

УДК 621.315.2

**ДИЕЛЕКТРИЧНІ САМОНЕСУЧІ ОПТИЧНІ КАБЕЛІ
ДЛЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ І ЗАЛІЗНИЦЬ**

БОНДАРЕНКО О.В., СТЕПАНОВ Д.М., СЕМЕНОВА О.М.

**DIELECTRIC SELF-SUPPORTING OPTICAL CABLE
FOR AIR LINES OF COMMUNICATION AND RAILWAYS**

O.V. BONDARENKO, D.M. STEPANOV, O.M. SEMENOVA

Анотація. У даній роботі проводиться порівняльний аналіз конструкцій вітчизняних та зарубіжних діелектричних самонесучих оптичних кабелів (СОКд) для повітряних ліній зв'язку та залізниць. Визначаються переваги та недоліки вітчизняних СОКд та даються рекомендації по розширенню спектру їх конструкцій.

Annotation. In this work conducted comparative analysis of domestic and foreign dielectric self-supporting optical cables (SSOCd) designs for air lines and railways. Determined the advantages and disadvantages of domestic SSOCd and given recommendations to expand the range of their designs.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

З бурхливим розвитком інтеграції великої кількості волоконно-оптичних систем передавання (ВОСП) на мережах зв'язку виникає необхідність швидкого створення для них нових волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ). Але побудова нової ВОЛЗ вимагає витрат часу на її проектування та, особливо, на будівництво. Одним з альтернативних рішень цієї проблеми є побудова повітряної волоконно-оптичної лінії передавання (ПВОЛП) на основі існуючих висотних споруджень, що забезпечує швидкість, легкість та економічність будівництва порівняно з іншими варіантами. Задля цього з'являється потреба використовувати особливі конструкції підвісних, в першу чергу, діелектричних самонесучих оптичних кабелів (СОКд), що містять в собі власні силові елементи, які забезпечують його міцність при підвішуванні. Розробка та виробництво таких СОКд в кожній країні повинні проводитися з урахуванням потреб, кількості, типу кабелю, певних умов його зберігання, будівництва та експлуатації в національних інтересах. Закупівля СОКд зарубіжного виробництва для побудови національної мережі зв'язку є недоцільним, тому що це «know how» фірми-виробника і вона не надає необхідних рекомендацій по особливостям використання цього кабелю, що, в решті, може привести до значного скорочення його терміну служби. Тому налагодження національного виробництва СОКд є важливою та актуальною задачею для національної кабельної промисловості України.

Розробка та проектування СОКд є складною задачею, оскільки повинне базуватися на багаторічному досвіді у виробництві, будівництві та експлуатації оптичних кабелів (ОК). Задля отримання ефективної конструкції такого кабелю, необхідно проводити порівняльний аналіз існуючих конструкцій СОКд, насамперед, відомих світових фірм-виробників, з метою урахування їх параметрів.

У даній час у низці робіт [1, 2, 3, 4, 5] проведений огляд різних конструкцій ОК вітчизняного або закордонного виробника. Глибокого аналізу та порівняння конструкцій СОКд та їх параметрів в цих роботах не проводилось. Ця задача вирішується в даній статті.

Метою даної статті є проведення порівняльного аналізу існуючих конструкцій СОКд України та світових фірм-виробників.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення порівняльного аналізу конструкцій СОКд були обрані наступні фірми-виробники:

1. Вітчизняні: ВАТ «Одескабель» (м. Одеса); ЗАТ «Південькабель» (м. Харків).

2. Зарубіжні: ЗАТ «Москабель – Фуджикіра», ТОВ «Оптен» (Росія); Sumitomo Electric Ltd (Японія); Fujikura (Японія); OFS (США); LG (Корея).

Порівняння конструкцій самонесучих ОК повинне проводитися, виходячи з певних критеріїв, що є найбільш важливими для його конструкції, та несуть інформацію, яка може бути використана при його розробці, будівництві та експлуатації ПВОЛП.

Вимоги до таких кабелів визначаються з умов їх експлуатації, під час якої на них діють механічні навантаження від їх власної ваги, ожеледі, вітру, морозу та вібрації. Крім цього, СОКд, які підвішені на опорах контактної мережі залізниці, перебувають під впливом потужних електромагнітних полів [1].

При виконанні будівельно-монтажних робіт з підвішування СОКд під час будівництва ПВОЛП та експлуатації, конструкція кабелю повинна забезпечувати його стійкість до механічних навантажень. Значення передавальних характеристик СОКд під дією механічних навантажень не повинні виходити за встановлені межі протягом усього терміну його служби та мають відповідати стандартам ІЕС, рекомендаціям ІТУ-Т і нормативній документації на конкретний СОКд [1]. У процесі підвішування на них діють механічні навантаження – розтягування, згин, закручування тощо. В залежності від типу та марки СОКд базовими параметрами, у відповідності з якими визначаються умови підвішування, є:

а) механічні:

- допустиме зусилля розтягу від 1,0 до 40 кН;
- стійкість до роздавлювання від 3 кН/100 мм;
- стійкість до удару з енергією не менше 30 Дж.
- стійкість до вібраційних навантажень в діапазоні від 10 до 200 Гц з прискоренням до 40 м/с^2 (4g).

б) кліматичні:

- стійкість до підвищеної робочої температури навколишнього середовища до плюс 70 °С;
- стійкість до впливу пониженої температури навколишнього середовища до мінус 40 °С;
- стійкість до циклічної зміни температур від мінус 40 до плюс 60 °С;
- стійкість до впливу підвищення вологості повітря до 98 % при температурі плюс 40 °С;
- стійкість до впливу пониженого атмосферного тиску до $5,3 \cdot 10^{-4}$ Па (400 мм рт. ст.).

Самонесучі оптичні кабелі повинні бути стійкими до впливів плісняви, грибків, роси, дощу, інею, соляного туману, сонячного випромінювання (у відповідності до нормативної документації на певний кабель). Крім того, під час експлуатації підвішені ОК перебувають під дією різних хімічних речовин, озону підвищеної концентрації, мінеральних масел, бензину та інше.

Важливими показниками, що характеризують конструкцію СОКд є: – тип конструкції самонесучого ОК; – геометричний розмір (діаметр D_k) та вага кабелю (P); – загальна кількість оптичних волокон (ОВ); – допустимі розтягувальне та роздавлювальне зусилля, вібраційні навантаження, стійкість до ожеледі; – мінімальний радіус вигину кабелю; – температурні межі, в яких перебуває СОКд.

В конструкціях ОК основним елементом є ОВ, усі інші елементи (оптичні модулі (ОМ), профільовані осердя (ПО), силові елементи (СЕ), водоблокуючі матеріали, оболонка, бронепокриття та захисний шланг) призначені для його захисту від впливу зовнішніх факторів, та забезпечення стабільності характеристик кабелю протягом усього терміну служби.

В конструкціях СОКд використовується вільне укладання ОВ в трубках ОМ або пазах ПО. Конструкції самонесучих кабелів підрозділяються на повністю діелектричні та з металевими армуючими елементами СОКм (броня або несучих елемент), рис. 1, рис. 2.

В даній роботі ведеться огляд конструкцій діелектричних самонесучих оптичних кабелів, представлених на рис. 1 та рис. 2.

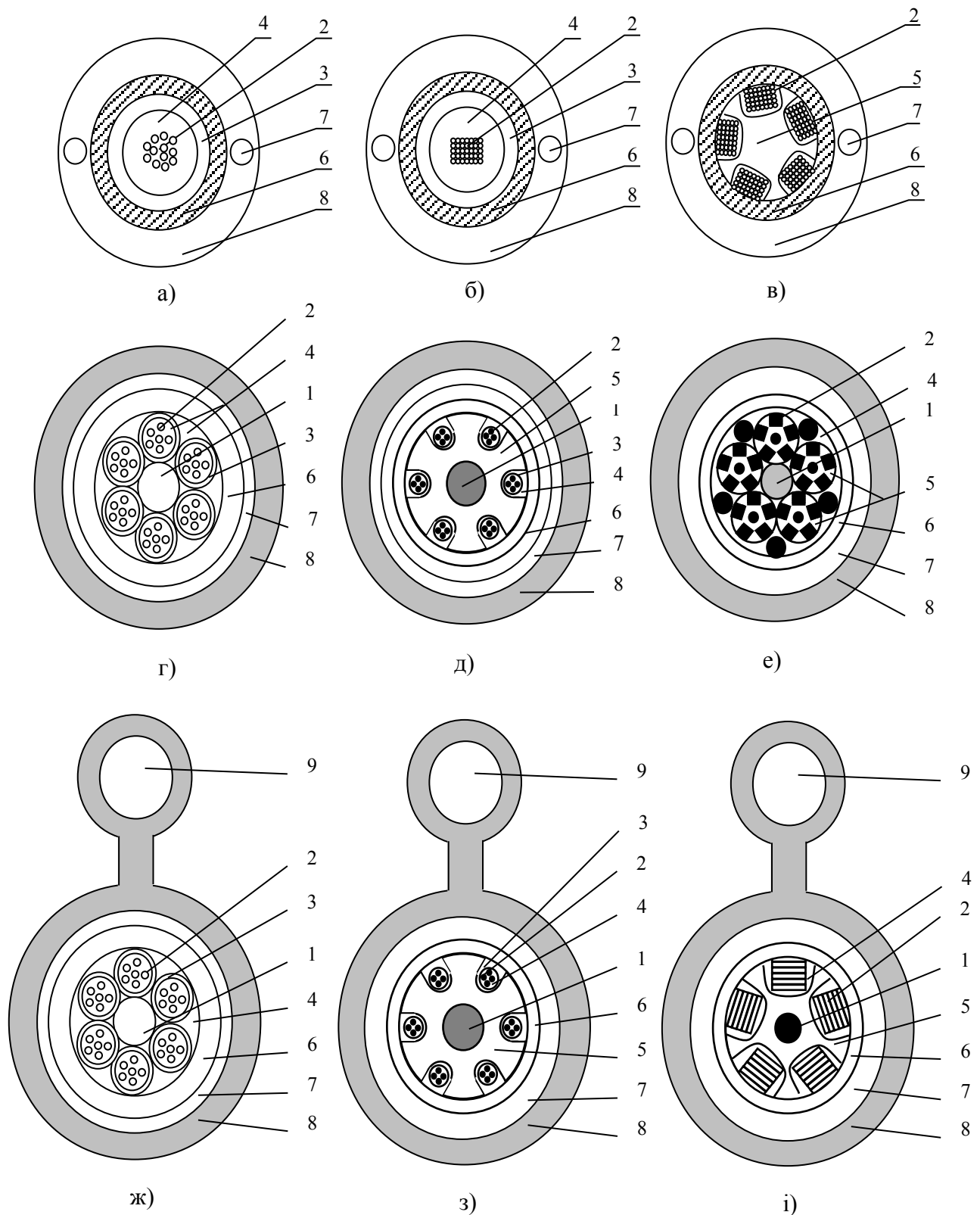


Рисунок 1 – Поперечні перетини типових конструкцій СОКД:
 а), б), в) з центральною модульною трубкою; г), д), е) багатомодульні конструкції; ж), з), і) типу «вісімка»:

1 – центральний силовий елемент; 2 – оптичне волокно (або стрічки з ОВ); 3 – трубка оптичного модуля; 4 – гідрофобний заповнювач; 5 – ПО; 6 – проміжна оболонка; 7 – периферійний силовий елемент; 8 – захисний шланг; 9 – виносний несучий елемент.

Таблиця 1 – Технічні характеристики СОКд

Фірма-виробник	Марка кабелю	Діаметр ОМ, мм	Кількість ОВ	Діаметр кабелю D_k , мм	Вага кабелю P , кг/км	Допустиме розтягувальне навантаження F , кН	Допустиме роздавлююче навантаження Pp , не більше за, кН/100 мм	Мінімальний статичний / динамічний радіус вигину кабелю R_{min} , мм	Діапазон температур: зберігання/інсталяції/експлуатації, $T^{\circ}C$	Рекомендації фірми-виробника
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Одномодульні										
ЗАТ «Південь кабель»	ОЦАрП	–	2...12	–	–	3,5	не менше 5	–	-/- -40...+70	Для підвішування на опорах ліній зв'язку, контактній мережі залізниць та ЛЕП
ЗАТ «Москабель-Фуджикура»	ОМЗКГЦ	–	до 24	–	–	7,0...20,0	10,0	–	-/- -40...+60	Для підвішування на опорах ліній зв'язку
Fujikura	Aerial Drop Cable (part № AE00696110AA9 AE0129C110AC1)	2,0 3,5	1...6 7...12	6,5 7,8	34 50	1,606 2,621	–	6,5 / 13 8 / 16	-50...+70/ -30...+70/ -40...+70	Для довжин прольотів 46, 84, 168 м (6 ОВ); 67, 122, 206 м (12 ОВ)
Sumitomo Electric Ltd	SE-51DDNNN-5A(B) (ЦМТ з стрічками ОВ та ПСЕ зі склопластику)	1,5 2,0 2,5 4,0 5,0	12...48 60...96 108...144 156...216 240...432	12,5 14,0 14,7 20,9 23,7	111 143 153 211 340	2,670	0,89	- / (10...20) D_k	- / -30...+60/ -40...+70	Для підвішування
межі параметру	–	1,5...5,0	1...432	6,5...23,7	34...340	1,606...20,0	0,89...10,0	- / до 20 D_k	-50...+70/ -30...+70/ -40...+70	–
Багатомодульні										
ВАТ «Одескабель»	ОКЛ (6 ОМ)	2,5 2,7 3,0	2...72	13...20	80...250	1,0...3,5	3,0	- / 20 D_k	-50...+60/ -10...+60/ -40...+60	Підвішування на опорах ПВОЛП, міськ. електротр-ту та ЛЕП

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЗАТ «Південь кабель»	ОАрП (5 OM)	2,5 2,7 3,0	2... 144	9,45...13,0	101	3,5...40,0	3,0	- / 20 D_k	-40...+70/ -5...+50/ -40...+60	Підвішування на опорах контактної мережі та ліній зв'язку, на опорах ЛЕП
	ОСпП (5 OM)	2,5 2,7 3,0	2... 144	15,5...19,0	325	5,0...40,0	3,0	- / 20 D_k		
ЗАТ «Москабель- Фуджикюра»	ОКСНМ	-	до 144	-	-	4,0...20,0	-	-	-/- -60...+60	-
ТОВ «Оптен»	ДПМ, ДПК, ДОМ, ДОК	-	до 192	-	-	9,0...35,0	не менше 4,0	-	-/- -60...+70	-
Sumitomo Electric Ltd	SE-51VANNNN- 5A(B)	2,0-3,0	2...72 74...108 110...144 146...216 218...288	14,9 17,5 20,6 21,7 23,4	204 287 375 409 461	2,670 (600 lbs) (інсталяція)	0,89 (200 lbs)	- / (10...20) D_k	-/ -30...+60/ -40...+70	-
	SE-51VINNNN- 5A(B)	2,0-3,0	2...72 74...144 146...216	11,1 16,0 17,1	320 424 447	13,350 (3000 lbs)	-	- / (10...20) D_k	-/ -30...+60/ -40...+70	Підвішування на великих прольотах (до 225 м)
Fujikura	ADSS Mini Span 323	2,0	2...24	8,2	53	1,668 (напруга провисання 654 Н)	-	1700 / 850	-40...+75/ -30...+70/ -40...+70	Підвішування для довжин прольотів 53, 91, 152 м
OFS	AT-34M1xAT- 864 (шестимодульна концентрична з стрічками OB)	-	300...432	-	-	4,45	-	-	-40...+70/ -30...+60/ -40...+70	-
	Power Guide AT- 3BE17S6-NNN (П'ятимодульна концентрична)	-	2...30	9,0	59	1659	-	- / (10...15) D_k	-40...+75/ -30...+60/ -40...+70	Підвішування на прольотах довжиною до 105 м
LG	ADSS Cable	1,5; 2,5; 3,0	до 144	15	190	до 7,5	-	150 / 300	-/- -40...+70	Для прольотів довжиною 60 м 120 м 150 м

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
межі параметру	–	2,0...3,0	2...432	8,2...30,0	80...461	1,0...40,0	0,89...40,0	- / (20 D_k ... 1700)	-40...+75/ -30...+70/ -40...+70	–
Типу «вісімка»										
ВАТ «Одескабель»	ОКЛ-8	2,5 2,7 3,0	2...72	(11x21) ... (13x26)	80...250	4,0...30,0	3,0	- / 20 D_k	-50..60/ -10..60/ -40...+60	Підвішування на опорах повітряних ліній зв'язку, міського електротранспорту та ЛЕП
ЗАТ «Південь кабель»	ОЦПт	2,5 2,7 3,0	2...12	7,7 x 16,2	80-120	4,0 – 12,0	5,0	–	-/-/ -40...+70	Призначені для підвішування на опорах ліній зв'язку та освітлювальної мережі, довжина прольоту 70 м
ТОВ «Оптен»	ДПВ, ДПИ	–	до 192	–	–	3,0...15,0	не менше 3,0	–	-/-/ -60...+70	Для підвішування на будівлях, опорах, контактних мережах залізниць з потенціалом до 12 кВ
OFS	AT-34BE1IT- NNN	2,5	2...60 62...72 74...96	11x 20,3 12,2 x 24 14 x 25,9	311 336 372	2,7 (інсталяція)/ 0,89 (довгострок)	–	- / (10...15) D_k	-40...+70/ -30...+60/ -40...+70	Підвішування на прольотах довжиною до 150 м
межі параметру	–	2.5...3.0	2...192	7,7x16,2... 14x25,9	80...372	3,0...30,0	3,0...5,0	- / (10...15) D_k	-40...+70/ -30...+60/ -40...+70	–

В таблиці 1 наведені характеристики СОКд.

Згідно з [2, 3, 6 – 13] усі фірми-виробники в якості самонесучих СОКд використовують повністю діелектричні оптичні кабелі (ADSS – All-Dielectric Self-Supporting) трьох основних конструкцій: – з центральною модульною трубкою (одномодульна конструкція) (рис.1, а, б, в); – багатомодульна концентрична (рис. 1, г, д, е); – конструкція з несучим силовим елементом (типу «вісімка») (рис. 1, ж, з, і). В цих конструкціях оптичні волокна розміщуються вільно, в пучках або в синтетичних стрічках.

В одномодульних кабелях (рис.1,а) модуль має 8, 10, 12, 16, 20, 24, 36, 48, 96 ОВ. При числі ОВ більше 12 вони групуються в пучки по 8, 10 або 12 ОВ. Для ідентифікації ОВ в модулях або пучках передбачено 12 кольорів. Поверх трубки ОМ з гідروفобним заповненням, що поглинає гідроксильні групи, накладається оболонка із поліетилену високої щільності (низького тиску), підсилена двома або чотирма впресованими діелектричними стержнями. Захистом від гризунів слугує поліамідний (ПА) шланг, що накладається поверх цієї оболонки.

В багатомодульних кабелях (рисунок 1, г, д) центральний силовий елемент (ЦСЕ) діелектричний – це склопластиковий стержень. Всі ОВ розміщені в цих конструкціях у полих трубках (рисунок 1, г) (loose tube), заповнених гідروفобним компаундом або в модулях, що знаходяться в пазах ПО (рис. 1, д). В одноповивних багатомодульних кабелях число ОВ – 12 – 144, в двуповивних – до 288. Загальне число ОВ в кабелі, в модулі, число модулів та число елементів скрутки в осерді СОКд наведені в табл. 2 [2, 3, 6 – 13]. Захистом осердя кабелю від вологи слугує заповнення міжмодульного простору або пазу компаундом, або вологопоглинаючими волокнами. Останні при наявності в кабелі вологи набухають і перешкоджають її повздовжньому розповсюдженню. В СОКд периферійний силовий елемент (ПСЕ) також діелектричний – це повиви арамідних ниток або склопластикових стержнів. Мінімальний радіус вигину усіх трубчатомодульних кабелів кратний 18 діаметрам кабелю.

Одномодульні конструкції та конструкції з одним ПО зі стрічковою укладкою ОВ (рис. 1,б,в) мають по 12 і 24 ОВ в стрічці. Стрічки формуються в блоки від 4 до 18 елементів. Загальне число ОВ в кабелі від 48 (4×12) до 432 (18×24). Трубка ОМ або паз ПО заповнені гідروفобним компаундом, що поглинає гідроксильні залишки води. В таких СОКд поверх трубки ОМ може бути діелектричний ПСЕ і є поліетиленова оболонка з запресованими склопластиковими стержнями. Зовнішній діаметр та маса одномодульного кабелю зі стрічковою укладкою, наприклад, з 432 ОВ на 10 % менше, зовнішнього діаметру та маси багатомодульного кабелю з вільною укладкою волокон. Мінімальний радіус вигину одномодульних СОКд зі стрічковою укладкою ОВ кратний 17,5 зовнішніх діаметрів кабелю [3].

Таблиця 2 – Характеристика осердя конструкції багатомодульних кабелів

Число ОВ		Число модулів	Число елементів скрутки
в кабелі	в модулі		
8	2	4	4
12	4; 6	3; 2	5
18	4; 6	4+2; 3	5
24	6	4	5
36	12	3	5
48	12	4	5
60	12	5	5
72	12	6	6
96	12	8	8
144	12	12	12
192	12	16	5+11
288	12	24	9+15

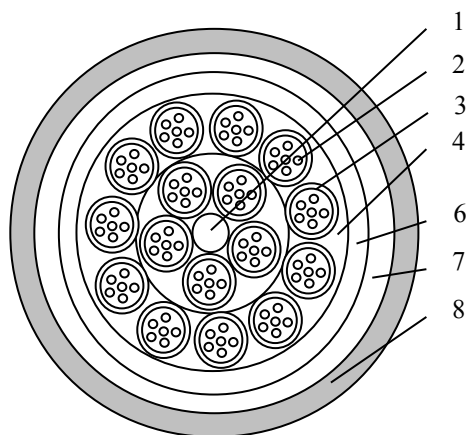


Рисунок 2 – Двоповивний багатомодульний кабель:

- 1 – центральний силовий елемент; 2 – оптичне волокно; 3 – трубка оптичного модуля; 4 – гідروفобний заповнювач; 6 – проміжна оболонка; 7 – ПСЕ; 8 – захисний шланг.

Багатомодульні конструкції СОКд (рисунок 1,г) та конструкції з багатьма ПО (рисунок 1,е) зі стрічковою укладкою ОВ мають ОМ або ПО з блоками стрічок по 6, 12 елементів. Центральний силовий елемент – діелектричний. Число ОМ або ПО в повиві – 4, 5, 6. Загальне число ОВ в кабелі, наприклад, з модульною конструкцією складає від 288 волокон (4×6×12) до 864 волокон (6×12×12). Між трубками модулів розташовані корделі-заповнювачі (рисунок 1, е). Внутрішньомодульне заповнення гідрофобом не використовується. В якості міжмодульного заповнення слугують вологопоглинаючі волокна. Мінімальний радіус вигину багатомодульних кабелів 15-кратний зовнішньому діаметру кабелю. Зовнішній діаметр складає від 22,3 до 26,2 мм.

Багатомодульні конструкції СОКд, що мають 600 та 1000 ОВ (рисунок 1, е), застосовуються на місцевих мережах зв'язку. В таких кабелях поверх поясої скріплюючої обмотки накладені діелектричні ПСЕ та поліетиленова оболонка. Мінімальний радіус вигину кабелів з числом ОВ до 600 складає $15D_k$, а кабелів з 1000 ОВ – $20D_k$. Діапазон зовнішніх діаметрів цих СОКд складає від 10 до 40 мм.

СОКд типу «вісімка» мають потрійні силові елементи: ЦСЕ, ПСЕ у вигляді пражі та додатковий виносний склопластиковий стержень (рисунок 1, ж, з, і). Дані конструкції спеціально призначені для підвішування на великих прольотах (до 225 м) між опорах повітряних ліній зв'язку, міського електротранспорту, ЛЕП. Осердя таких СОКд ідентичні осердям багатомодульних кабелів (рисунок 1, г, д, е).

В розглянутих конструкціях кабелів, як правило, використовуються матеріали захисних елементів (рисунок 1, та рисунок 2) представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Матеріали захисних елементів розглянутих конструкцій СОКд

ЦСЕ	ОМ, ПО	Оболонка	ПСЕ		Захисний шланг		Вологозахист осердя
			в середині кабелю	виносний	полегшений	подвійний для захисту від гризунів	
Одномодульні або багатомодульні конструкції							
склопластиковий стержень	ОМ із ПБТ	ПЕ	арамідні нитки (Тварон, Кевлар)	–	ПЕ	ПЕ та ПА	компаунд, вологопоглинаючий елемент (стрічка, нитка)
	ПО із ПЕ						
	ОМ із ПБТ в ПО із ПЕ						
склопластиковий стержень	ОМ із ПБТ	ПЕ	склопластикові стержні	–	ПЕ	ПЕ та ПА	компаунд, вологопоглинаючий елемент (стрічка, нитка)
	ПО із ПЕ						
	ОМ із ПБТ в ПО із ПЕ						
Конструкції типу «вісімка»							
склопластиковий стержень	ОМ із ПБТ	ПЕ	арамідні нитки (Тварон, Кевлар), або склопластикові стержні	склопластиковий стержень	ПЕ	ПЕ та ПА	компаунд, вологопоглинаючий елемент (стрічка, нитка)
	ПО із ПЕ						
	ОМ із ПБТ в ПО із ПЕ						

Зупинимося на конструкціях СОКд лише деяких фірм.

ВАТ «Одескабель» згідно з [6] випускає 6-модульні конструкції СОКд марки ОКЛ та одномодульні кабелі марки ОКТ з числом ОВ від 2 до 72 [6].

ЗАТ «Південькабель» згідно з [7] на відміну від ВАТ «Одескабель» виготовляє СОКд з кількістю ОВ – до 144 з п'ятимодульною конструкцією. Як згадувалося вище, наведені типи СОКд мають ЦСЕ зі склопластику, ПСЕ може бути виконаний у вигляді арамідних ниток (наприклад, кабель ОАрП) або одного повиву склопластикових стержнів (наприклад, кабель ОСпП). Також виробляються одномодульні конструкції СОКд (наприклад, ОЦАрП) з числом ОВ від 2 до 12.

Як видно з аналізу існуючих конструкцій СОКд вітчизняного виробництва, кабелі мають схожі технічні характеристики (табл. 1).

Японська фірма Sumitomo Electric Ltd, згідно [9], виробляє СОКд: легкоармовані та ОК типу «вісімка». Ці кабелі можуть містити різну кількість ОВ, які об'єднуються в стрічки. Максимальне число ОВ в кабелі – 432. Конструкції легкоармованих СОКд подібні конструкції рисунок 1, б. В них стрічки з ОВ розміщуються у центральній модульній трубі разом з водоблокуючою пряжею. Використання замість гідрофобного заповнювача цієї пряжі дозволяє отримати більш легку конструкцію кабелю, а декілька периферійно- розташованих стержнів додають конструкції механічну міцність.

Шестимодульна конструкція легкоармованих СОКд подібна конструкції рис. 1, г. Їх особливість у застосуванні подвійного армуючого шару, між якими є водоблокуюча стрічка та рип-корд. У цій конструкції також використовують водоблокуючу пряжу замість гідрофобного заповнювача, що робить конструкцію легкою.

Фірма Fujikura виділяється з інших виробників СОКд своєю оригінальністю рішень та великим спектром вироблюваної кабельної продукції (ADSS Mini Span 323, Aerial Drop Cable). Так особливістю ADSS кабелів цієї фірми є чотиримодульна конструкція з малою кількістю ОВ. Кабелі Loose Tube Cable п'ятимодульної конструкції виробляються без периферійного силового елемента та з використанням гідрофобного заповнювача ОМ. В інших фірмах від такого заповнювача вже відмовились.

Американська фірма OFS, згідно з [12], виробляє: СОКд модульної конструкції (рис. 1,г) з вільним укладенням ОВ або укладкою ОВ у стрічки (рисунок 1, е) та СОК типу «вісімка» (рис. 1, і). Велику увагу у виробництві приділяється ОК PowerGuide та DryBlock Figure 8 Cable, що призначені для повітряного підвішування на довжини прольотів 105 та 150 метрів відповідно.

Фірма LG згідно з [13] виробляє СОКд модульної конструкції (рис. 1,г) з великою (до 144) кількістю ОВ та забезпечує розтягувальне навантаження до 7,5 кН.

Провівши огляд існуючих конструкцій СОКд різних фірм-виробників можна зробити наступний аналіз. Вітчизняні заводи-виробники (ВАТ «Одескабель», ЗАТ «Південькабель») виробляють кабелі для повітряних ВОЛЗ з порівняно невеликою кількістю ОВ з використанням неметалевих силових елементів. Більшість закордонних фірм-виробників (Sumitomo Electric Ltd, Fujikura, Corning Ltd, OFS) значну увагу приділяє виробництву повністю діелектричних БОК (ADSS) з невеликою кількістю ОВ (до 72), але легких за вагою конструкцій та можливістю використання у широкому спектрі умов (підвішування). Фірми Sumitomo Electric Ltd, Fujikura та OFS займаються виробництвом СОКд з великою кількістю ОВ (до 432) та СОК типу «8» для підвішування на великих прольотах (до 225, 206 та 150 м відповідно). Стосовно матеріалів усіх фірм-виробників можна відмітити популярність використання склопластику для ЦСЕ та ПСЕ, арамідних ниток для ПСЕ, гідрофобного заповнювача оптичних модулів або водопоглинаючої пряжі.

Провівши огляд існуючих конструкцій СОКд різних фірм-виробників можна зробити висновки:

- конструкції вітчизняних СОКд є загальнорозповсюдженими у світовому виробництві кабелів (одно- або багатомодульних);

- вітчизняні виробники СОКд не виробляють кабелі з великою кількістю ОВ та не укладають їх у стрічки. Так, наприклад, максимальна кількість ОВ у вітчизняних кабелів становить 144 ОВ, у закордонних – 432 ОВ;

- матеріали для виробництва елементів вітчизняних та зарубіжних СОКд, як правило, однакові;
- діаметри ОМ СОКд усіх розглянутих фірм-виробників складають від 1,5 до 5,0 мм;
- величини розтягувальних зусиль деяких вітчизняних СОКд в середньому більші у декілька разів від відповідної величини усіх інших кабелів закордонного виробництва. Так, наприклад, максимальне розтягувальне зусилля вітчизняних кабелів становить 40 кН, у розглянутих закордонних кабелів – 20 кН;
- матеріали елементів СОКд майже усіх зарубіжних кабелів не відомі, що не дає змогу проводити розрахунки параметрів їх конструкцій;
- верхня температурна межа середовища експлуатації СОКд зарубіжного виробництва на 10 °С більша за відповідну температурну межу вітчизняних кабелів.

ВИСНОВКИ

1. У даній роботі було проведено порівняльний аналіз конструкцій діелектричних самонесучих оптичних кабелів для повітряних ліній зв'язку та залізниць.
2. За результатами порівняння параметрів конструкції (кількість ОВ, діаметр ОМ, вага кабелю, величина розтягувального та роздавлювального зусилля, рекомендації фірми по інсталяції) вітчизняних та закордонних СОКд встановлено, що перевагою конструкцій вітчизняних кабелів є велика величина розтягувального зусилля (до 40 кН), а недоліком – невелика кількість ОВ в кабелі та відсутність рекомендацій щодо величини стріли провисання та довжини прольоту.
3. Для розширення спектру конструкцій вітчизняних самонесучих кабелів рекомендовано збільшувати кількість оптичних волокон у конструкціях СОКд, шляхом використання стрічок з ОВ, та розробити методи розрахунку умов інсталяції (довжини прольоту та стріли провисання).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розорінов Г.М. Високошвидкісні волоконно-оптичні лінії зв'язку: навч. посіб. для студ. вузів за спец. «Радіотехніка» та «Електроніка» / Г.М. Розорінов, Д.О. Солов'єв. – К.: Ліра-К, 2007. – 198 с.
2. Каталог кабелів фірми FITEC, 2008.
3. Шарле Д.Л. «Оптические кабели иностранного производства» / Электросвязь, № 11, 2001, С. 6 – 8.
4. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи / М.: Эко-Трендз, 2002.
5. Д.В. Иоргачев, О.В. Бондаренко, Л.Л. Мурадян / Внутриобъектовые оптические кабели // Технология и конструирование в электронной аппаратуре, № 4 – 5, Одесса, 2001.
6. Каталог кабелів ВАТ «Одескабель», 2008.
7. Каталог кабелів ЗАТ «Південькабель», 2010.
8. Каталог кабелів ЗАТ «Москабель-Фуджикюра», 2010.
9. Каталог кабелів фірми Sumitomo Electric Ltd, 2008.
10. Каталог кабелів фірми Fujikura, 2007.
11. Каталог кабелів фірми OFS, Loose Tube Fiber Optic Cable, 2008.
12. Каталог кабелів фірми ТОВ «Оптен», 2010.
13. Каталог кабелів фірми LG, 2005.