Завод поліетиленових виробів ТОВ "Планета Пластик" [2] виробляє труби поліетиленові для захисту оптоволоконних кабелів зв'язку з поліетилену низького тиску високої щільності (ПНД), класу ПЕ 63, ПЕ 100, діаметром від 14 до 50 мм

згідно ТУ У 25.2-32375670-01-2003. ООО "РТЗ" Рубіжанський Трубний Завод м. Рубіжне [3] відповідно до ТУ У В.2.7-25.2-32926466-007:2012 "Труби з поліетилену захисні для прокладання волоконно-оптичних кабелів зв'язку". Продукцію ТОВ "Планета Пластик" та ООО "РТЗ" наведено на рис. 2.

Технології затягування кабелю у ЗПТ після її укладки наступні:

- 1) "проштовхування" кабелю роликівим пристроєм;
- 2) "задування" тягової смужки з наступним затягування кабелю цією смужкою;
- 3) "задування" та "проштовхування" кабелю за допомогою пневматичною пристрою.



Рис. 2. ЗПТ 40/35, довжина труби в бухті 1750 метрів [2], з ребристою внутрішньою стінкою ООО "РТЗ" [3]

Основними технічними перевагами методу пневматичної прокладки є відсутність зосереджених тягнучих зусиль, що діють на оптоволоконний кабель в процесі його просування по каналу, зведення до мінімуму вимог до працюючих на стиск зміцнювальних покриттів окремих світловодів і їх збірок, економія дефіцитної площі кабельних каналів і можливість заміни розгалужувальних муфт на розгалужувальні муфти трубчатих каналів [4, 330].

Такий спосіб дозволяє уникнути значних механічних навантажень, що у свою чергу дозволяє використати економний слабо армований кабель. Прикладом є кабелі марки O-CFP(SR)D-24E9/125 зовнішній

діаметр якого 10,4 мм; динамічна сила натягування – 600 Н; вага – 113 кг/км; ціна 26,19 грн/м. п., та кабель марки O-CFP(SR)D-24E9/125/Flex зовнішній діаметр якого 9,6 мм, динамічна сила натягування – $N_{max}=300$ Н; вага – $M=96$ кг/км; ціна 24,60 грн/м.п. [5]. Оболонку кабелів та захисної труби виготовлено з поліетилену високої густини, динамічний коефіцієнт тертя відповідно $\mu=0,13$, що дозволяє прокласти кабель, без змащування і його пошкодження на максимальну довжину:

$$N = LMg\mu < N_{max} \Rightarrow L < \frac{N_{max}}{Mg\mu} = \frac{300}{96 \cdot 9,81 \cdot 0,13} = 2450 \text{ м.}$$

Максимальна довжина прокладки без додаткового змащування мастила (лубріканта) оптоволоконного кабелю марки O-CFP(SR)D-24E9/125/Flex згідно приблизних розрахунків становить приблизно 2450 м., внаслідок того, що довжина захисної труби у бухті може досягати 5000 м, тому для прокладки даного кабелю в поліетиленову захисну трубу, яку розміщену в ґрунті необхідно розділити бухту з використанням з'єднувальної муфти чи використати більш армований кабель.

Використання у конструкції захисної труби внутрішнього антифрикційного шару дозволяє зменшити динамічний коефіцієнт тертя до $\mu=0,06$, а довжину прокладки до 5,3 км [6].

Матеріалом для антифрикційного шару на внутрішній поверхні захисної труби є композиція силікону і високомолекулярного поліетилену високої щільності.

Висновок. Застосування методів пневматичної укладки забезпечує швидко та автоматизовану прокладку оптоволоконних кабелів в ґрунт. Перешкодами для здійснення даного процесу є максимально можлива довжина протяжки кабелю без його розриву, яка характеризується максимальним зусиллям на кабель, його масою та коефіцієнтом тертя між поверхнею труби та кабелю. Для збільшення довжини протяжки кабелю в поліетиленову трубу необхідно зменшити коефіцієнт тертя між кабелем та

внутрішньою поверхнею ЗПТ, для цього пропонується застосування внутрішнього антифрикційного покриття.

Тому виготовлення обладнання для екструзії полімерної композиції антифрикційного шару труб для захисту оптоволоконного кабелю є актуальним, а дослідження процесу екструзійного перемішування даної композиції – важливим. Базовим параметром якості антифрикційного шару приймається динамічний коефіцієнт тертя, значення якого має бути в межах $0,1 \pm 0,075$.

Література

1. Гоцький Я. Г. Захисні поліетиленові труби для оптоволоконних кабелів зв'язку з антифрикційним внутрішнім шаром / Гоцький Я. Г., Двойнос Я.Г. // Збірник праць VI Міжнародної науково–практичної конференції "Інноваційні енерготехнології" ОНАХТ, 2017 - с. 157-161.
2. <http://www.planetaplast.com/kontakti/> (дата звернення: 22.05.2017)
3. <http://www.rtz.com.ua/gallery.html> (дата звернення: 22.05.2017)
4. Семенов А. Б. Волоконно–оптические подсистемы современных СКС / Семенов А. Б. – М.: Академия АйТи; ДМК Пресс, 2006. – 632 с., ил.
5. <http://asp24.com.ua/made-in-ukraine/otl-m-2-7-p-8x12e1-96-volokon/> (дата звернення: 17.10.2016).
6. Двойнос Я.Г., Гоцький Я. Г. Захисні поліетиленові труби для оптоволоконних кабелів зв'язку //Збірник тез доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (06-07 грудня 2016 р. м. Київ), С. 40–41.