

РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ У ПРОМИСЛОВИХ УСТАНОВКАХ: ЗАПОБІЖНИКИ ЧИ ВІДМИКАЧІ? СИСТЕМА KABELDON¹.

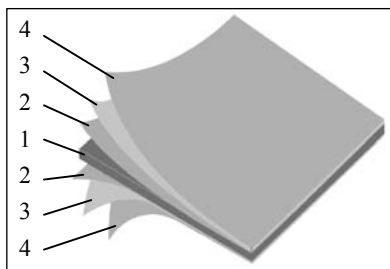
Шафи для системи Kabeldon

Як зазначалося у попередній публікації, розподільні пристрої системи Kabeldon допускають монтування безпосередньо на стінах приміщень, у яких вони розташовані. Подібний спосіб монтування може бути застосований, якщо у такому приміщенні працюють лише особи, допущені для роботи з цим розподільним пристроєм. В інших випадках, незважаючи на відносну безпечність системи Kabeldon, розподільні пристрої мають бути змонтовані у шафах з металевими стінками, покрівлею та дверцятами, які замикаються на ключ.

Система Kabeldon пропонує декілька різновидів металевих шаф, пристосованих для монтування розподільних пристроїв для зовнішнього (outdoor) та внутрішнього (indoor) встановлення з комутаційними апаратами саме цієї системи.

Деталі шаф, призначених для зовнішнього встановлення (шафи типів CDC та SDC) виготовляють з листової сталі завтовшки 2 мм, поверхні яких ретельно захищають від корозії. При цьому для деталей, які мають знаходитися на поверхні землі, застосовують гаряче цинкування тобто занурення підготовлених деталей (процес підготовки поверхонь передбачає знежирення, піскоструминне очищення, кислотне травлення, нанесення флюсу) у розтопленій цинк, яке забезпечує товщину шару цинку на поверхні сталі 60 - 100 мікрон, у той час, як звичайне електролітичне цинкування забезпечує товщину шару цинку близько 5 - 6 мікрон. Для підсилення захисту від корозії частин шафи, які знаходяться під землею, оцинковану поверхню покривають спеціальною полімерною фарбою, причому перед нанесенням фарби цинкову поверхню обробляють методом фосфатування (занурення у розчин фосфатів цинку та марганцю - Zn/Mn фосфатування), завдяки чому на поверхні цинку утворюється тонка плівка (3 - 5 мікрон), яка поліпшує адгезію фарби до поверхні деталі (рис 42).

Рис. 42. Три ступеня захисту сталевих поверхонь шаф від корозії: 1 - сталевий лист; 2 - цинкова плівка; 3 - плівка з нерозчинних фосфатів цинку та марганцю; 4 - плівка полімерної фарби



Дотримання описаної вище технології покриття поверхонь шаф забезпечує їх багаторічну бездоганну експлуатацію у різних кліматичних умовах - від Арктики до африканських тропіків, а також в умовах арктичного клімату, причому завдяки товстому шару цинку шафи не втрачають естетичного вигляду впродовж багатьох років (рис. 43).



Рис. 43. Шафи Kabeldon не псують ландшафт

Деталі шаф, призначених для внутрішнього встановлення (шафи типу KSIK) виготовляють з листової сталі з порошковим покриттям поверхонь. Ці шафи, пристосовані для розподільних пристроїв (щитів) внутрішнього встановлення в оточенні класів C1 (згідно з ISO 12944-2 - опалювані сухі приміщення) та C2 (приміщення, у яких спостерігається незначна вологість), можуть бути застосовані, наприклад, у промисловості, будівлях, спортивних залах, товарних складах тощо.

Для монтування розподільних пристроїв внутрішнього встановлення, побудованих на базі комутаційних апаратів системи Kabeldon, декілька вітчизняних підприємств розробили панелі, які хоча й дещо відрізняються нюансами конструкцій та габаритними розмірами, але отримали спільну назву - ЩО-Kabeldon.

Шафи CDC

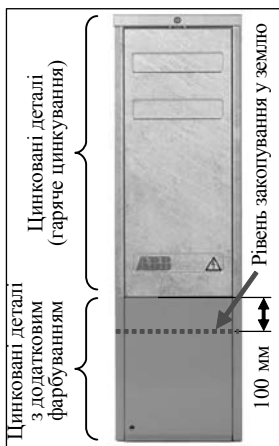
Шафа CDC (рис. 44) призначена для постійного застосування. Конструкція цієї шафи не передбачає демонтування впродовж багатьох років, оскільки нижня частина шафи мінімум на 300 мм (а з урахуванням стійок, які є висувними аксесуарами шафи - до 840 мм) знаходиться під землею і зазвичай бетонується.

Шафи CDC випускаються у трьох габаритах - шириною 350, 600 та 850 мм. Відповідно у шафі може розміщуватися до 20, 40 та 60 модулів (нагадаємо, що апаратура Kabeldon має модульну побудову - ширина будь-якого апарату є кратною модулю М, значення якого становить 12,5 мм). Базова висота шафи (без урахування висувних стійок) становить 1200 мм, а глибина - 220 мм. Шафи можуть поставлятися без шинних систем - з монтувальними платами або з шинними системами з робочим струмом у лінійних шинах 400 або 630 А.

Позначення шаф CDC є таким: CDC ХYY, де Х - умовне число яке позначає наявність шинних систем (0 - без шинної системи, 4 - з шинною системою 400 А, 6 - з шинною системою 630 А), YY - позначає кількість модулів, відповідно 20, 40 та 60, причому шафа з 20 модулями може мати шинну систему тільки на 400 А). Отже, шафа CDC 460 - це шафа з лінійними (ізолюваними) шинами KSFS 420 з робочим струмом 400 А, двома неізолюваними шинами KSNS 417 та додатковою універсальною сталевією шиною для монтування на ній універсальних затискачів UKRA 90, призначених для фіксації кабелів. Дана структура позначення застосовується й для шаф системи Kabeldon інших типів.

¹ Закінчення. Початок - у попередніх номерах (2010-1, 2). Інформацію надано компанією ТОВ «АББ Лтд»

Наявність у шафах CDC двох неізолюваних шин дозволяє здійснювати живлення навантаг із системами заземлення TN-C-S та TN-S (із застосуванням п'ятипровідних комплектів C20-TNS, C40-TNS або C60-TNS).



У той же час, відносно невелика глибина цих шаф (220 мм) не дозволяє застосовувати у них заднє приєднання живлення до лінійних шин.

На боковій стінці шафи розташовано отвір з револьверною заглишкою з отворами від $\varnothing 15$ до $\varnothing 60$ мм, що дозволяє встановлювати промислові розетки для тимчасового приєднання обладнання.

Рис. 44. Зовнішній вигляд шафи CDC

Шафа CDC при загальній висоті 1200 мм має встановлюватися так, що висота над рівнем землі повинна дорівнювати 900 мм. При цьому висота заглибленої у землю частини шафи може регулюватися у діапазоні від 300 до 840 мм за допомогою висувних стійок та базової опори (рис. 45).

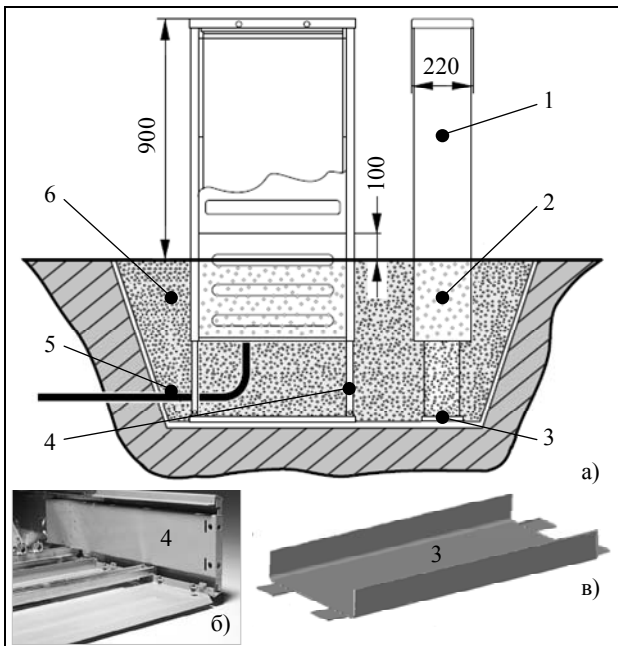


Рис. 45. Розміщення шафи CDC у землі (а) та відповідні аксесуари (б, в): 1 – шафа CDC; 2 – пісок або керамзит (засипається всередину шафи до рівня землі для зменшення конденсації вологи); 3 – базова опора; 4 – висувні стійки; 5 – кабель (кабелі); 6 – земля або бетонна суміш.

Висувні стійки можуть бути розташовані під кутом майже у 30° і, таким чином, розташовуючи шафу безпосередньо на стіні будівлі, можна забезпечити увід з обходженням фундаменту (рис. 46).

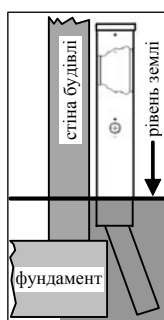


Рис. 46. Розташування стійок шафи CDC під кутом з метою обходження фундаменту.

Шафи CDCM

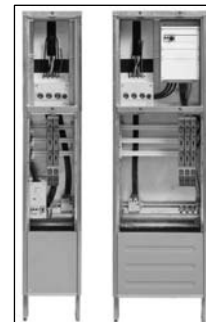
Шафи CDCM (рис. 47) відрізняються від шаф CDC наявністю надбудови – верхньої секції, яка призначена, переважно, для встановлення лічильників (meters).

Висота верхньої секції дорівнює приблизно 600 мм, отже загальна висота шафи CDC над рівнем землі становить 1500 мм. Шафи CDCM на відміну від шаф CDC випускаються лише у двох габаритах – шириною 350 та 600 мм.



Рис. 47. Зовнішній вигляд шаф CDCM X20 (X = 0 – без шин; 4 – з шинами на 400 A) та CDCM X40 (X = 0; 4 та 6 – з шинами на 630 A)

Основне призначення шаф CDCM – забезпечення



автоматичного керування вуличним освітленням із застосуванням сутінкових вимикачів (рис. 48).

Рис. 48. Шафи CDCM 420 та CDCM 440 з панелями для трифазних аналогових лічильників, пристроями (блоками GBLB 45, GBL 63) для автоматичного керування вуличним освітленням та комутаційними апаратами SLD 000

Шафи CDCP

Шафи CDCP (рис. 49) – це різновид шаф CDC, які монтуються на нижніх частинах стовпів ліній передачі електричної енергії у діапазоні середніх напруг (6/10 кВ) і застосовуються для розподілення кабельних ліній на стороні 0,4 кВ підстанцій невеликої потужності (до 315 кВА), трансформатори яких монтуються на верхніх частинах стовпів. Таке рішення забезпечує подачу електричної енергії споживачам навіть у віддалених селищах через кабельні лінії, що не тільки підвищує надійність електропостачання, а й сприяє суттєвому поліпшенню блискавкозахисту обладнання у будівлях.



Рис. 49. Шафи CDCP: живлення будівель через кабельні лінії

Шафи CDCP випускаються у двох габаритах – шириною 350 та 600 мм. Ці шафи можуть поставлятися без шинних систем або із шинними системами з робочим струмом 400 А. Шафи CDCP поставляються у комплекті із стовповим кронштейном з анкерним кріпленням та кабельним коробом, який спускається у землю і забезпечує захист кабелів, що відводяться від шафи (рис.50). Усі поверхні шафи мають надійний захист від корозії завдяки гарячому цинкуванню, а поверхні корпусу, який спускається у землю, додатково покривають полімерною фарбою. Хоча конструкція шаф CDCP (як і шаф CDC та CDCM) передбачає вентиляцію для розсіяння тепла влітку та запобігання конденсації, ці шафи мають ступінь захисту IP34D тобто захист від проникнення всередину інструментів (прутків діаметром $\geq 2,5$ мм) та захист від суцільного оббризування. Літера D означає захищеність від доступу дротом до небезпечних частин (IEC 60529).

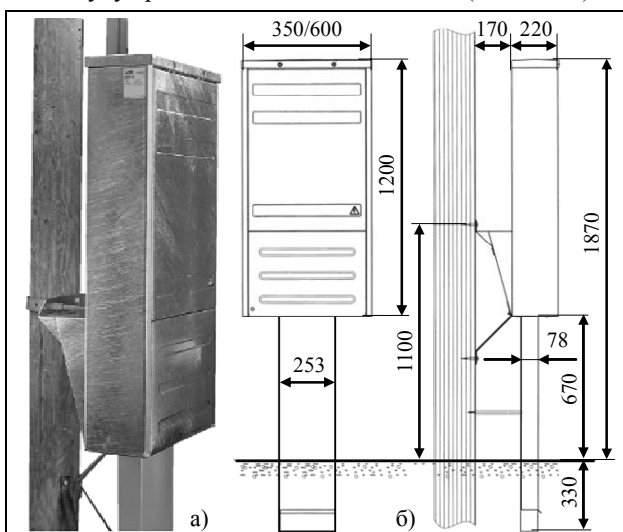


Рис. 50. Шафа CDCP: а – загальний вигляд; б – основні розміри

У задній частині шафи CDCP розташований спеціальний кронштейн, призначений для закріплення шафи на стовпі, а також введення живильних кабелів від трансформатора. У кришці кронштейну зроблено пробиття для виконання прямокутних отворів, у які заводяться кабельні канали, призначені для механічного захисту живильних кабелів, а у задній частині кронштейну передбачено отвір діаметром 48 мм для монтажу промислової розетки, призначеної для тимчасового приєднання мобільного електрообладнання, а також отвір для болта заземлення (рис. 51).

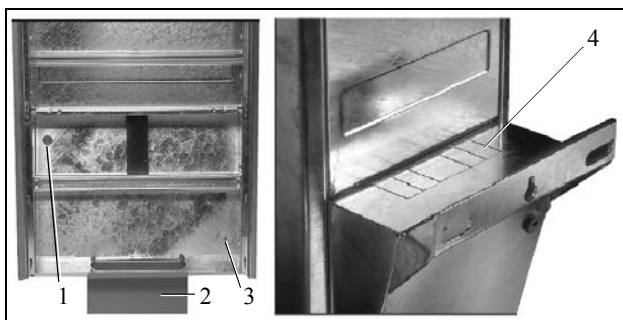


Рис. 51. Кронштейн у задній частині шафи CDCP: 1 – отвір для болта заземлення; 2 – кабельний короб для захисту кабелів, що відводяться у землю; 3 – отвір для монтажу промислової розетки; 4 – пробивки для кабельних каналів, призначених для захисту живильних кабелів

Шафи SDC

На відміну від шаф CDC, які призначені для монтажу невеликих (до 60 модулів) й достатньо простих розподільних пристроїв, шафи SDC дозволяють реалізувати більш потужні й складні розподільні пристрої, наприклад, розподільні пристрої із секціонуванням. Шафи SDC можуть бути застосовані як для зовнішнього (outdoor) так і для внутрішнього (indoor) встановлення. Шафа SDC (рис. 52) складається з двох відсіків – основного, верхнього, у якому монтується шинні системи та комутаційні апарати, та додаткового, нижнього (цоколя), який пригвинчується до нижньої частини основного відсіку, та служить для механічного захисту кабелів, що відходять від шафи униз (рис. 53). Усі шафи SDC мають висоту 889 мм (без цоколя), глибину 312 мм, а по ширині випускаються у трьох габаритах – 682, 996 та 1310 мм (відповідно вони розраховані на 48, 73 та 98 модулів). Ці шафи мають позначення LD. Шафи SDC можуть поставлятися без шинних систем або із шинними системами з робочим струмом 400 та 630 А, причому шафи шириною 996 та 1310 мм з робочим струмом 630 А випускаються також у модифікаціях глибиною 242 мм. Позначення шаф SDC здійснюється аналогічно позначенню шаф CDC. Наприклад, позначення SDC 073 означає, що шафа поставляється без шинної системи і має ширину 996 мм (усередині може бути розміщено 73 модулі) та глибину 312 мм, а позначення SDC 698 LD означає, що шафа поставляється з шинною системою з робочим струмом 630 А, має ширину 1310 мм (усередині може бути розміщено 98 модулів), а глибина шафи становить 242 мм (позначення LD).



Рис. 52. Зовнішній вигляд шафи SDC. На боковій стінці шафи розташовано отвір з револьверною заглушкою з отворами від $\varnothing 15$ до $\varnothing 60$ мм, для встановлення промислової розетки

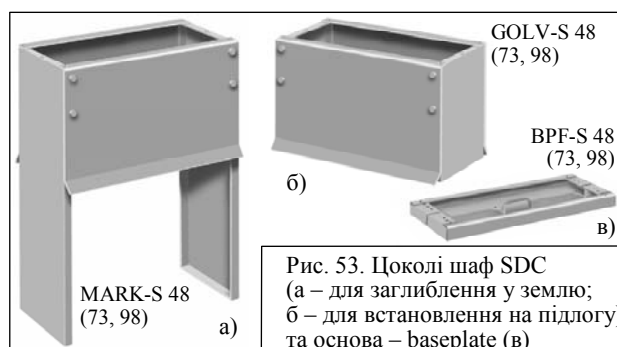


Рис. 53. Цоколі шаф SDC (а – для заглиблення у землю; б – для встановлення на підлогу) та основа – baseplate (в)

При заглибленні цоколя у землю він має виступати над поверхнею землі приблизно на 100 мм для запобігання корозії поверхонь шафи.

На відміну від шаф CDC, шафи SDC поставляються лише з однією неізолюваною шиною – для організації PEN шини. Для реалізації п'ятипровідних систем TN-C-S або TN-S слід застосовувати додаткову неізолювану шину відповідної довжини та спеціальні комплекти аксесуарів, наприклад SD48-TNS або SD73-TNS для шаф SDC 48 та SDC 73 відповідно (рис. 54).

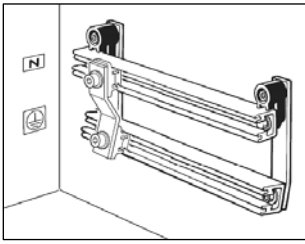


Рис. 54. Комплект S48-TNS (S73-TNS) для реалізації п'ятипровідних систем захисного заземлення TN-C-S та TN-S (для системи TN-S перемичку слід прибрати)

Ширина шаф SDC перевищує ширину шаф CDC, що дозволяє монтувати у них більш розгалужені й навіть секціоновані розподільні пристрої. Ці шафи можуть монтуватися безпосередньо на стінах будівель та приміщень (рис. 55). При цьому знизу до них мають бути приєднані основи BPF-S 48 (73, 98), через які виводяться увідні та фідерні кабелі.

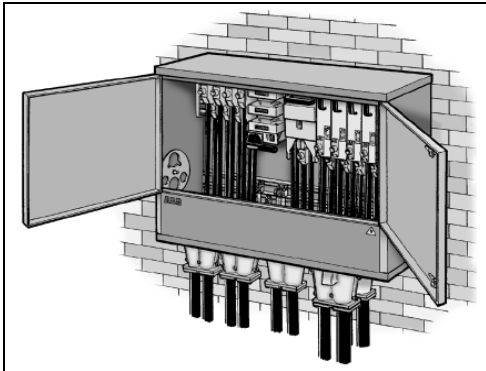


Рис. 55. Шафа SDC 98 з основою BPF-S 48 – монтування на стіні

Шафи SDCM

Шафи SDCM (рис. 56) відрізняються від шаф SDC наявністю надбудови – верхньої секції. Враховуючи відносно велику ширину шаф SDCM, верхні секції у них можуть бути застосовані не тільки для встановлення лічильників, а й для монтування інших апаратів. Висота верхньої секції дорівнює 634 мм, отже загальна висота шафи SDCM над рівнем землі становить 1523 мм (889+634+100 мм).

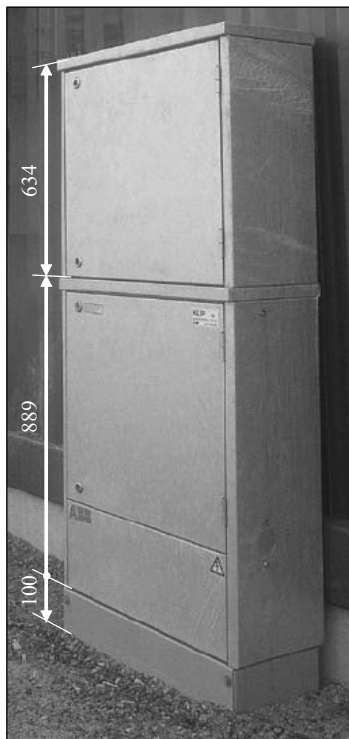


Рис. 56. Шафа SDCM 48 має одні дверці як у нижній, так і у верхній секціях; а шафи SDCM 73 та SDCM 98 мають по дві дверці у кожній із секцій

До верхніх секцій шаф SDCM поставляються спеціальні монтажні панелі – дерев'яні завтовшки 12 мм та виготовлені із сталевго листа товщиною 2 мм з бортиком 19 мм. Сталеві панелі перфоровані отворами $\varnothing 3,5$ мм з відстанню між центрами отворів 38 мм.

Шафи KSIK

На відміну від шаф CDC та SDC, шафи KSIK передбачають тільки внутрішнє встановлення (рис. 57). Шафи KSIK мають висоту 900 мм, глибину 325 мм, а по ширині випускаються у трьох габаритах – 655, 895 та 1350 мм (відповідно вони розраховані на 42, 63 та 98 модулів). Шафи KSIK поставляються без шинних систем із знімною монтувальною панеллю, на якій може бути змонтована шинна система з ізольованих шин на струми від 400 до 1600 А та комплект неізольованих шин та аксесуарів для реалізації п'ятипровідних систем захисного заземлення TN-C-S та TN-S. Шафи KSIK мають такі позначення: KSIK 043, KSIK 063 та KSIK 098.



Рис. 57. Шафа KSIK

Отвори на обох бокових стінках шафи дозволяють пропускати через них шини та, об'єднуючи декілька шаф, створювати розподільні пристрої будь-якої довжини. Спеціальні кронштейни, які додаються до шаф, полегшують їх встановлення на стіну, а наявність овальних отворів в основах шаф суттєво полегшує підведення та монтування кабелів.

Панелі ЩО-Kabeldon

До закритих комплектних пристроїв (у тому числі розподільних пристроїв) або щитів зазвичай застосовують абревіатуру НКУ (низковольтные комплектные устройства – рус.). Серед щитів, які розроблялися й вироблялися ще у радянські часи, велику популярність здобули збірні конструкції на базі розроблених у 70-ті роки панелей ЩО-70 (рис. 58). На теренах бувшого СРСР ці щити виробляються й зараз величезною кількістю малих, середніх й великих підприємств. Їх конструкції у деяких нюансах модифікувалися, зараз багато підприємств випускає панелі ЩО-99 (розробки 1999 р.). Щити ЩО мають габарити 2000×800(300, 600, 700)×600 мм.

Для цих панелей було розроблено велику кількість типових схем, які задовольняли практично усім потребам у промисловому й цивільному будівництві. Лінійні (фідерні) щити комплектуються автоматичними відмикачами й комбінаціями із запобіжниками – вимикачами-роз'єднувачами із залежним та незалежним оперуванням (наприклад, ВР-32) та запобіжниками ПН-2. Можливості розміщення апаратів у цих щитах дозволяють встановити не більше чотирьох фідерів у панелі шириною 700 мм. Відтак, щити ЩО є досить громіздкими.

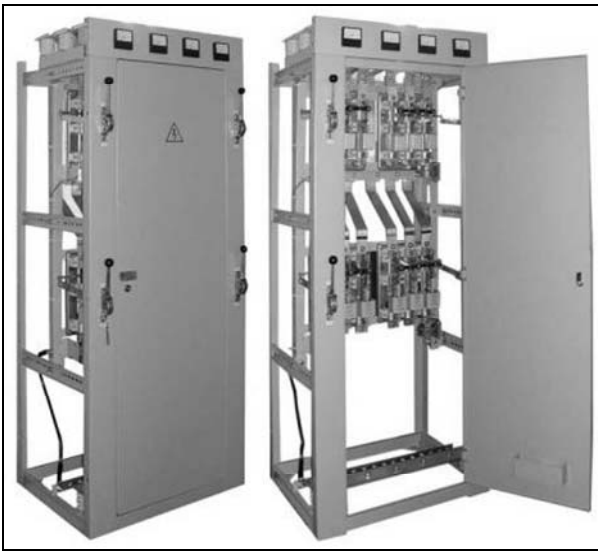


Рис. 58. Панель ЩО-70: лише чотири фідери

Враховуючи громіздкість та низький рівень захищеності цих панелей при відкритих дверцях (IP00), декілька українських підприємств освоїли виробництво розподільних панелей ЩО-Kabeldon, які дають можливість поєднувати в одному конструктиві апаратуру системи Kabeldon та апаратуру інших виробників (рис. 59, 60).

Усі панелі ЩО-Kabeldon мають два рівні секцій. На нижньому рівні (одна секція) монтуються комутаційні апарати SLD системи Kabeldon, які здійснюють комутації та захист фідерів, а на верхньому рівні (дві, три або чотири секції) – апарати інших виробників, наприклад увідні комутаційні й захисні апарати, система обліку електричної енергії, вимірювальні прилади тощо.

Панелі ЩО-Kabeldon особливо ефективні при реконструкції розподільних пристроїв трансформаторних підстанцій, оскільки це рішення дає можливість в існуючих габаритах збільшити кількість вихідних фідерів у 2 – 2,5 разів. Ці панелі дозволяють також проектувати й будувати нові підстанції з мінімальними габаритами.

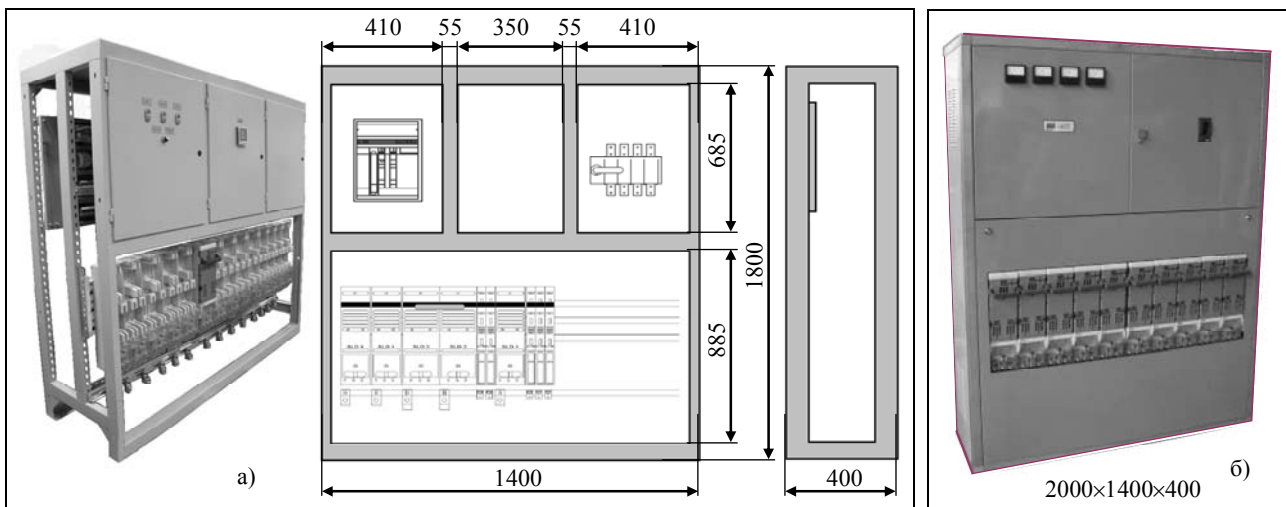


Рис. 59. Панелі ЩО-Kabeldon: а – «Вірма-Електро» (Житомир); б – «Електроград» (Кривий Ріг)

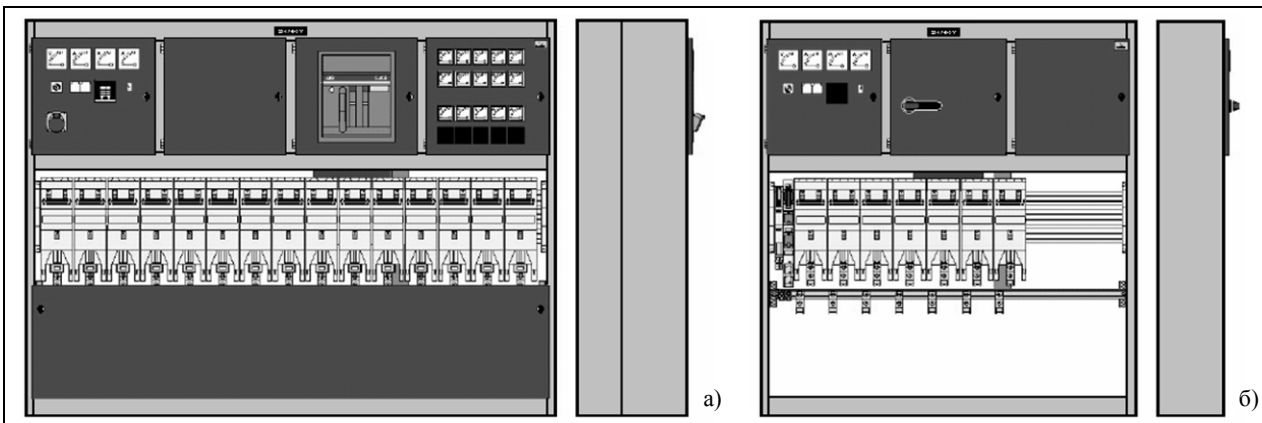


Рис. 60. Панелі ЩО-Kabeldon «Вірма» (Київ): а – 1600×2250×500; б – 1600×1250×300

Застосування панелей ЩО-Kabeldon, дозволяє розширити можливості системи Kabeldon за рахунок встановлення у верхніх секціях системи АВР та апаратів будь-яких виробників і, таким чином, суттєво знизити вартість розподільного пристрою. При цьому зберігаються позитивні якості системи Kabeldon, а саме:

- уведення електроенергії кабелем або шиною;
- при монтуванні нижньої секції не потрібно жодного свердлення;
- механічне монтування та електричне приєднання комутаційних апаратів здійснюється однією дією;
- вільне розташування комутаційних апаратів вихідних (фідерних) ліній;
- можливість монтування та демонтування комутаційних апаратів під напругою без знеструмлення увідного апарата, тобто без відключення паралельних споживачів;
- можливість швидкого підключення додаткових фідерів також без відключення паралельних споживачів;

- зменшення часу на ремонтні роботи, зокрема за рахунок можливості швидкого заземлення вихідних ліній;
- відсутність необхідності періодичного дотискання контактних з'єднань принаймні впродовж 30 років;
- безпечність обслуговування – шинна система та апаратура у нижній секції мають ступінь захисту IP20;
- забезпечення функції роз'єднання та створення видимого розриву кола у відключеному положенні апаратів;
- зменшення (принаймні на 15%) втрат електроенергії у контактних з'єднаннях;
- висока надійність обладнання – запобіжники, що входять до комутаційних апаратів є більш надійними апаратами захисту ніж автоматичні відмикачі;
- висока ефективність захисту – запобіжники, що входять до комутаційних апаратів мають суттєво більшу здатність до відмикання коротких замикань ніж автоматичні відмикачі;
- система має якісне маркування, що мінімізує можливість виконання персоналом помилкових операцій.

На підтвердження ефективності застосування панелей ЩО-Kabeldon у порівнянні з традиційними панелями ЩО наведемо один приклад.

При проектуванні житлового комплексу у Солом'янському районі м. Києва було прийнято рішення використати потужності трансформаторної підстанції, яка живила розташований поруч вищий навчальний заклад. Приймання та розподілення електричної енергії на стороні низької напруги у цій підстанції здійснювалося шістьма панелями ЩО-70, частина яких показана на рис. 61.



Рис. 61. Частина розподільного пристрою, побудованого на базі панелей ЩО, у підстанції, що підлягала реконструкції

Особливість проекту полягала в тому, що в існуючих габаритах підстанції два встановлених трансформатори потужністю 400 кВА мали бути замінені на більш потужні (1000 кВА) та збільшена кількість вихідних фідерів з 16 (2 секції по 8) до 28 (2 секції по 14), щоб забезпечити живлення ВНЗ, житлового комплексу та резервування для нових можливих приєднань. Трансформатори розміщалися в окремих приміщеннях розміром 2,90 м × 2,75 м – цього було цілком достатньо для встановлення трансформаторів потужністю 1000 кВА, площа розподільного пристрою на стороні 10 кВ (9,00 м × 2,50 м) також дозволяла розмістити додаткові комірочки. А от приміщення розподільного пристрою низької напруги (2,90 м × 2,75 м) не давало жодної можливості встановити додаткові панелі ЩО (навіть більш компактні панелі ЩО-90 шириною 700 мм). Тому було прийнято рішення застосувати дві панелі ЩО-Kabeldon 1800×1400×400 (рис. 59,а). Ці панелі легко вписалися в границі існуючого приміщення для РП-0,4 (рис. 62).

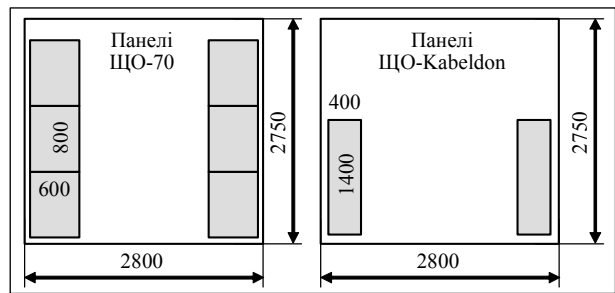


Рис. 62. Розташування панелей ЩО-70 та ЩО-Kabeldon у приміщенні РП-0,4 трансформаторної підстанції

Наприкінці наведемо ще один приклад ефективності застосування панелей ЩО-Kabeldon.

Відповідно до запиту керівництва Обленерго було проведено техніко-економічне порівняння рішень щодо розподільних пристроїв на базі панелей ЩО-90 та ЩО-Kabeldon. За вихідні дані були прийняті такі:

1. Розподільний пристрій складається з двох секцій з окремими уводами на 1600 А та вісьмома вихідними фідерними лініями (2 × 400 А, 4 × 250 А та 2 × 100 А) у кожній секції.

2. Увідні комутаційні апарати – автоматичні відмикачі ВА55-41 виробництва ВАТ Електроапарат, Курськ.

3. Секційний комутаційний апарат – роз'єднувач РЕ19-41 виробництва Коренівського заводу низьковольтної апаратури.

4. Фідерні апарати:

а – вимикачі-роз'єднувачі ВР32-XX (XX=31 – 100 А; 35 – 250 А; 37 – 400 А) та запобіжники ПН2 (ПН2-100; ПН2-250; ПН2-400) виробництва ВАТ Електроапарат, Курськ; б – запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі системи Kabeldon (SLD 000 – 100 А; SLD 1 – 250 А; SLD 2 – 400 А) із топками вставками NH.

Результати порівняння виявилися такими:

Панелі	ЩО-90	ЩО-Kabeldon
Увід, секціонування	ВА55, РЕ19	ВА55, РЕ19
Фідери	ВР32	SLD
Ціна з ПДВ, грн.	99 500 – 117 000	102 700 – 114 100

До даних, наведених у таблиці, слід додати, що розрахунки проводилися у 2008 р., а з урахуванням зниження курсу євро у 2010 р., розподільне обладнання на базі ЩО-Kabeldon набуває суттєвих економічних переваг. Не слід скидати з рахівниць й економію, яка може бути отримана за рахунок розміщення розподільного пристрою у меншому приміщенні (рис. 63).

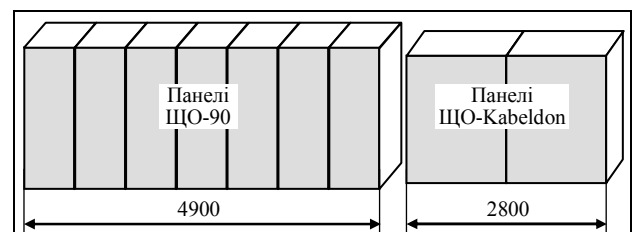


Рис. 63. Порівняння РП на базі панелей ЩО-90 та ЩО-Kabeldon

Наведений аналіз дає усі підстави стверджувати, що система Kabeldon буде належно оцінена електромонтажними й експлуатаційними закладами, враховуючи переваги цих рішень над традиційними системами, у тому числі в плані майже 100-відсоткової безпечності її застосування оперативним персоналом. Безпека – понад усе!