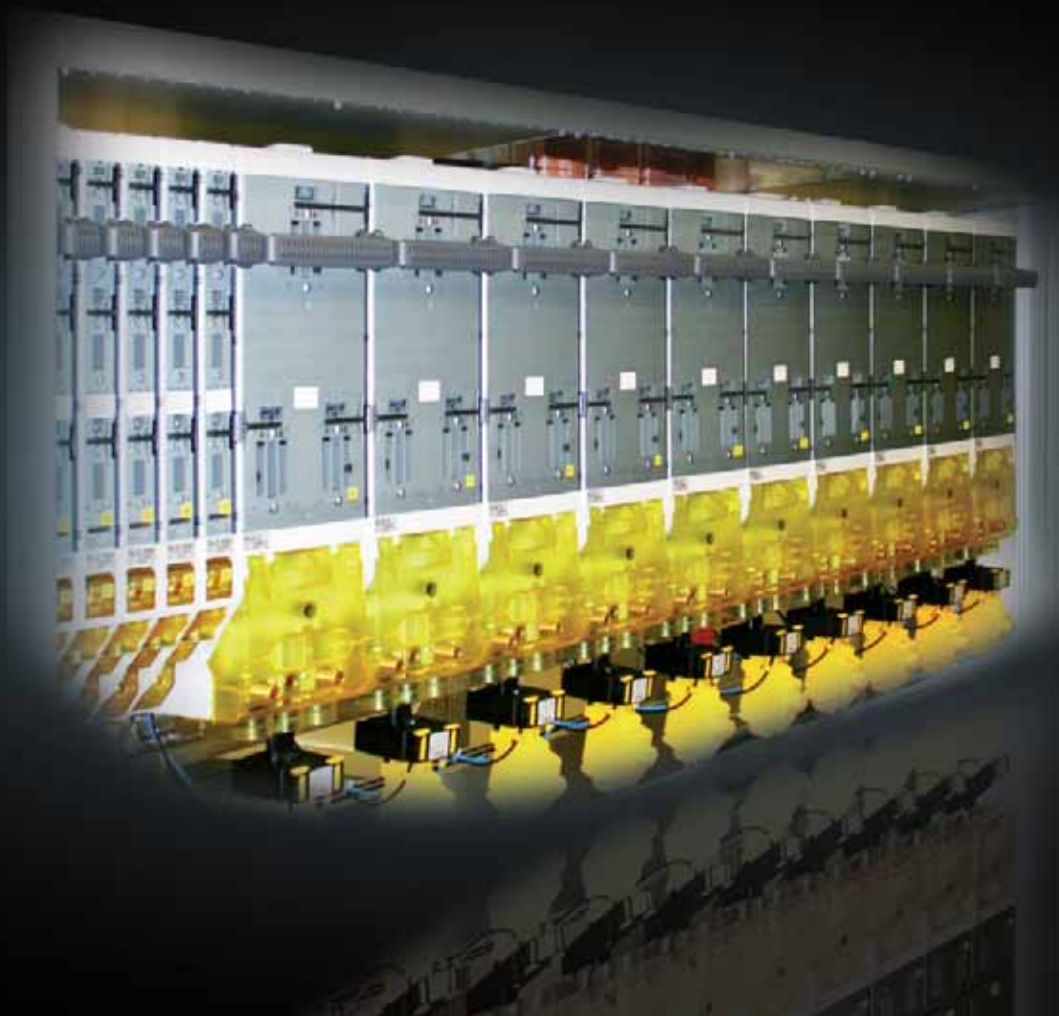




Розподільні пристрої 0,4 кВ Промислового призначення на базі Kabelleon IP-system

Power and productivity
for a better world™



Розподільні пристрої 0,4 кВ промислового призначення на базі Kabeldon IP-system:

- компактність
- довговічність – понад 40 років
- безпечність для оперативного персоналу
- монтування розподільного пристрою на стіні
- підключення та заміна апаратів під напругою
- простота й швидкість монтування
- відсутність кабельних наконечників
- ефективний захист мереж
- надійність в експлуатації
- екологічність

Kabeldon IP-system: приклади застосування у світі



Розподільно-облікові шафи у м. Мальмо (Швеція)



Розподільно-обліковий щит у центральному парку м. Рейк'явік (Ісландія)



Щит для керування освітленням та обліку електроенергії біля мосту Оресунд, що з'єднує Данію та Швецію



Розподільний пристрій РП-0,4, на стіні підстанції (Норвегія)



Розподільно-обліковий щит біля першого у Швеції Макдональдсу



Тимчасова шафа для електропостачання зали під час фестивалю «Євробачення'2003» у м. Ризі (Латвія)



Шафа для керування фонтаном у м. Осло (Швеція)



Заміна комутаційного апарата під напругою у розподільному пристрої промислового підприємства (Швеція)



Розподільно-облікова шафа для керування вуличним освітленням у м. Олександрія (Єгипет)



Розподільно-облікова шафа на пірсі яхт-клубу з додатковим щитком для тимчасового живлення яхт (Англія)



Розподільно-обліковий щит на залізничній станції (Англія)



Розподільна шафа біля м. Брістоль (Англія)



Нетрадиційне застосування – маскувального крана для поливу ігрового поля



Шафи Kabeldon застосовуються не тільки для електричних, а й для оптоволоконних систем

Kabeldon IP-system: приклади застосування в Україні

Трансформаторна підстанція ТП-220 (м. Житомир)



РП-0,4 до реконструкції



РП-0,4 після реконструкції



РП-0,4 трансформаторної підстанції ТП-498 (м. Житомир)



РП-0,4 заводу склотари (м. Буча, Київська обл.)



РП-0,4 торговельно-офісного центру (м. Київ)



РП-0,4 сільської трансформаторної підстанції (Житомирська обл.)



Шафа з розетками (Іллічівський морський порт)



Шафа вуличного освітлення (м. Бровари)

Розподільні пристрої 0,4 кВ промислового призначення на базі Kabeldon IP-system 3

Проектуючи розподільний пристрій, розробник стикається з низкою проблем, розв'язання яких, розширюючи функціональні можливості, забезпечує економію коштів як при проектуванні, виготовленні або реконструкції, так і в процесі експлуатації розподільного пристрою.

Перерахуємо деякі з цих проблем.

- Як зменшити габаритні розміри пристрою (у першу чергу ширину та глибину)?
- Як забезпечити безпечну експлуатацію пристрою з точки зору унеможливлення дотиків до активних частин (live parts) електроустановок, у першу чергу до шин та терміналів апаратів?
- Як забезпечити швидке й надійне заземлення фідерного кабелю для проведення ремонтних робіт?
- Як забезпечити швидку й безпечну заміну фідерного комутаційного апарата, що вийшов з ладу, або підключення додаткових фідерів без відключення від живлення паралельних споживачів?
- Як забезпечити конструктивне поєднання в одному пристрої апаратів різних конструкцій, наприклад відмикачів та комбінацій із запобіжниками?
- Як забезпечити секціонування у розподільному пристрої та автоматичне вмикання резерву (ABP)?

Обираючи систему Kabeldon, точніше кажучи – Kabeldon IP-system, проєктант та замовник отримують засоби розв'язання зазначених проблем

Що ж таке система Kabeldon?

Kabeldon IP-system – це система, яка складається з ізольованих шин, спеціальних комутаційних апаратів, оболонок та аксесуарів, а також монтажних засобів, призначених для виготовлення нових та реконструкції існуючих розподільних пристроїв в мережах 0,4 кВ

Зміст

	Стр.
ГЛОСАРІЙ	6
ВСТУП	10
СКЛАДОВІ СИСТЕМИ KABELDON	12
ШИНИ ТА ШИННІ ОПОРИ	13
МОНТУВАННЯ АПАРАТІВ ТА З'ЄДНУВАЧІВ НА ШИНАХ	15
КОМУТАЦІЙНІ АПАРАТИ СИСТЕМИ KABELDON	16
ЗАПОБІЖНИКИ-ВИМИКАЧІ-РОЗ'ЄДНУВАЧІ ІЗ ЗАЛЕЖНИМ ОПЕРУВАННЯМ	17
ВИМИКАЧІ-РОЗ'ЄДНУВАЧІ-ЗАПОБІЖНИКИ З НЕЗАЛЕЖНИМ ОПЕРУВАННЯМ	22
СЕКЦІЙНІ КОМУТАЦІЙНІ АПАРАТИ З НЕЗАЛЕЖНИМ ОПЕРУВАННЯМ	24
З'ЄДНУВАЧІ СИСТЕМИ KABELDON	27
ОСНОВНІ АКСЕСУАРИ СИСТЕМИ KABELDON	29
ПРИСТРОЇ ШВИДКОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ	30
ПРИСТРОЇ БЛОКУВАННЯ ВМИКАННЯ КІЛ	31
П'ЯТИПРОВІДНІ НАБОРИ	32
ОДНОПОЛЮСНА РОЗЕТКА	34
АКСЕСУАРИ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТРИПОЛЮСНОГО АПАРАТА НА ТРИ ОДНОПОЛЮСНИХ	35
АКСЕСУАРИ ДЛЯ ВБУДОВУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ ВІДМИКАЧІВ У СИСТЕМУ KABELDON	36
ШИННІ МОСТИ	37
АКСЕСУАРИ ДЛЯ ЗАЗЕМЛЕННЯ ШИН	38
АКСЕСУАРИ ДЛЯ ЗАДНЬОГО ПРИЄДНАННЯ ПРОВІДНИКІВ ДО ШИН	39
АПАРАТИ ТА АКСЕСУАРИ ДЛЯ ОБЛІКУ СПОЖИТОЇ ЕНЕРГІЇ	40
ПРИСТРОЇ КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ	42
ОБОЛОНКИ ДЛЯ МІНІАТЮРНИХ АПАРАТІВ	43
УНІВЕРСАЛЬНИЙ ЗАТИСКАЧ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ КАБЕЛІВ	44
РІЗНОВИДИ ШАФ ДЛЯ СИСТЕМИ KABELDON	45
ШАФИ CDC, CDCM ТА CDCP	46
ШАФИ SDC ТА SDCM	49
ШАФИ KSIK	51
ПАНЕЛІ ЩО-KABELDON	52
ШИННА СИСТЕМА НА 2500 А. ШИНИ, ОПОРИ, З'ЄДНУВАЛЬНИЙ ПЕРЕХІДНИК	55
ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ KABELDON КОМПАНІЇ «ВІРМА-ЕЛЕКТРО» ТА ЖИТОМИРОБЛЕНЕРГО	57

Глосарій

Термінологія, яка використовується у даному буклеті, відповідає сучасній базовій міжнародній електротехнічній термінології, зафіксованій у Міжнародному електро-технічному словнику (International Electrotechnical Vocabulary – IEV), що має статус стандарту Міжнародної електротехнічної комісії (International Electrotechnical Commission – IEC) (IEC 60050), а також специфічній термінології, зафіксованій у профільних стандартах IEC, тобто у стандартах на окремі групи електричних апаратів. Кожне поняття у даному глосарії представлено терміном та відповідним визначенням (у перекладі з першоджерела на українську мову). Після кожного терміну у дужках наводиться англomовний оригінал терміну та номер цього поняття в IEV, який складається з розділених дефісами номеру частини (три цифри, перша з яких відповідає номеру класу понять IEV), номеру розділу (section) у межах відповідної частини (дві цифри) та номеру поняття у межах відповідного розділу (дві або три цифри), наприклад, 441-14-05.

Посилання на поняття, не визначені в IEV, але визначені у стандартах IEC, будемо позначати номером стандарту та номером пункту цього стандарту, де визначено відповідне поняття, наприклад, 60947-3, 2.13.

До визначень деяких понять додаються коментарі, виділені курсивом.

комутаційний апарат

(switching device: 441-14-01) – апарат, призначений для вмикання або вимикання струму в одному чи декількох електричних колах

(електро)механічний комутаційний апарат

(mechanical switching device: 441-14-02) – комутаційний апарат, призначений для замикання та розмикання одного або декількох електричних кіл за допомогою контактів, що відділяються

актуатор; орган керування

(actuator 441-15-22) – частина привідної системи механічного комутаційного апарата, до якої прикладається сила зовнішнього впливу

Примітка. Актуатор може мати форму важеля, ручки, кнопки, ролика тощо

полюс комутаційного апарата

(pole of a switching device: 441-15-01) – частина комутаційного апарата, яка пов'язана тільки з однією електрично незалежною частиною головного кола та не містить частин, призначених для спільного монтажу та оперування всіма полюсами разом

Примітка. Комутаційний апарат називають однополюсним, якщо він має тільки один полюс. Якщо він має декілька полюсів, його називають багатополісним (двополюсним, триполюсним тощо) за умови, коли полюси поєднані або можуть бути поєднані таким чином, щоб оперувати разом

головне коло

(main circuit: 441-15-02) – сукупність струмопровідних частин комутаційного апарата, що входить до кола, яке він має замикати та розмикати

номінальне значення

(nominal value: 151-16-09) – кількісне значення, що застосовується для позначення та ідентифікації компоненти, пристрою, обладнання або системи

номінативне значення

(rated value: 151-16-08) – кількісне значення, що застосовується для цілей визначення технічних характеристик, встановлюваних для обумовленої сукупності умов роботи компоненту, пристрою, обладнання або системи.

Різнниця між поняттями «nominal value» та «rated value» полягає в тому, що номінальне значення не ставиться у залежність від будь-яких умов, а номінативне значення завжди пов'язане з певною сукупністю умов, для якої це номінативне значення встановлюється. Наведемо декілька прикладів.

а) Номінальна напруга мережі живлення – 220 В (nominal voltage of supply network 220 V). Насправді, напруга на тих чи інших терміналах мережі може суттєво відрізнитися від 220 В (може перевищувати 220 В при ненавантаженій мережі або при обриві нейтралі чи знижуватися майже до нуля при коротких замиканнях), а специфікатор «220 В» лише позначає дану мережу і не залежить від будь-яких внутрішніх чи зовнішніх чинників.

б) Номінативний струм апарата – 100 А (rated current 100 A). Цей запис означає, що через струмопровід апарата можна пропускати струм 100 А, але з урахуванням низки умов – рід струму, частота, режим роботи, температура навколишнього середовища, висота над рівнем моря тощо.

До речі, в англomовній технічній літературі (стандарти, каталоги тощо) словосполучення «nominal current» ніколи (!) не вживається.

рейтинг; номінатив

(rating: 151-16-11) – сукупність номінативних значень та умов роботи

В англomовній технічній (у тому числі і у нормативній) літературі цей термін застосовується до окремих величин, наприклад «current rating», «voltage rating», причому як у однині, так і у множині, наприклад «current ratings», «voltage ratings».

У цьому контексті термін «rating(s)» можна перекладати і як «рейтинг», і як «номінатив(и)», наприклад «номінатив струму», «номінативи напруги», «рейтинги напруги» тощо.

надструм

(over-current: 441-11-06) – струм, що перевищує номінативне значення

перевантаження

(overload: 441-11-08) – умови роботи в електрично непошкоджену колу, що спричиняють виникнення надструму

коротке замикання

(short-circuit: 151-12-04) – випадково чи навмисно створений струмопровідний шлях між двома чи декількома струмопровідними частинами, який призводить до того, що різниця потенціалів між цими частинами стає рівною або близькою до нуля

очікуваний струм

(prospective current: 442-01-47) – струм, який тiк би у колі, якби кожна ділянка головного кола комутаційного апарата та апарата захисту від надструмів була замінена провідником з незначно малим імпедансом

Примітка. Очікуваний струм можна кваліфікувати так само, як і фактичний струм, наприклад, очікуваний струм відмикання, очікуваний пік струму, очікуваний різницевий струм тощо.

роз'єднувач

(disconnect: 441-14-05) – електромеханічний комутаційний апарат, який забезпечує у розімкненому положенні ізоляційний проміжок відповідно до приписаних вимог

Примітка. Роз'єднувач здатний розмикати та замикати коло при незначному струмі або незначній зміні напруги на терміналах кожного з його полюсів. Він також здатний проводити струми при нормальних умовах в колі, а також проводити струм впродовж визначеного часу при не нормальних умовах, таких як коротке замикання.

(електромеханічний) вимикач

((mechanical) switch: 441-14-10) – електромеханічний комутаційний апарат, спроможний вмикати, проводити та вимикати струми при нормальних умовах у колі, у тому числі при обумовлених перевантаженнях, а також витримувати впродовж обумовленого часу струми при обумовлених ненормальних умовах у колі, таких як коротке замикання

Примітка. Вимикач може бути спроможним вмикати, але не відмикати струми короткого замикання.

вимикач-роз'єднувач

(switch-disconnector: 441-14-12) – вимикач, який у розімкненому положенні задовольняє вимогам щодо роз'єднання, що є визначеними для роз'єднувачів

роз'єднання (функція роз'єднання)

(isolation (isolating function): 60947-1.; 3.6.10) – функція, призначенням якої є переривання живлення від усієї установки або її окремої частини шляхом відділення від будь-якого джерела електричної енергії з міркувань безпеки

відмикач; брейкер

(circuit-breaker: 441-14-20) – електромеханічний комутаційний апарат, здатний вмикати, проводити та вимикати струм при нормальних умовах у колі, а також вмикати, проводити впродовж обумовленого часу та вимикати струми при обумовлених ненормальних умовах у колі, таких як коротке замикання

Головною особливістю відмикачів (circuit-breakers), що відрізняє їх від інших комутаційних апаратів – роз'єднувачів (disconnectors) та вимикачів (switches), є їх здатність відмикати струми коротких замикань.

запобіжник

(fuse: 441-18-01) – апарат, який шляхом розтоплення одного або декількох спеціально спроектованих деталей розмикає коло, у якому він встановлений, відмикаючи струм, коли той перевищує задане значення впродовж обумовленого часу

Примітка. Запобіжник містить усі частини, що створюють єдиний пристрій.

Частинами запобіжника є його основа (fuse-base: 441-18-02), вставка (fuse-link: 441-18-09), тримач вставки (fuse-carrier: 441-18-13), топкий елемент (fuse-element: 441-18-08), калібр або калібрувальна деталь (gauge-piece: 60269-1, 2.1.11) тощо.

комбінація запобіжника з комутаційним апаратом

(fuse-combination unit: 441-14-04) – комбінація механічного комутаційного апарата та одного або декількох запобіжників у вигляді єдиного апарата, зібраного виробником, або відповідно до його вказівок

Найбільш поширеними комбінаціями із запобіжниками є роз'єднувач-запобіжник (disconnecter-fuse: 441-14-15), вимикач-роз'єднувач-запобіжник (switch-disconnector-fuse: 441-14-15), а також запобіжник-роз'єднувач (fuse-disconnector: 441-14-18) та запобіжник-вимикач-роз'єднувач (fuse-switch-disconnector: 441-14-19). В останніх двох комбінаціях рухомий контакт утворюється вставкою або тримачем зі вставкою запобіжника.

здатність до вмикання

(making capacity: 441-17-09) – значення очікуваного струму вмикання, який комутаційний апарат здатний вмикати при заданій напрузі та приписаних умовах застосування і режимах

здатність до вмикання коротких замикань

(short-circuit making capacity: 441-17-10) – здатність до вмикання з приписаними умовами, у тому числі щодо короткого замикання на терміналах комутаційного апарата

здатність до відмикання коротких замикань

(short-circuit breaking capacity: 441-17-11) – здатність до відмикання, з приписаними умовами, у тому числі щодо короткого замикання на терміналах комутаційного апарата

категорія застосування

(utilization category: 441-17-19) – сукупність визначених вимог та умов, підібраних таким чином, щоб подати типові сукупності практичних застосувань, у яких комутаційний апарат або запобіжник виконує свої функції

Категорії застосування комутаційних апаратів та апаратів керування низької напруги позначаються двома літерами – AC (для апаратів змінного струму – alternative current, a.c.) або DC (для апаратів постійного струму – direct current, d.c.), після яких подаються одна чи дві цифри (у деяких випадках після цифр іде ще одна літера – А чи В). Автоматичні відмикачі низької напруги мають лише дві категорії застосування – А (швидкодіючі струмообмежувальні відмикачі, що призначені для захисту електричних кіл і для яких не передбачається номінальний короточасно витримуваний струм – protection of circuits, with no rated short-time withstand current) та В (селективні відмикачі, що призначені для захисту електричних кіл і для яких передбачається номінальний короточасно витримуваний струм – protection of circuits, with rated short-time withstand current).

Найбільш поширеними категоріями застосування вимикачів, роз'єднувачів та комбінацій із запобіжниками є категорії AC-20 (з'єднання та роз'єднання без навантаг), AC-21 (комутація активних навантаг), AC-22 (комутація активно-індуктивних навантаг) та AC-23 (комутація кіл з двигунами або іншими високоіндуктивними навантагами).

струм обмеження; пропущений струм

(cut-off current; let-through current: 441-17-12) – максимальне миттєве значення струму, досягнуте при операції відмикання комутаційного апарата або запобіжника

вивід

(termination: 442-06-06) – частина апарата (аксесуара), до якої провідник надовго приєднується

термінал

(terminal: 442-06-05) – частина апарата (аксесуара), до якої приєднується провідник і яка забезпечує багаторазове приєднання

До складу терміналу включаються усі засоби, що забезпечують приєднання до нього зовнішніх провідників, зазвичай із застосуванням універсального інструменту.

До засобів, що забезпечують приєднання, відносять болти, гвинти, гайки, шайби, пружини тощо, які у сукупності представляють собою затискні пристрої (clamping units). Ці засоби, зазвичай поставляються виробником у комплекті з апаратом або аксесуаром.

Вивід (termination) жодних засобів для приєднання провідників у своєму складі не містить і, зазвичай являє собою або пластину (пласку чи зігнену, з отворами чи без них), або круглий у перерізі штир. Отже, термінал являє собою сукупність виводу та затискного пристрою.

залежна ручна операція (електромеханічного комутаційного апарата)

(dependent manual operation (of a mechanical switching device: 441-16-13) – операція, що здійснюється винятково за рахунок прямо прикладеної м'язової енергії таким чином, що швидкість та сила операції залежать від дії оператора

незалежна ручна операція (електромеханічного комутаційного апарата)

(independent manual operation (of a mechanical switching device: 441-16-13) – операція, здійснювана за рахунок накопиченої енергії, що походить від м'язової енергії, яка накопичується та вивільняється в одній безперервній дії таким чином, що швидкість та сила операції не залежать від дії оператора

напівнезалежна ручна операція (електромеханічного комутаційного апарата)

(semi-independent manual operation (of a mechanical switching device: 60947-3, 2.13) – операція, яка здійснюється винятково за рахунок безпосереднього прикладання м'язової енергії таким чином, що коли сила, яка прикладається, збільшується понад певне порогове значення, здійснюється незалежна комутаційна операція, якщо не відбувається навмисна затримка оператором

заземлювальний електрод

(earthing electrode; grounding electrode: 195-02-03) – струмопровідна частина, яка може бути укладена (закопана) у ґрунт або в особливе струмопровідне середовище, наприклад у бетон, що знаходиться в електричному контакті з Землею

заземлювальний провідник

(earthing conductor; grounding conductor: 195-02-03) – провідник, який створює струмопровідний шлях або частину струмопровідного шляху між даною точкою в системі або в установці або в обладнанні та заземлювальним електродом

нейтральна точка

(neutral point: 195-02-05) – спільна точка багатофазної системи, з'єднаної зіркою або заземлена середня точка однофазної системи

нейтральний провідник

(neutral conductor: 195-02-06) – провідник, електрично приєднаний до нейтральної точки та здатний сприяти розподіленню електричної енергії

Нейтральний провідник, який не виконує функції заземлювального провідника прийнято позначати літерою N.

лінійний провідник

(line conductor: 195-02-08) – провідник, який є заживленим в умовах нормальної роботи та здатний здійснювати передачу або сприяти розподіленню електричної енергії, але не є нейтральним провідником

Лінійні провідники прийнято позначати на електричних схемах літерою L з відповідним номером, наприклад L1, L2 тощо

захисний провідник (позначення: PE)

(protective conductor (identification: PE): 195-02-09) – провідник, передбачений для цілей захисту, наприклад для захисту від ураження електричним струмом
Примітка. В електричних установках провідник, позначений як PE, зазвичай розглядається як захисний заземлювальний провідник.

PE провідник не призначений здійснювати передачу або сприяти розподіленню електричної енергії, він застосовується тільки для цілей заземлення.

захисний заземлювальний провідник

(protective earthing conductor; protective grounding conductor: 195-02-11) – захисний провідник, який забезпечує захисне заземлення

PEN провідник

(PEN conductor: 195-02-12) – провідник, який поєднує функції захисного заземлювального провідника та нейтрального провідника

Kabeldon IP-system – це відомий в світі бренд шведської електротехнічної компанії ABB Kabeldon, що входить до концерну ABB, а позначення IP-system трактується як Insulated Personal safe system, тобто ізольована персональна захисна система.

Позначення «IP» підкреслює також, що ця система, включно із шинами, навіть без зовнішніх захисних оболонок має ступінь захисту IP20, тобто є безпечною з точки зору дотиків як до шин, так і до терміналів апаратів.

Апаратура Kabeldon майже 40 років успішно експлуатується по всьому світі при розподіленні електричної енергії у різних галузях застосування, у різних кліматичних умовах, у тому числі в сухому та вологому тропічному кліматі, в арктичних регіонах, а також в умовах морського туману:

- розподілення електроенергії в мережах низької напруги;
- вуличне та дорожнє освітлення, світлофори;
- електропостачання залізниць, ліній міського електричного транспорту та метрополітену;
- розподілення електроенергії в поліклініках, супермаркетах, офісах;
- електропостачання яхт та кораблів у портах та літаків в аеропортах;
- електропостачання систем центрального електричного опалення;
- освітлення стадіонів та лижних трас;
- електропостачання будівельних майданчиків;
- електропостачання вуличних ринків, пересувних виставок, цирків;
- електропостачання сільськогосподарських підприємств тощо.

Популярність системи Kabeldon в усьому світі пояснюється не тільки її високою надійністю, а й тими унікальними можливостями, які надає ця система:

- можливість монтування розподільної системи у приміщенні без шафи – безпосередньо на стіну;
- можливість монтування розподільної системи за лічені хвилини;
- можливість проведення робіт у розподільній системі під напругою;

Застосування апаратури Kabeldon дає можливість в існуючих габаритах розподільного пристрою збільшити кількість вихідних фідерів у 2 – 2,5 разів порівняно із традиційними системами. Ця перевага системи Kabeldon вже належно оцінена вітчизняними електромонтажними й експлуатаційними закладами, особливо при реконструкції розподільних пристроїв трансформаторних підстанцій, а також при створенні нових розподільних систем з мінімальними габаритами.

Рациональне застосування апаратури Kabeldon дає також можливість отримати й певні економічні переваги перед традиційним розподільним обладнанням, побудованим на базі панелей ЩО та роз'єднувачів і запобіжників вітчизняного й російського виробництва.

На підтвердження ефективності застосування апаратури Kabeldon у порівнянні з традиційними розподільними системами наведемо такий 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 з яких показана на рис. 1.

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.



Рис. 1. Частина розподільного пристрою, побудованого на базі панелей ЩО, у підстанції, що підлягала реконструкції

Трансформатори були розміщені в окремих приміщеннях розміром 2,90 м x 2,75 м – цього було цілком достатньо для встановлення трансформаторів потужністю 1000 кВА, площа розподільного пристрою на стороні 10 кВ (9,00 м x 2,50 м) також дозволяла розмістити додаткові комірки. А от приміщення розподільного пристрою низької напруги (2,80 м x 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 1800x1400x400 (рис. 2).

Ці панелі легко вписалися в границі існуючого приміщення РП-0,4 (рис. 3).



Рис. 2. Панель ЩО-Kabeldon фірми «Вірма-Електро» (Житомир)

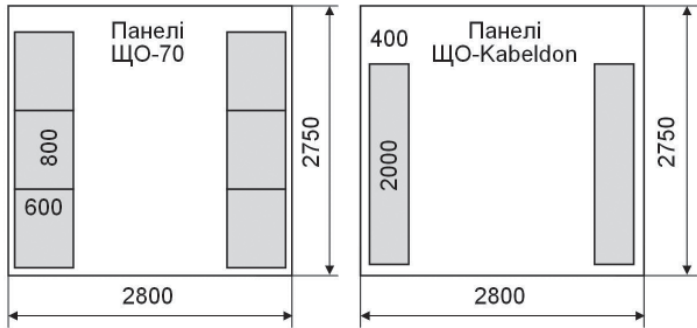


Рис. 3. Розташування панелей ЩО-70 та ЩО-Kabeldon у приміщенні РП-0,4 трансформаторної підстанції

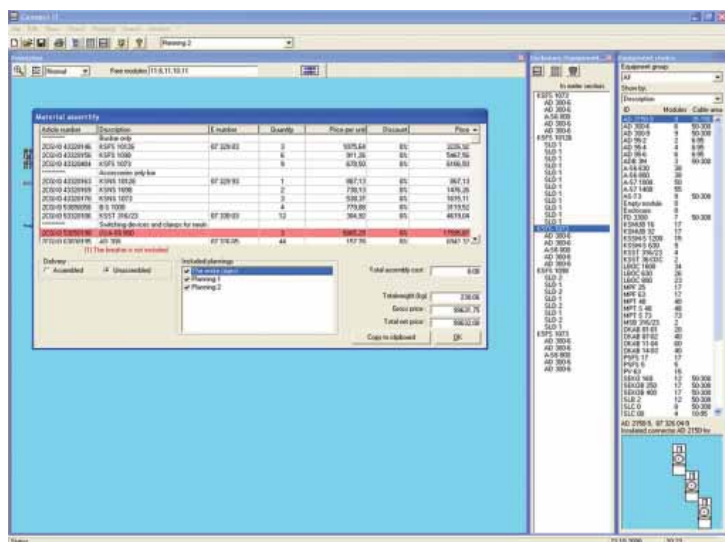
Складові системи Kabeldon

До складу системи Kabeldon входять:

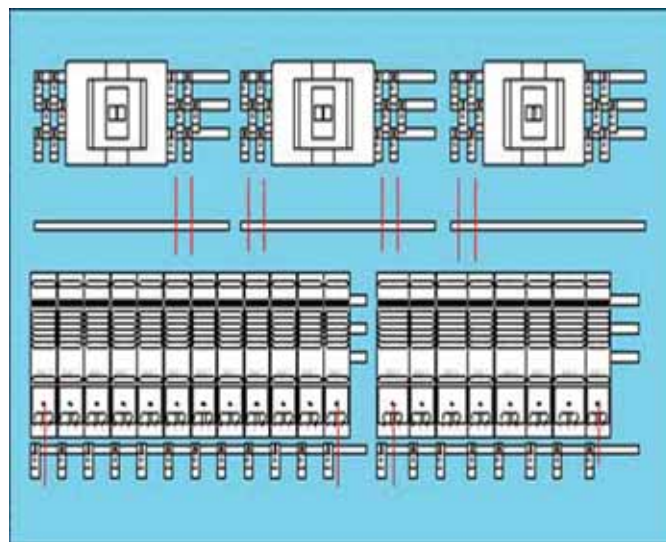
- унікальні, захищені ізоляційною оболонкою шини з особливою формою поперечного перерізу;
- комутаційні апарати (вимикачі-роз'єднувачі та запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі), пристосовані для швидкого монтування їх на шини з одночасним надійним електричним приєднанням до цих шин;
- з'єднувачі для приєднання кабелів до шин;
- металеві оболонки (шафи), пристосовані для монтування розподільних пристроїв для зовнішнього (outdoor) та внутрішнього (indoor) встановлення з комутаційними апаратами саме цієї системи;
- різноманітні аксесуари для швидкого монтування та безпечної експлуатації системи.

Система шин, комутаційні апарати та з'єднувачі об'єднуються у модульну систему. Ширина апаратів та з'єднувачів є кратною ширині модуля, яка у системі Kabeldon дорівнює 12,5 мм, що полегшує проектування розподільних пристроїв.

Для проектування розподільних систем на базі апаратури Kabeldon IP-system розроблена спеціальна програма Connect IT, яка працює в операційній системі Windows 98/2000/XP або NT і дозволяє отримати повну специфікацію обраного обладнання та фронтальний вигляд розподільної системи.



а)



б)

Рис. 4. Зображення на екрані монітору комп'ютера при роботі з програмою Connect IT:

а – специфікація обраного обладнання;

б – фронтальний вигляд розподільної системи

Даний буклет не слід розглядати як каталог системи Kabeldon.

Його призначенням є роз'яснення особливостей застосування окремих апаратів та аксесуарів, а також підкреслення переваг системи Kabeldon перед традиційними розподільними системами.

Шини та шинні опори

В системі Kabeldon застосовується два види безперервно пресованих алюмінієвих шин – шини з ізоляційними поліамідними оболонками – для лінійних провідників L1,

L2 та L3 (рис. 5) та шини без ізоляційної оболонки – для нейтрального та захисних провідників N, PE та PEN (рис. 6).

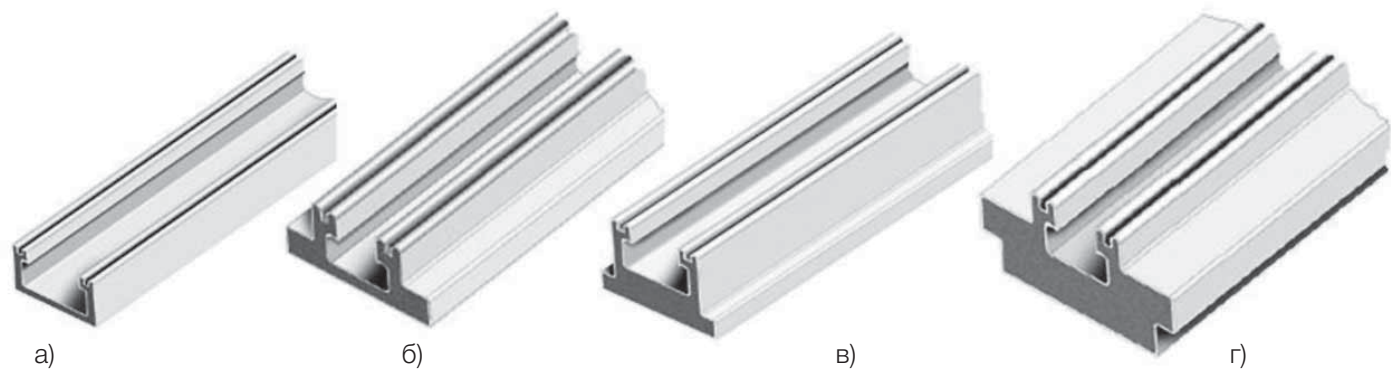


Рис. 5. Шини системи Kabeldon з ізоляційними оболонками:
а – KSFS 420 ...473; б – KSFS 640 ...698; в – KSFS 1083 ...10126; г – KSFS 1683 ...16181

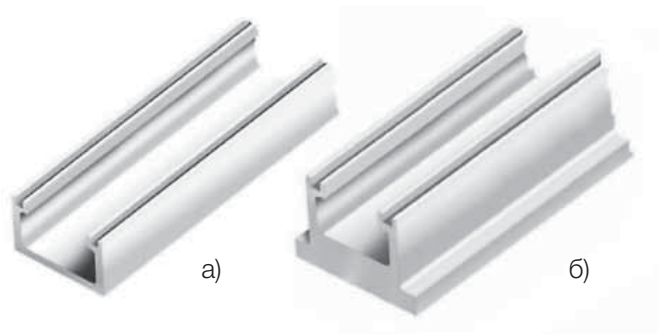


Рис. 6. Шини системи Kabeldon без ізоляційних оболонок:
а - KSNS 417...KSNS 4498; б – KSNS 1083...KSNS 10181

Перші одна чи дві цифри у позначенні типу шини відповідають значенню робочого струму (4 – 400 А, 6 – 630 А, 10 – 1000 А, 16 – 1600 А), останні дві або три цифри дорівнюють кількості N модулів $M = 12,5$ мм, які можуть бути розташовані на даній шині, а довжина L шини у мм розраховується за формулою $L \approx M \times N + 34$.

Площа і конфігурація поперечного перерізу шини залежать від значення струму, на який вони розраховані для роботи у безперервному режимі (uninterrupted duty), але у зонах механічного та електричного приєднання апаратів та з'єднувачів (рис. 7) усі шини мають однакові форми й розміри.

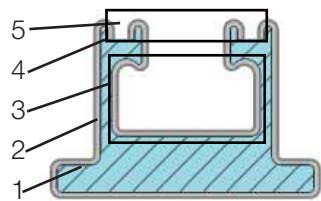


Рис. 7. Поперечний переріз ізолюваної шини системи Kabeldon:
1 – тіло шини (алюміній);
2 – поліамідна ізоляція;
3 – зона механічного приєднання;
4 – зона електричного приєднання;
5 – неізольовані торці пазів

Шини без ізоляційних оболонок, що розраховані на струм 400 А, рекомендовано застосовувати у розподільних системах зі струмом лінійних шин (з ізоляційними оболонками) 400 А та 630 А, а шини без ізоляційних оболонок, що розраховані на струм 1000 А, рекомендовано застосовувати у розподільних системах зі струмом лінійних шин 1000 А та 1600 А, оскільки струм у нейтральних провідниках зазвичай набагато менший за струм у лінійних провідниках.
Повна номенклатура шин наводиться у каталозі системи Kabeldon.

Монтування ізольованих шин на задній панелі розподільної шафи або безпосередньо на стіні приміщення здійснюється за допомогою торцевих та проміжних шинних опор, які закріплюються на панелі або стіні за допомогою гвинтів чи шурупів.

Якщо довжина шин не перевищує одного метра, то монтування шинопроводу здійснюється за допомогою лише двох торцевих опор (рис. 8), а якщо довжина шин перевищує один метр, посередині шинопроводу необхідно встановити проміжні опори (рис. 9).



Рис. 8. Торцеві шинні опори
KSST 316, KSST 316/23
та KSST 316/100



Рис. 9. Проміжні шинні
опори MSB 316,
MSB 316/23,
MSB 316/100

Торцеві опори – це змонтовані на кутиках, виготовлених з нержавіючої сталі, ізоляційні обмежувачі, що мають заглибини, у які занурюють кінці шин. Шини входять у заглибини з певним натягом, що забезпечує надійну їх фіксацію.

Проміжні опори – це змонтовані на швелероподібних основах, виготовлених з нержавіючої сталі, плоскі ізоляційні деталі з отворами, контури яких відповідають контурам торців шин, через які пропускають шини.

Позначення без навісної риски означає, що відповідна модифікація опори забезпечує віддалення шини від поверхні, на якій монтуються опори, на 9 мм, а цифри після навісної риски означають віддалення шини від монтувальної поверхні для відповідної модифікації опори. Якщо шинна система монтується на ізоляційній панелі, закріпленій на стіні приміщення або задній стінці металевої шафи, можна застосовувати опори KSST 316 та MSB 316, при монтуванні шинної системи безпосередньо на стіні – опори KSST 316/23 та MSB 316/23, а при задньому приєднанні живлення до шин – опори KSST 316/100 та MSB 316/100.

Для закріплення шин, які розрізають, наприклад при секціонуванні розподільної системи або при встановленні трансформаторів струму для обліку спожитої електроенергії система Kabeldon пропонує опори KSST 36 – для встановлення на ізоляційних панелях та KSST 36-CDC – для встановлення у шафах CDC (рис. 10).



Рис. 10.
Опори KSST 36 (а) та
KSST 36-CDC (б)

Монтування апаратів та з'єднувачів на шинах

Механічне монтування та електричне приєднання комутаційних апаратів та з'єднувачів до шин здійснюється однією дією за допомогою вбудованих в апарати гвинтів з головкою під 6 або 8 мм гайковий ключ та спеціальних фасонних гайок (рис. 11).

При монтуванні апарата фасонна гайка входить в зону механічного приєднання шини, а при загвинчуванні гвинта гайка спочатку обертається разом із гвинтом за

годинниковою стрілкою на кут близько 30° , а потім притискається своїми виступами до шини з боку внутрішніх заглиблень в зоні приєднання (рис. 12).

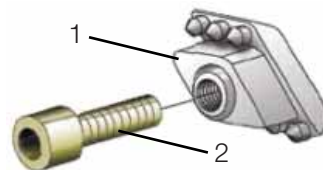


Рис. 11. Кріпильні засоби апаратів: 1 – фасонна гайка; 2 – гвинт

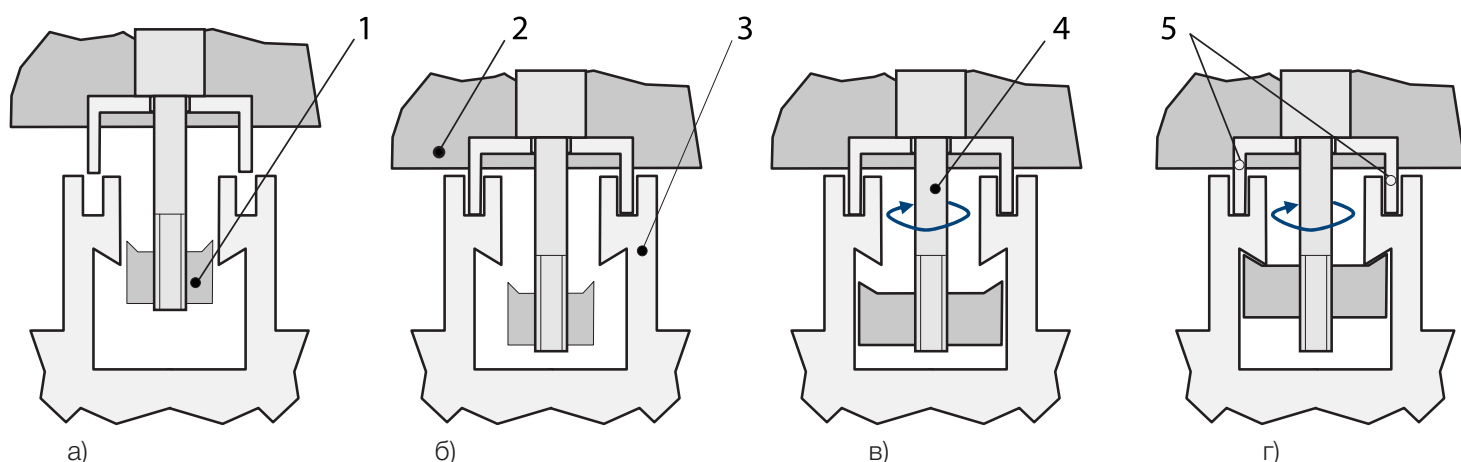


Рис. 12. Послідовність монтування апарата або з'єднувача з одночасним електричним приєднанням до шин у системі Kabeldon: а – фасонні гайки 1 вводяться в пази зони механічного приєднання; б – корпус апарата або з'єднувача 2 притискається до шини 3; в – початок загвинчування, гайка обертається разом із гвинтом 4 аж до моменту її притиснення до бокових стінок зони механічного приєднання; г – закінчення загвинчування, гайка притискається своїми виступами до шини з боку внутрішніх заглиблень в зоні механічного приєднання, а торці виводів 5 апарата або з'єднувача надійно притискаються до неізованих торців пазів в зоні електричного приєднання

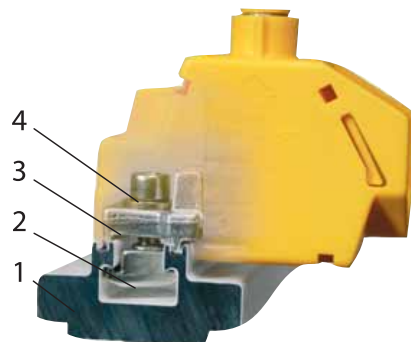


Рис. 13. Монтувальний інструмент системи Kabeldon:
1 – шестигранний торцевий ключ;
2 – ізоляція;
3 – ізована рукоятка

Слід зазначити, що монтування апарата або з'єднувача повинно здійснюватися за допомогою спеціального ізованого ручного інструмента (рис. 13). На кінці цього інструменту розташовано торцевий шестигранний ключ на 6 або 8 мм, а на рукоятку цього інструменту слід насадити обмежувач обертового моменту для того, щоб забезпечити притиснення відповідно до інструкції з експлуатації (зазвичай 15 – 20 Нм).

Спосіб приєднання з'єднувача системи Kabeldon до шини ілюструє рис. 14.

Рис. 14. З'єднувач системи Kabeldon, приєднаний до шини: 1 – шина; 2 – фасонна гайка; 3 – вивід з'єднувача; 4 – гвинт



Комутаційні апарати системи Kabeldon

Для здійснення комутаційних функцій у системі Kabeldon застосовуються такі апарати:

- запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі, які здійснюють залежні ручні операції;
- вимикачі-роз'єднувачі-запобіжники, які здійснюють незалежні ручні операції;
- вимикачі-роз'єднувачі, які здійснюють незалежні ручні операції.

Апарати, до назви яких входить специфікатор «роз'єднувач», виконують не тільки операції замикання та розмикання (в механічному сенсі – close, open) чи вмикання та вимикання (в електричному сенсі – make, break), але й забезпечують так звану функцію роз'єднання (isolating function), яка забезпечує безпечне проведення робіт при розімкнених контактах.

Апарати системи Kabeldon згідно з IEC 60664-1 відносяться до обладнання категорії перенапруг III (апарати стаціонарних промислових установок). Це означає, що у розімкненому стані міжконтактні проміжки мають витримувати імпульсну напругу 4,5 кВ, а струм витоку між терміналами при напрузі $1,1 U_n$, де U_n – номінальна робоча напруга (rated operational voltage), не повинен перевищувати 0,5 мА на кожний полюс нового апарата та у будь-якому випадку не може перевищувати 6 мА.

До складу системи Kabeldon входять також спеціальні аксесуари, які надають можливість приєднувати до розподільної системи автоматичні відмикачі.

Система Kabeldon пропонує також роз'єднувачі, які здійснюють залежні ручні операції (ці апарати застосовуються вкрай рідко і у даній публікації не розглядаються).

Запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі із залежним оперуванням

Основними фідерними комутаційними апаратами системи Kabeldon є запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі із залежним оперуванням серії SLD.

У апаратах SLD (рис. 15) функції рухомих контактів виконують вставки запобіжників системи NH типорозмірів (size) 000, 00, 1 та 2. Відповідно ці апарати мають позначення SLD 000, SLD 00, SLD 1 та SLD 2.



Рис. 15. Зовнішній вигляд апаратів SLD

Технічні дані, що є загальними для усіх апаратів SLD:
робоча напруга $U_n = 400\text{ В}$, 50 – 60 Гц; ступінь захищеності IP2X, матеріал приєднуваних провідників – Al / Cu (допускаються суцільні або багатожильні провідники), категорія застосування – AC-23 (комутація кіл двигунів та інших високоіндуктивних навантаж). Інші дані апаратів SLD наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

	N	I, A	S, мм ²	h, мм	m, кг
SLD 000	3	100	1,5 – 25	495	1,7
SLD 00	4	160	2,5 – 95	495	1,8
SLD 1	10	250	50 – 300	517	4,3
SLD 2	12	400	50 – 300	517	4,6

Позначення: N – ширина (кількість модулів); I – найбільший робочий струм апарата (номінальний струм – відповідає номінальному струму вставок, які застосовуються у конкретному апараті, отже номінальний струм апарата може бути меншим за вказане у таблиці значення); S – площа поперечного перетину приєднуваних провідників; h – вертикальний габаритний розмір; m – маса апарата.

Приєднання апаратів SLD до шин (механічне та електричне) здійснюється трьома гвинтами та фасонними гайками (див. рис. 11) при знятій кришці. Виводи (terminations) полюсів, що приєднуються до шин, виготовлені із спеціального алюмінієвого стопу з насічками на торцях, що при визначеному моменті затягування гвинтів забезпечує контактування з низьким перехідним опором впродовж принаймні 30 років без підтягування в процесі експлуатації (перевірено практикою). Перед приєднанням апарата до шин фасонні гайки слід поставити у горизонтальне положення (рис. 16).

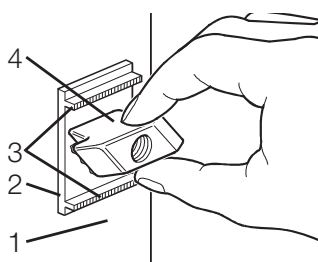


Рис. 16. Підготовка виводів перед приєднанням апарата до шин:
1 – задня стінка апарата;
2 – вивід;
3 – торці виводу з насічкою;
4 – фасонна гайка з'єднувального пристрою

Приєднання провідників або кабелів до вивідних терміналів виконується за допомогою потужних затискних пристроїв, встановлених у нижніх частинах апаратів і захищених оболонками IP20. Ці затискні пристрої дозволяють приєднувати як мідні, так і алюмінієві провідники.

Операція розмикання здійснюється шляхом зняття кришки за допомогою рукоятки у її верхній частині. Ця операція має здійснюватися швидко – про це нагадує надпис на кришці (open quickly). Насправді ж швидке розмикання здійснюється й без нагадування, оскільки спочатку оператор повинен подолати протидіючу силу витягування шести контактів вставок з шістьох контактів тримачів, а коли перший з контактів виявиться витягнутим, протидіюча сила різко спадає, оскільки перший контакт знаходиться на найбільшій відстані від осі обертання кришки, отже рука оператора по інерції почне рухатися достатньо швидко, щоб відімкнути усі три полюси, не затаючи час горіння електричних дуг.

В апаратах SLD 000 та SLD 00 дугогасні пристрої не передбачаються, оскільки два розриви на полюс при достатньо швидкому розведенні контактів забезпечують надійне гасіння дуги у колах змінного струму до 100 А при коефіцієнті потужності $\cos\phi = 0,45$ (це значення $\cos\phi$ встановлюється стандартом IEC 60947-3 для апаратів, що працюють у категорії застосування AC-23 з робочим струмом $I_e \leq 100$ А). При більших робочих струмах стандарт IEC 60947-3 встановлює менше значення коефіцієнту потужності – $\cos\phi = 0,35$, а це означає, що коло, яке розмикається, має більшу індуктивну складову, тому на апаратах SLD 1 та SLD 2 встановлюються дугогасні пристрої у вигляді сталевих дугогасних решіток.

Для зменшення нагрівання вставок запобіжників у верхніх частинах основ корпусів апаратів SLD передбачені вентиляційні отвори або решітки.

Відзначені вище та інші особливості конструкцій апаратів SLD показані на рис. 17 (SLD 000, SLD 00) та рис. 18 (SLD 1, SLD 2).

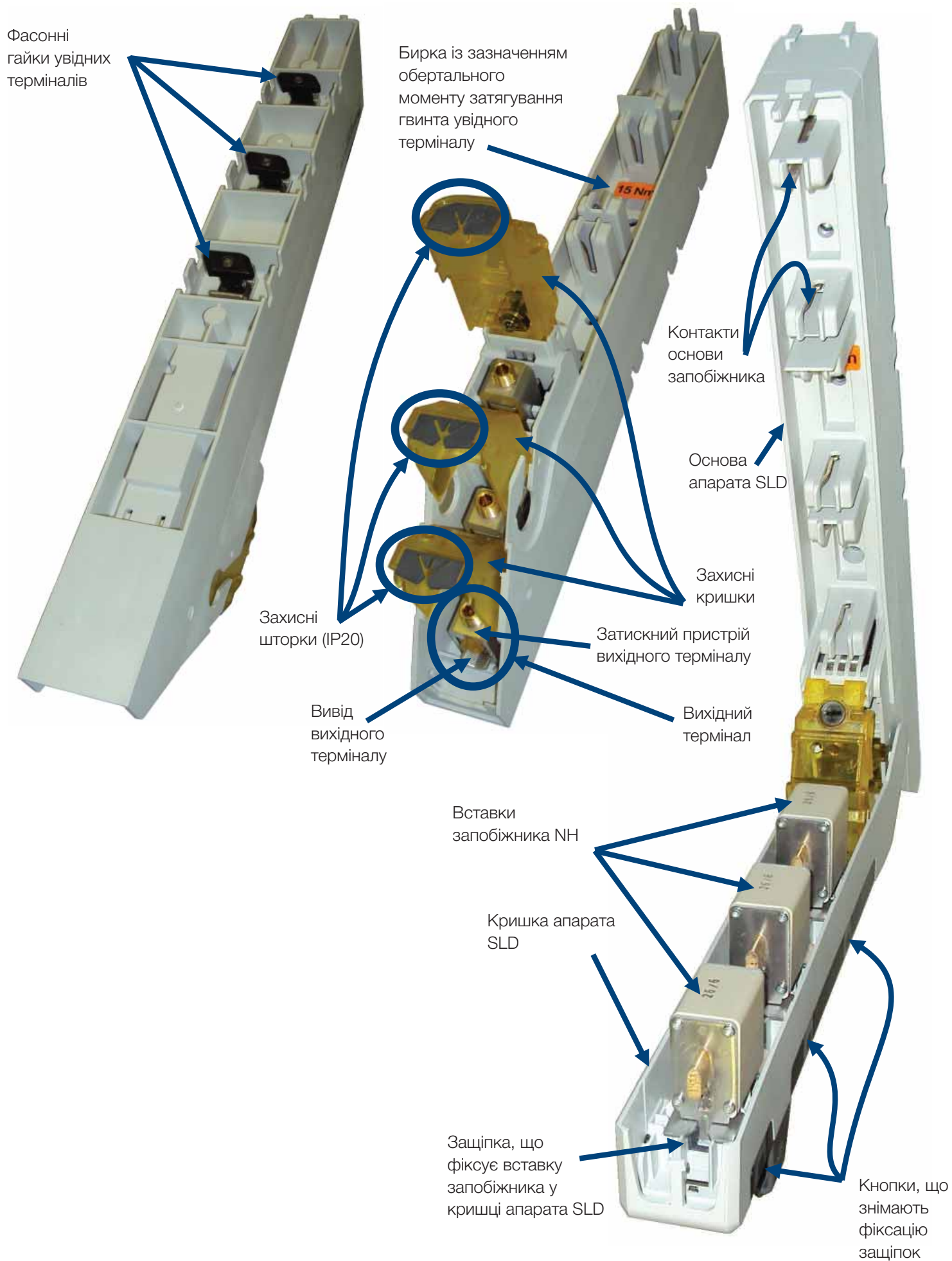


Рис. 17. Особливості конструкції апаратів SLD 000, SLD 00

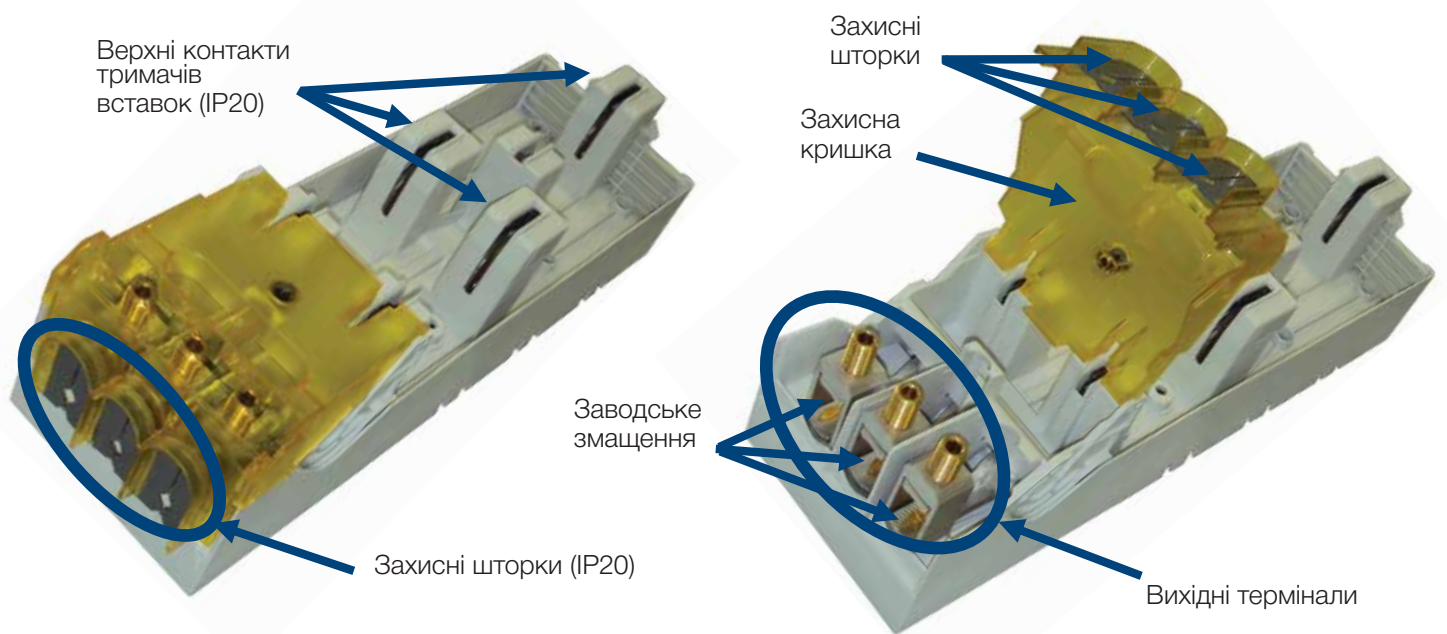
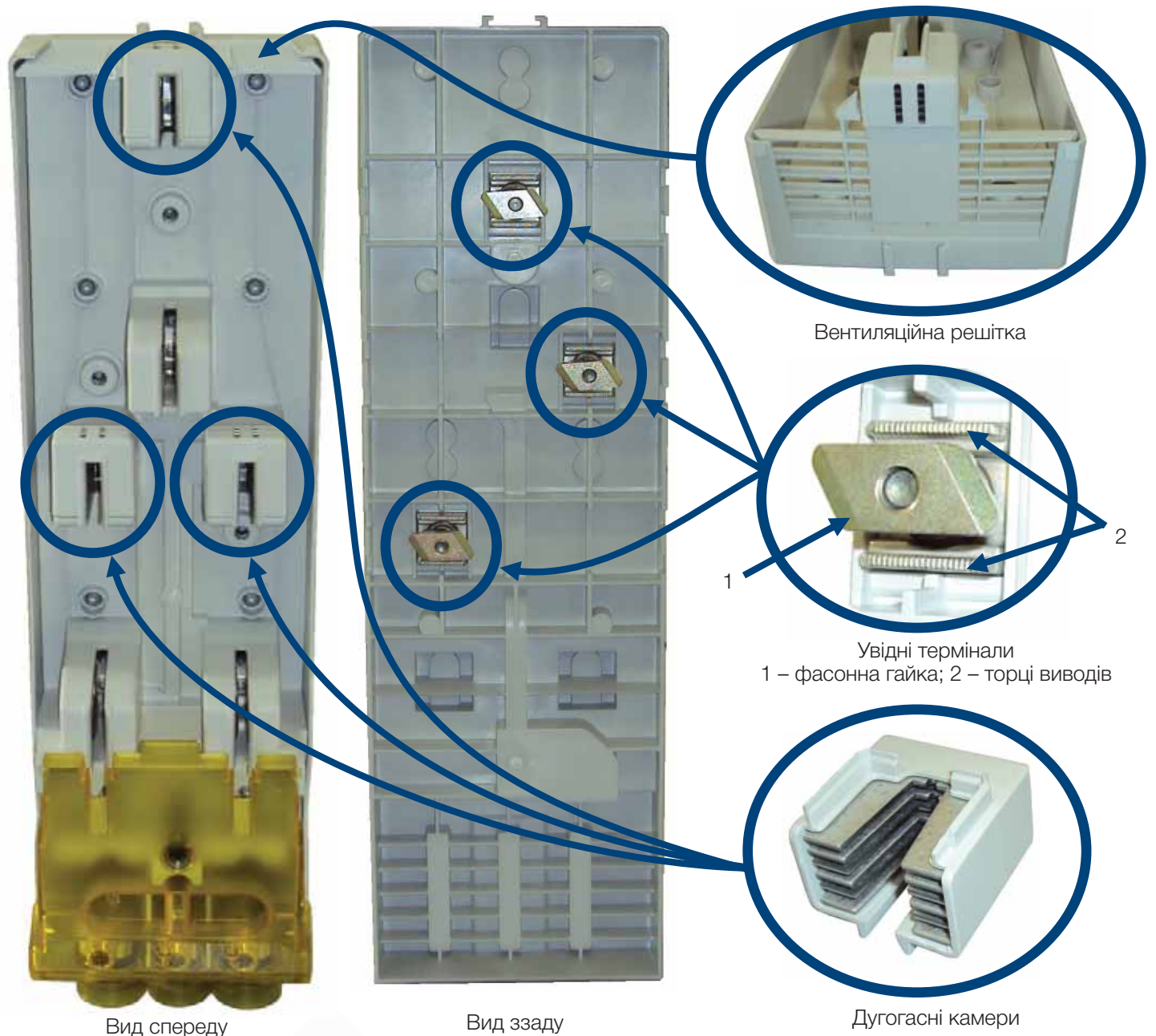


Рис. 18. Особливості конструкції апаратів SLD 1, SLD 2

В апаратах SLD застосовуються NH-сумісні вставки запобіжників промислового призначення типорозмірів 000, 00, 1 та 2 класу gG (захист провідників та кабелів в усьому діапазоні струмів – аж до номінальної здатності до відмикання коротких замикань).
Високоякісні вставки OFAF для апаратів системи Kabeldon (рис. 19) мають високу здатність до відмикання коротких замикань (120 кА при напрузі 400 В) та малі втрати потужності (у 1,5 – 2 рази менші ніж у запобіжників ПН-2).

Завдяки високій швидкодії при потужних коротких замиканнях (3 – 5 мс) вставки OFAF забезпечують ефективне струмообмеження у колі короткого замикання. Наприклад, при очікуваному струмі короткого замикання 50 кА очікуване пікове значення струму становитиме приблизно 120 кА, а у колі із вставками на 40 А, 100 А та 400 А пропущений піковий струм не буде перевищувати відповідно 7 кА, 12 кА та 25 кА

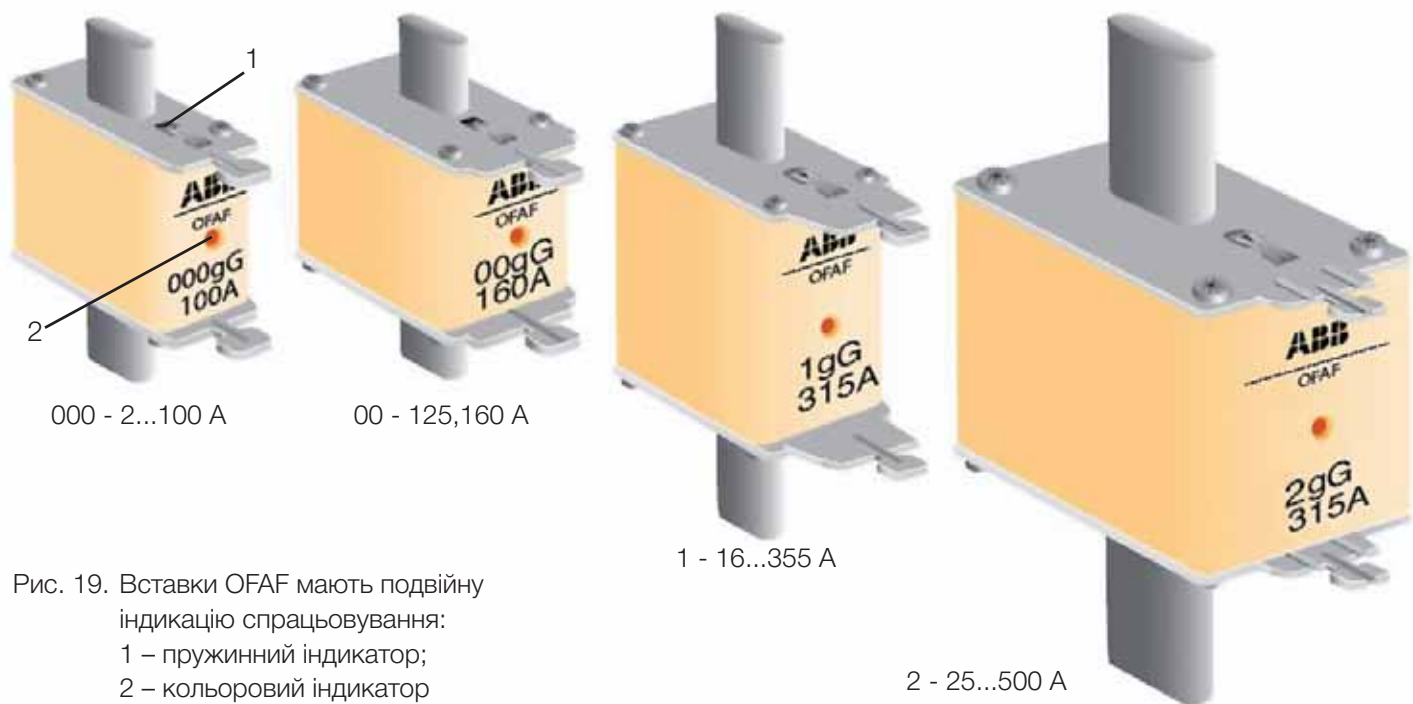


Рис. 19. Вставки OFAF мають подвійну індикацію спрацювання:
1 – пружинний індикатор;
2 – кольоровий індикатор

У деяких аксесуарах системи Kabeldon (однополюсна розетка, панель для монтування аналогового лічильника) застосовуються також вставки запобіжників побутового та аналогічного призначення системи D або DIAZED типорозмірів DII та DIII (рис. 20).

Ці вставки мають високу здатність до відмикання коротких замикань (50 кА), а також забезпечують ефективне струмообмеження. Основи та тримачі вставок DII мають різь E27 (різь Едісона, Ø 27 мм), а вставок DIII – різь E33.

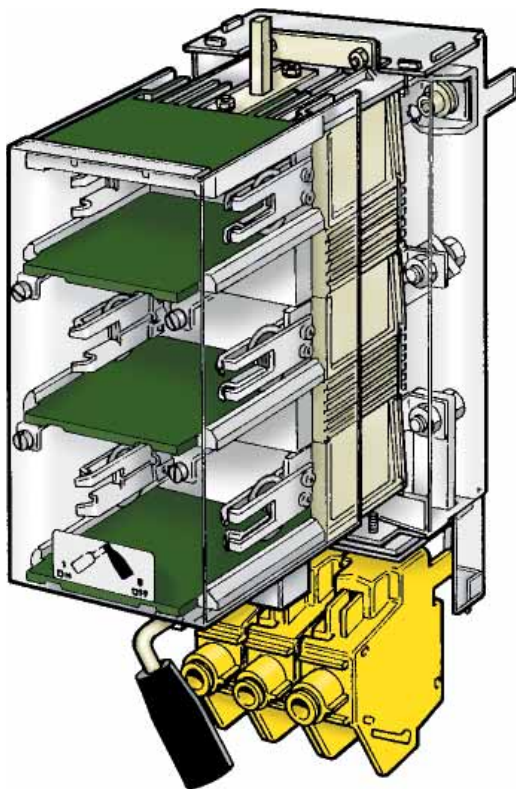


Рис. 20. Вставки запобіжників системи D:
а – вставка DII; б – вставка DIII

Вимикачі-роз'єднувачі-запобіжники з незалежним оперуванням

Категорія застосування AC-23 передбачає комутацію моторних навантаж, але здійснювати керування двигунами відкриванням та закриванням кришок апаратів дуже незручно, тому апарати SLD застосовуються лише для розподілення електричної енергії, а для виконання цієї ж функції та керування двигунами система Kabeldon пропонує інші апарати – вимикачі-роз'єднувачі-запобіжники із незалежним ручним оперуванням SEKO 160, а також SEKOD 250 та SEKOD 400 (рис.21).

На відміну від апаратів SLD, в апаратах SEKO та SEKOD вставки запобіжників не виконують функції рухомих контактів. Привідні механізми в апаратах SEKO та SEKOD забезпечують швидке розмикання контактів по обидві сторони від запобіжників, а дугогасні системи – швидке гасіння дуг. Приєднання цих апаратів до шин та кабелів здійснюється так само, як і приєднання апаратів SLD.



а)



б)

Рис. 21. Зовнішній вигляд апаратів SEKO (а) та SEKOD (б)

Для апаратів SEKOD в системі Kabeldon передбачені спеціальні аксесуари, які суттєво розширюють можливості цих апаратів. Актуатор спеціальної конструкції (рис. 22, а) надає можливість блокування приводу у розімкненому положенні апарата для убезпечення робіт на відключеній лінії.

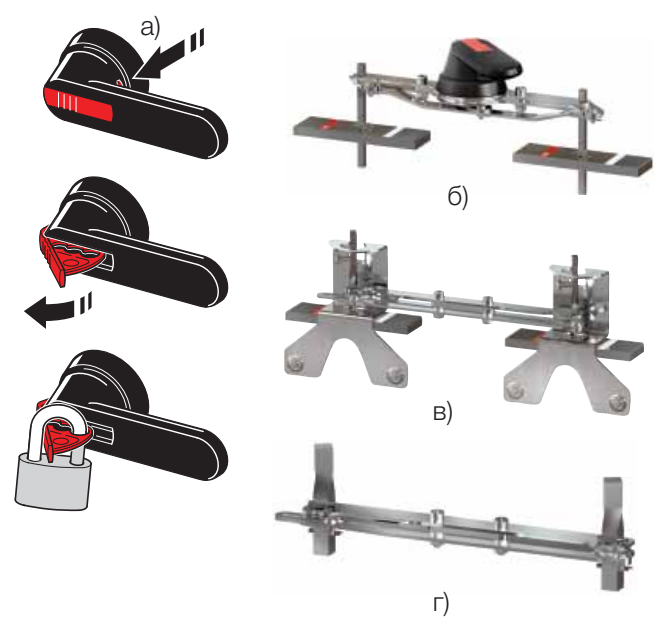


Рис. 22. Аксесуари для апаратів SEKOD

Передбачена можливість паралельного оперування двома апаратами SEKOD, розташованими поруч, за допомогою актуатора з подовженою рукояткою та спеціальним важільним пристроєм (рис. 22, б), що надає можливість підводити до шин та відводити від них більші струми.

Застосування блокувальних пристроїв (рис. 22, в, г) для двох апаратів SEKOD, розташованих поруч, унеможливає ввімкнення одного апарата, коли є ввімкненим інший апарат, що дає можливість здійснювати, наприклад, реверс двигуна.

Технічні дані, що є загальними для апаратів SEKO та SEKOD – ті ж самі, що й загальні дані для усіх апаратів SLD. Для апаратів SEKO 160 слід застосовувати вставки запобіжників системи NH типорозміру 00, для апаратів SEKOD 250 можна застосовувати вставки типорозмірів 0 або 1, а для апаратів SEKOD 400 – вставки типорозмірів 0, 1 або 2.

Інші дані апаратів SEKO та SEKOD наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Тип	N	I, A	S, мм ²	h, мм	m, кг
SEKO 160	12	160	50 – 300	394	5
SEKOD 250	17	250	50 – 300	205	5,2
SEKOD 400	17	355	50 – 300	215	8,2

Примітка. Позначення у таблиці 2 ті ж самі, що й у таблиці 1.

Секційні комутаційні апарати з незалежним оперуванням

Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) розділяють усі електроприймачі у відношенні забезпечення надійності електропостачання на три категорії.

Електроприймачі першої категорії – це електроприймачі, переривання електропостачання яких може спричинити небезпеку для життя людей, загрозу для безпеки держави, значні матеріальні втрати, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства, об'єктів зв'язку та телебачення.

Електроприймачі другої категорії – це електроприймачі, переривання електропостачання яких спричиняє масовий недовипуск продукції, масові простой робітників, механізмів та промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських та сільських жителів.

Електроприймачі третьої категорії – це електроприймачі які не підпадають під визначення перших двох категорій.

Електроприймачі першої та другої категорій у нормальних режимах повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних взаємно резервованих джерел живлення. Переривання електропостачання електроприймачів першої категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення може бути допущено лише на час автоматичного відновлення живлення.

Для електроприймачів другої категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення може бути допущено переривання їх електропостачання на час, необхідний для вмикання резервного живлення діями чергового персоналу або виїзної оперативної бригади.

Для електроприймачів третьої категорії електропостачання може здійснюватися від одного джерела живлення за умови, що час переривання електропостачання, необхідний для ремонту або заміни пошкодженого елементу електропостачання, не перевищує однієї доби.

Розподільні пристрої слід будувати, враховуючи наведені вище вимоги ПУЕ. Отже, для електроприймачів третьої категорії розподільний пристрій може бути побудований за схемою, зображеною на рис. 23. Замість запобіжника-вимикача-роз'єднувача на вводі може бути встановлений вимикач-роз'єднувач, оскільки коротке замикання безпосередньо на шинах системи Kabeldon є мало ймовірним, а резервний захист за допомогою запобіжника на вводі навряд чи потрібний, оскільки здатність до відмикання запобіжників системи NH є однаковою при будь-якому номінальному струмі і становить щонайменше 100 кА.

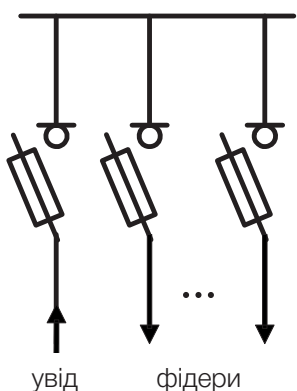


Рис. 23. Можлива схема побудови розподільного пристрою для електроприймачів третьої категорії

Для електроприймачів другої категорії розподільний пристрій може бути побудований за схемою, зображеною

на рис. 24, а, проте для потужних розподільних пристроїв рекомендується секційна їх побудова (рис. 24,б).

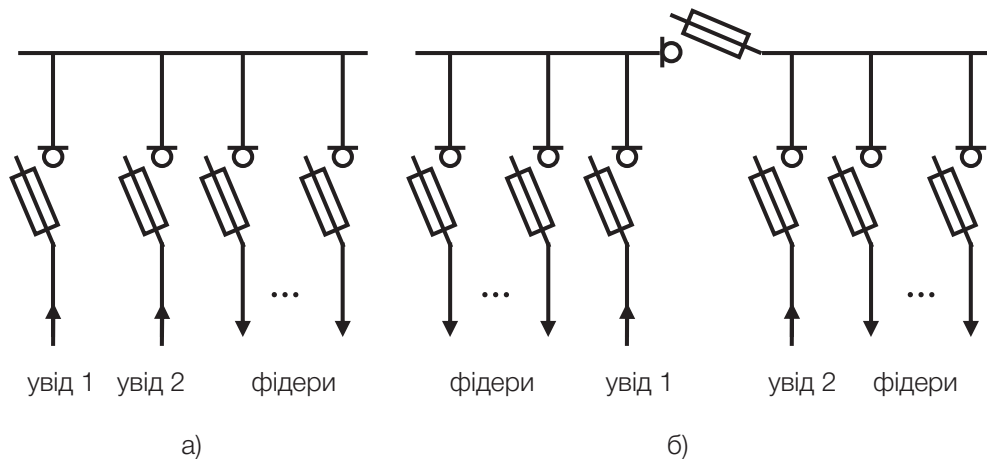


Рис. 24. Можливі схеми побудови розподільних пристроїв для електроприймачів другої категорії

При односекційній побудові розподільного пристрою (рис. 24, а) обидва уводи приєднуються до незалежних джерел живлення, одно з яких (наприклад, увід 1) вважається основним, а інше – резервним. Тому на уводі 1 у нормальному режимі комутаційний апарат має бути ввімкненим, а на уводі 2 – відімкненим. При перериванні електропостачання з боку основного джерела живлення необхідно відімкнути апарат на уводі 1 та увімкнути апарат на уводі 2, підключивши шини до резервного джерела.

Застосовувати на уводах вимикачі без запобіжників не рекомендується, оскільки при відмові живлення внаслідок короткого замикання на лінії спрацює апарат, який захищає лінію, а власне коротке замикання лишається, тому, якщо включити увідний апарат на іншому уводі, не відімкнувши апарат на знеживленому уводі, виникне коротке замикання і на резервній лінії, де спрацює апарат захисту, і живлення не відновиться.

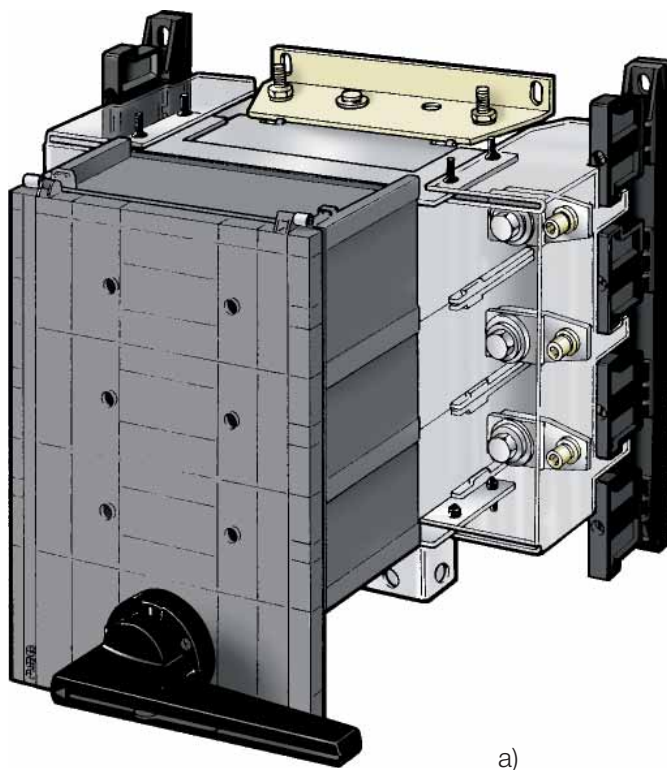
Використання апаратів без запобіжників можна допустити лише за умови застосування вимикачів SEKOD із блокуванням.

За умови секційної побудови розподільного пристрою (рис. 24, б) при перериванні електропостачання з боку одного із джерел живлення (наприклад, на уводі 1) необхідно відімкнути апарат на відповідному уводі та увімкнути секційний апарат. При цьому на електроприймачах, що живляться від уводу 1, електропостачання буде перервано на час, необхідний для виконання зазначених операцій, а на електроприймачах, що живляться від уводу 2, електропостачання взагалі не буде перериватися.

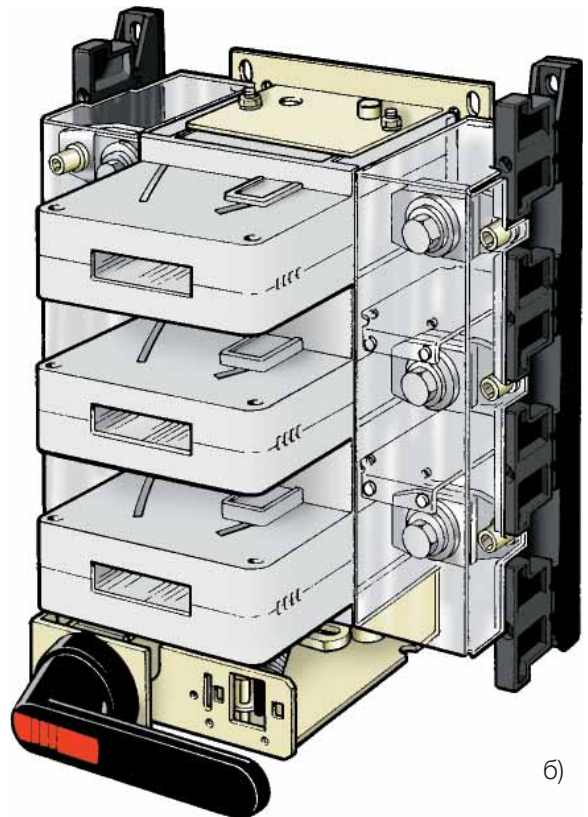
При відновленні живлення на пошкодженному уводі, необхідно увімкнути відповідний увідний апарат і одразу ж вимкнути секційний апарат.

У якості секційних апаратів можна застосовувати апарати SLD, SEKO та SEKOD, а при великих струмах система Kabeldon пропонує інші апарати – вимикачі-роз'єднувачі-запобіжники із незалежним ручним оперуванням SLOB 400, 630, 800, а також вимикачі-роз'єднувачі LBOC 800, 1600 (рис.25).

Завдяки швидкому розмиканню контактів та потужним дугогасним системам апарати SLOB та LBOC забезпечують надійне гасіння електричних дуг у полюсах.



а)



б)

Рис. 25. Зовнішній вигляд апаратів SLOB (а) та LBOC (б)

Для монтування апаратів SLOB 800, LBOC 800 та LBOK 1600 кінці шин, що приєднуються до цих апаратів мають бути механічно оброблені відповідно до інструкції з експлуатації.

Технічні дані, що є загальними для апаратів SLOB та LBOC – ті ж самі, що й загальні дані для усіх апаратів SLD. Інші дані апаратів SLOB та LBOC наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Тип	N	I, A	Типорозмір вставок	h, мм	m, кг
SLOB 400	17	400	0, 1, 2	215	8,6
SLOB 630	30	630	3	300	15
SLOB 800	27	800	3	306	15
LBOC 630	27	630	-	313	8
LBOC 800	25	800	-	272	8
LBOC 1600	34	1600	-	420	18

Примітка. Позначення у таблиці 3 ті ж самі, що й у таблиці 1.

З'єднувачі системи Kabeldon

В системі Kabeldon застосовується два різновиди з'єднувачів – неізолювані з'єднувачі для приєднання провідників до неізолюованих шин N, PE та PEN, а також ізолювані з'єднувачі для приєднання провідників до лінійних ізолюованих шин.



ADC 25

AD 70

ADO 240

AD 350

Рис. 26. Неізолювані з'єднувачі

Зовнішні провідники приєднуються до з'єднувачів за допомогою більш потужного монтувального інструменту (рис. 27), аніж той, що застосовується для монтування апаратів.

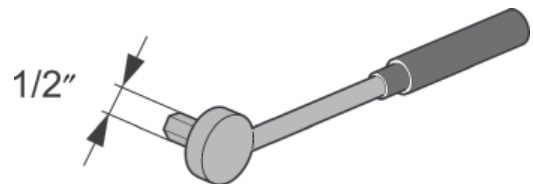
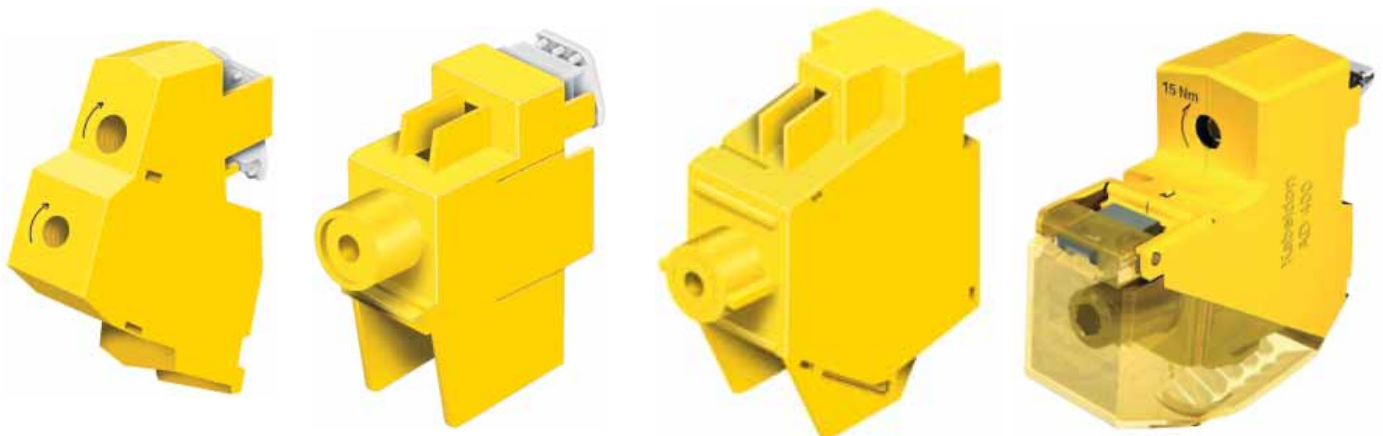


Рис. 27. Монтувальний інструмент для приєднання кабелів до з'єднувачів ($M = 10 - 45 \text{ Н}\cdot\text{м}$)

Приєднання з'єднувача ADC 25 до шин та зовнішніх провідників до нього здійснюється за допомогою звичайної викрутки.

Провідники приєднуються до з'єднувачів з одного боку (зазвичай униз) за допомогою монтувального інструменту, а до з'єднувача ADC 25 – у два боки за допомогою викрутки. З'єднувач AD 350 дозволяє приєднати одразу три провідники.

Ізолювані з'єднувачі (рис. 28) приєднуються до шин так само, як і неізолюовані. Приєднання провідників до цих з'єднувачів здійснюється тільки за допомогою монтувального інструменту (рис. 27).



AD 95

AD 2150

AD 300

AD 400

Рис. 28. Ізолювані з'єднувачі

До з'єднувачів AD 95 та AD 300 можна приєднати лише по одному провіднику, а до з'єднувача AD 2150 допускається приєднання двох провідників різної площі та форми поперечного перетину. Варіанти розташування ізолюваних з'єднувачів на шинах показані на рис. 29.

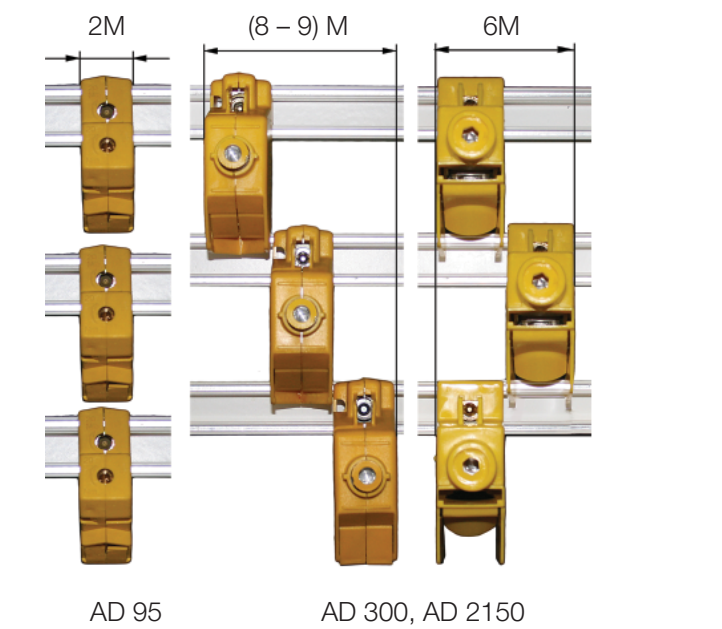


Рис. 29. Варіанти розташування ізолюваних з'єднувачів на шинах

Основні технічні дані неізолюваних та ізолюваних з'єднувачів системи Kabeldon наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Тип	N	Ширина, мм	I, A	IP	S, мм²	m, кг
ADC 25	-	14	63	00	1,5 - 25	0,1
AD 70	-	22	200	00	6 – 95	0,1
ADO 240	-	38	400	00	120 - 240	0,25
AD 350	-	38	400	00	3 x 50	0,2
AD 95	2	-	200	2X	6 – 95	0,1
AD 2150	3	-	400	2X	35; 2 x 150	0,2
AD 300	3	-	630	2X	50 – 300	0,2
ADB 3M	3	-	500	2X	-	0,7

Примітка. Позначення у таблиці 4 ті ж самі, що й у таблиці 1.

Для зменшення місця, яке займають з'єднувачі AD 300, система Kabeldon пропонує спеціальний аксесуар – з'єднувач ADB 3M, який приєднується до двох верхніх шин і на якому монтуються (без фасонних гайок) два з'єднувача AD 300. Третій з'єднувач AD 300 монтується на нижній шині і в результаті загальна ширина приєднування трьох з'єднувачів AD 300 становить лише 3M (рис. 30).

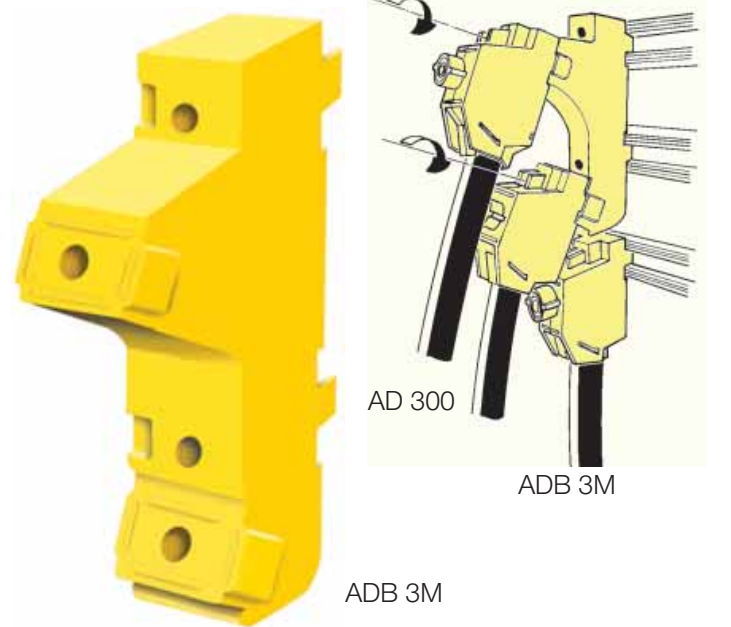


Рис. 30. Застосування з'єднувача ADB 3M

Основні аксесуари системи Kabeldon

Система Kabeldon пропонує велику кількість аксесуарів, застосування яких розширює функціональні можливості апаратів, сприяє безпеці проведення ремонтних робіт, підвищує продуктивність праці при монтуванні та експлуатації комплектних пристроїв.

У даній публікації розглядаються лише найбільш застосовувані з аксесуарів системи Kabeldon, а саме:

- пристрої швидкого заземлення;
- пристрої блокування вмикання кіл;
- п'ятипровідні набори
- однополюсна розетка;
- аксесуари для перетворення триполюсного апарата на три однополюсних;
- аксесуари для вбудовування автоматичних відмикачів у систему Kabeldon;
- шинні мости;
- аксесуари для заземлення шин;
- аксесуари для заднього приєднання провідників до шин;
- апарати та аксесуари для обліку спожитої енергії;
- пристрої керування вуличним освітленням;
- оболонки для мініатюрних апаратів;
- універсальний затискач для фіксації кабелів.

Пристрої швидкого заземлення

При проведенні ремонтних робіт на електрообладнанні його з міркувань безпеки треба не тільки від'єднати від джерела живлення, а й заземлити фідерні провідники якомога далі від обладнання, бажано безпосередньо на розподільному пристрої, щоб зменшити ризик ураження електричним струмом при випадковому (або помилковому) вмиканні фідерного апарата.

Для швидкого й надійного заземлення фідерних провідників, які живляться через апарати SLD, система Kabeldon пропонує пристрої швидкого заземлення сумісні з цими апаратами – JDD 000, JDD 00, JDD 1 та JDD 2 (рис. 31). Пристрої JDD являють собою кришки апаратів SLD, у яких замість тримачів вставок запобіжників змонтовані плоскі контакти, які при закриванні кришки з'єднуються з нижніми контактами основ запобіжників.

Ці контакти з'єднані один з одним та приєднані до гнучкого кабелю, на кінці якого змонтовано з'єднувач, конструктивно подібний до увідних терміналів комутаційних апаратів Kabeldon.

Порядок роботи з цими пристроями:

- 1) зняти кришку з фідерного вимикача SLD;
- 2) приєднати з'єднувач пристрою швидкого заземлення JDD до захисної шини (PE або PEN);
- 3) вставити пристрій швидкого заземлення у корпус фідерного вимикача; при цьому усі провідники фідерного кабелю будуть приєднані до системи заземлення, що дає можливість безпечного проведення ремонтних робіт на даному фідері.



Рис. 31. Зовнішній вигляд пристроїв швидкого заземлення JDD

Пристрої блокування вмикання кіл

Пристрої блокування вмикання кіл KSBD (рис. 32) по формі нагадують вставки запобіжників, але виготовлені з ізоляційного матеріалу червоного кольору з надписом чорними літерами на жовтому фоні, який свідчить про відсутність провідності між верхніми та нижніми контактами тримачів вставок.

Ці пристрої вставляються у тримачі вставок апаратів, блокуючи тим самим замикання кіл при вставленій кришці апарата. Пристрої KSBD 00 можуть бути встановлені в апарати SLD 000 та SLD 00. Пристрої KSBD 2 можуть бути встановлені в апарати SLD 1 та SLD 2. Через віконця на кришках цих апаратів добре видно, що саме вставлено у тримачі



Рис. 32. Зовнішній вигляд пристроїв блокування вмикання кіл

Акcesуари KSBD слід застосовувати при проведенні ремонтних робіт на електрообладнанні. Їх застосування набагато безпечніше ніж вимикання комутаційного апарата та попередження табличкою «НЕ ВМИКАТИ – ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ».

Акcesуари KSBD можна застосовувати також у секціонованих розподільних пристроях, призначених для живлення електроприймачів другої категорії, якщо у розподільних пристроях застосовуються апарати SLD (одного габариту) на уводах та у розриві між секціями.

У нормальному режимі в увідних апаратах встановлені вставки запобіжників, а у секційний апарат – пристрої блокування.

При перериванні електропостачання з боку одного з джерел живлення необхідно відключити апарат на відповідному вводі, знявши його кришку, зняти кришку з секційного апарата, встановити цю кришку на увідний апарат, встановити кришку із вставками на корпус секційного апарата і ввімкнути його.

П'ятипровідні набори

Система Kabeldon пропонує комплекти аксесуарів CXX-TNS (XX = 20, 40, 60 – кількість модулів у п'ятипровідній системі) та SD XX-TNS (XX = 48, 73, 98), які дозволяють побудувати систему електропостачання TN-S або TN-C-S (рис. 33), з робочим струмом 400 А у PE та N провідниках. Ці комплекти суттєво підвищують безпечність експлуатації електрообладнання, особливо, коли обладнання розташоване на значній відстані від розподільного пристрою.

При реалізації системи TN-S до розподільного пристрою підводиться п'ять провідників – три лінійних провідника, а також PE та N провідники, які приєднуються до відповідних шин системи, причому перемичка між ними, що з'єднує точки b та d на схемі, прибирається.

При реалізації системи TN-C-S до розподільного пристрою підводиться чотири провідники – три лінійних провідника та PEN провідник, який у розподільному пристрої розгалужується на N та PE шини, причому PE шина закріплюється на монтувальній стійці, електрично з'єднаний з корпусом шафи, у якій монтується розподільна система, а N шина закріплюється на спеціальному ізоляторі. Увідний PEN провідник приєднується до PE шини, а N шина приєднується до неї за допомогою спеціальної перемички, яка входить до складу комплекту.

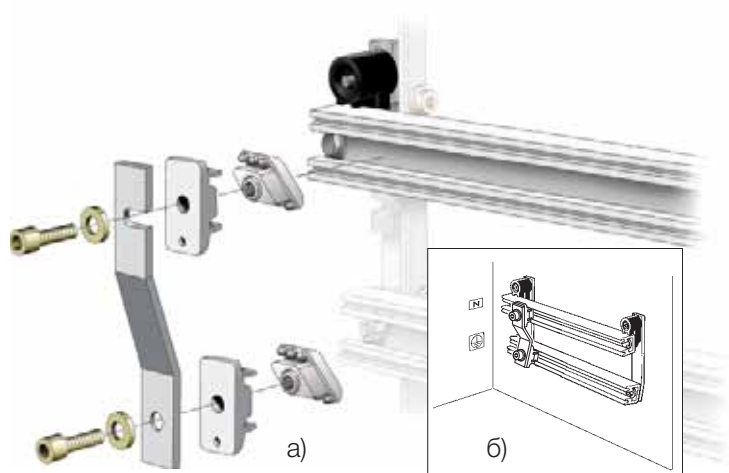


Рис. 33. Комплекти аксесуарів для реалізації п'ятипровідних систем захисного заземлення CXX-TNS (a) та SDXX-TNS (б).

PEN провідник у чотирипровідних системах електропостачання із глухо заземленою нейтраллю одночасно виконує функції робочого нейтрального (N провідника) та захисного заземлювального провідника (PE провідника). У цьому випадку захисне заземлення металевих корпусів електроустановок здійснюється за системою TN-C (рис. 34, ліва частина схеми).

При короткому замиканні у будь-якій з фаз, потенціал корпусу (комплекс очікуваного потенціалу дотику U_t або потенціалу U_a точки a) набуває значення:

$$U_t = U_{L-N} \cdot (Z_N + Z_{NF}) / (Z_N + Z_{NF} + Z_L + Z_{LF}), \quad (1)$$

де U_{L-N} – комплекс фазної напруги (line-to-neutral voltage), $Z_L + Z_N$ – імпеданси відповідно лінійного та нейтрального провідників увідного кабелю, Z_{LF} , Z_{NF} – імпеданси відповідно лінійного та нейтрального провідників фідерного кабелю.

Оскільки поперечні перетини лінійних та нейтрального провідників згідно з вимогами ПУЕ мають бути однаковими, площа поперечного перетину увідного кабелю зазвичай набагато перевищує площу поперечного перетину провідників фідерного кабелю, то напруга дотику при короткому замиканні у навантазі в системі TN-C становить приблизно половину фазної напруги (110 В). Запобіжник, реагуючи на коротке замикання, відмикає пошкоджене коло, але робить це не миттєво, а з певною витримкою часу відповідно до часо-струмової характеристики.

Наприклад, якщо фідерним комутаційним апаратом є запобіжник-вимикач-роз'єднувач SLD 000 із вставкою з номінальним струмом 100 А, то фідерний кабель з алюмінієвими жилами при прокладанні його у повітрі із значним запасом може мати поперечний перетин лише 16 мм² (ПУЕ, частина 1, табл. 1.3.7).

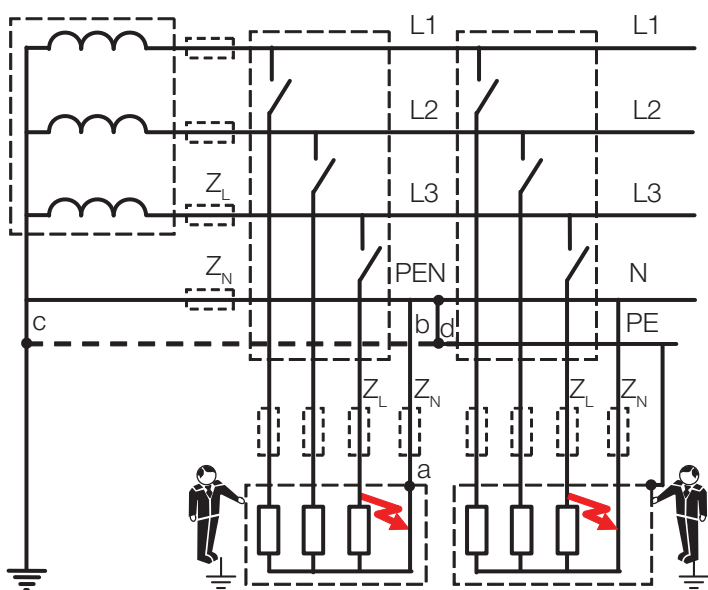


Рис. 34. До розрахунку напруг дотику у чотирипровідній та п'ятипровідній системах електропостачання

При довжині фідерного кабелю 65 м, опір його провідників становить приблизно по 0,11 Ом, отже очікуваний струм короткого замикання (середньоквадратичне значення) буде дорівнювати $220 / (2 \cdot 0,11) = 1000$ А. При такому струмі запобіжник NH 000 має спрацювати не раніше ніж через 100 мс і не пізніше ніж через 500 мс. При розрахунковому значенні опору 1000 Ом та напрузі дотику 110 В струм через тіло людини становитиме 110 мА, що у зазначеному діапазоні часу відмикання може виявитися фатальним для людини, яка має контакт з корпусом пошкодженої установки (див. IEC 60479-1, figure 20).

При виконанні захисного заземлення за допомогою п'ятипровідної системи електропостачання (система TN-C-S – рис. 34, права частина схеми) за умови короткого замикання у будь-якій з фаз, потенціал корпусу (комплекс очікуваного потенціалу дотику U_t або потенціалу U_b точки b) , буде таким:

$$U_t = U_{L-N} \cdot Z_N / (Z_N + Z_{NF} + Z_L + Z_{LF}), \quad (2)$$

Оскільки площі поперечних перетинів провідників увідного кабелю зазвичай набагато перевищують площі поперечних перетинів провідників фідерного кабелю, співвідношення імпедансів є зворотним. Відтак, навіть якщо враховувати тільки активний опір провідників, то за умови, що опір провідників фідерного кабелю перевищує опір провідників увідного кабелю лише у два рази (насправді ця різниця може бути набагато більшою), очікувана напруга дотику зменшиться до відносно безпечних 37 В.

Якщо ж захисний провідник провести безпосередньо від силового трансформатора (пунктирна лінія на рис. 34) і прибрати перемичку між точками b та d, то ми отримаємо систему TN-S, у якій напруга дотику до корпусу при короткому замиканні у навантазі зменшується практично до нуля (до потенціалу точки c).

Більш небезпечним є режим короткого замикання лінійного провідника на корпус, коли напруга дотику становитиме більше 110 В навіть у системі TN-S. Ефективний захист від цієї небезпеки може бути забезпечений за рахунок застосування апаратів, керованих різницевиими струмами (residual current operated circuit-breaker, RCCB). Ці апарати, відомі у нас як УЗО, здійснюють відмикання кіл на ранніх стадіях пошкодження ізоляції, яке ще не перейшло у коротке замикання. Наприклад, якщо опір ізоляції між лінійним провідником та корпусом зменшиться до 5 кОм, напруга дотику ще буде лишатися близькою до нуля, а апарат з номінальним різницевим струмом спрацювання 30 мА відімкне коло, оскільки струм витoku буде більшим (приблизно 40 мА).

Однополюсна розетка

Для тимчасового приєднання обладнання з однофазним живленням (наприклад електроінструменту) до шинної системи Kabeldon передбачено спеціальний аксесуар (рис. 35), який монтується на лінійній шині без застосування будь-якого інструменту.

Насправді цей аксесуар дозволяє безпечно приєднати лише один провідник до будь-якої лінійної шини (бажано до шини L3, оскільки вона розташована нижче за інші, отже приєднаний провідник не буде торкатися інших лінійних шин. Розетка TFU 25 забезпечує захист персоналу, який користується обладнанням чи електроінструментом, від непрямих дотиків, оскільки конструкція цієї розетки передбачає встановлення у ній вставки запобіжника системи D другого габариту (D II з тепловим струмом I_{th} до 25 A). Робочий нейтральний та захисний провідники, необхідні для тимчасового приєднання обладнання електроінструменту, приєднуються за допомогою з'єднувача ADC 25 до PEN шини або двома з'єднувачами окремо до N та PE шин. Обладнання може бути безпосередньо приєднано до живлення, а електроінструмент слід приєднувати до живлення через трипровідну розетку.



Рис. 35. Однополюсна розетка TFU 25



Від'єднання обладнання або трипровідної розетки від живлення необхідно проводити **строго в зворотному порядку**.



Особливо слід звернути увагу на те, що першою операцією від'єднання має бути механічне від'єднання розетки TFU 25 від лінійної шини.

Послідовність приєднання обладнання або трипровідної розетки має бути такою (див. рис. 36):

- 1) трипровідний кабель із захисним провідником жовто-зеленого кольору, робочим нейтральним провідником синього або блакитного кольору та лінійним провідником будь-якого іншого кольору слід приєднати до відповідних терміналів обладнання або розетки;
- 2) відкрити (відщепнути) відкидну кришку 1 розетки TFU 25 та ввести вставку 2 запобіжника D II в отвір під кришкою (рис. 36, а);
- 3) викруткою приєднати N та PE провідники кабелю до терміналів з'єднувача ADC 25, а сам з'єднувач – до PEN шини; монтувальним пристроєм (див. рис. 13) приєднати лінійний провідник кабелю до стовпчикowego терміналу 3 розетки TFU 25 та ввести цей термінал в отвір розетки над вставкою запобіжника (рис. 36, б);
- 4) закрити (защепнути) відкидну кришку розетки TFU 25; тримаючи рукою рукоятку розетки так, щоб рукоятка знаходилася праворуч відносно її стрижня, ввести кінець стрижня, на якому розташована фасонна гайка, у зону приєднання лінійної шини та легко натиснувши на рукоятку, повернути її за годинниковою стрілкою на кут 90° , завершивши процес приєднання.

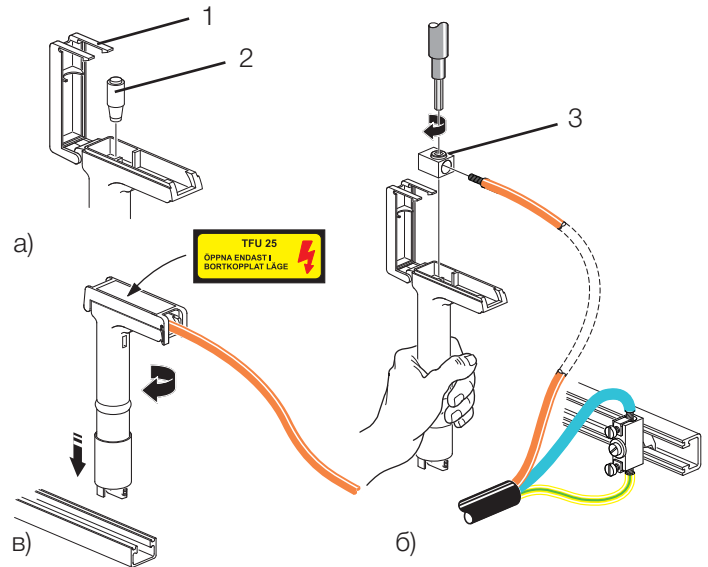


Рис. 36. Порядок монтування розетки TFU 25

Акcesуари для перетворення триполюсного апарата на три однополюсних

Система Kabeldon пропонує комплекти акcesуарів – FHD 000 та FHD 00, до складу яких входять три однополюсних тримачі запобіжників, що можуть бути встановлені відповідно на корпуси (основи) апаратів SLD 000 та SLD 00 замість їх кришок.

В результаті утворюються апарати – SLD-FHD 000 та SLD-FHD 00, які дозволяють оперувати кожним полюсом окремо (рис. 37), що буває необхідно, коли серед електроприймачів є однофазні навантаги.



Рис. 37. Зовнішній вигляд запобіжників-вимикачів-роз'днувачів з однополюсним розмиканням та відповідні акcesуари

Аксесуари для вбудовування автоматичних відмикачів у систему Kabeldon

Як вже зазначалося вище, переривання електропостачання електроприймачів першої категорії при пошкодженні в одному з джерел живлення може бути допущено лише на час автоматичного відновлення живлення. Процедура автоматичного відновлення живлення здійснюється за допомогою систем аварійного вмикання резерву (АВР), які можуть бути побудовані

за різними схемами, у тому числі із застосуванням автоматичних відмикачів з електромеханічним приводом на місці увідних та секційних апаратів. Для застосування цих апаратів в системі Kabeldon передбачена панель AS-T3 для приєднання відмикача втичного виконання на струм 250 А (рис. 38) та панель KLAP-T5 для приєднання відмикача стаціонарного виконання на струм 630 А (рис. 39).



Рис. 38. Панель AS-T3 (а) та відмикач Tmax T3 (б) на цій панелі



Рис. 39. Відмикач Tmax T5 на панелі KLAP-T5

Система Kabeldon пропонує також комплекти аксесуарів A-S6 630, A-S6 800, A-S7 1000 та A-S7 1400 для секційних відмикачів Isomax на відповідні струми.

Шинні мости

Розподільні пристрої системи Kabeldon допускають монтування безпосередньо на стінах приміщень, де 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 розподільні пристрої системи Kabeldon мають бути змонтовані у шафах з металевими стінками та дверцятами, які замикаються на ключ. Розподільні пристрої з багатьма фідерами, секціонуванням та системою АВР монтують у декількох шафах.

Для з'єднання шин, розташованих в окремих шафах, система Kabeldon пропонує спеціальні аксесуари – шинні мости (рис. 40). До комплектів шинних мостів KLKB-S 630 та KLKB-S 1200, призначених для з'єднання ізолюваних шин, входять спеціальні захисні ізоляційні ковпачки зі ступенем захисту IP2X. Шинні мости, призначені для з'єднання неізолюваних шин, таких ковпачків не потребують.

До комплекту KLKB-S 630 входить по одній стійці на кожну шину та по дві перемички на кожну з'єднувану пару шин. До комплекту KLKB-S 1200 входить по дві стійки на кожну шину та по чотири перемички на кожну з'єднувану пару шин.

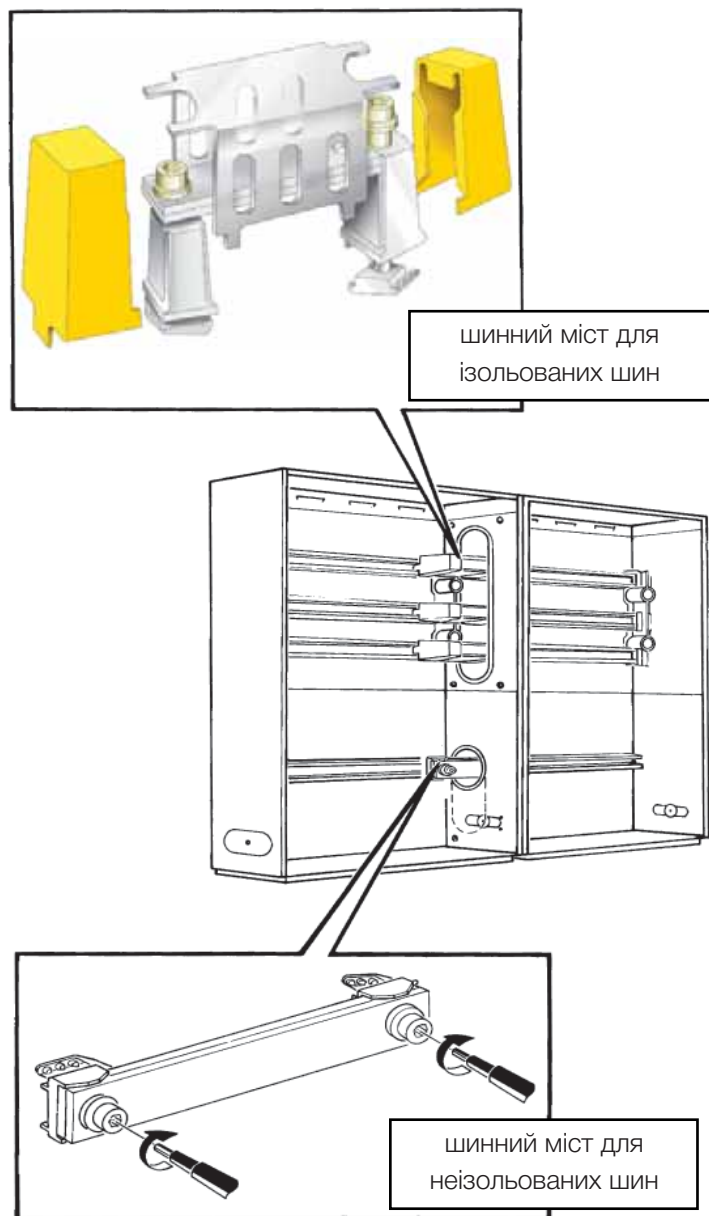


Рис. 40. Комплект шинних мостів KLKB-S 630



Монтування та демонтування шинних мостів допускається лише на від'єднаній від живлення шинній системі !

Аксесуари для заземлення шин

Для проведення монтажних робіт безпосередньо на шинах (наприклад, при встановленні шинних мостів під час розширення розподільного пристрою) їх треба заземлювати.

Цю операцію швидко й надійно дозволяє виконати спеціальний комплект KBS 20 (рис. 41).

Він містить три спеціальних болти із сферичними головками, які приєднуються до розподільних ізолюваних шин на струми 400 ... 1600 А і дозволяють їх заземлити за допомогою спеціальних переносних заземлювачів. Комплект також має захисну ізоляційну оболонку.

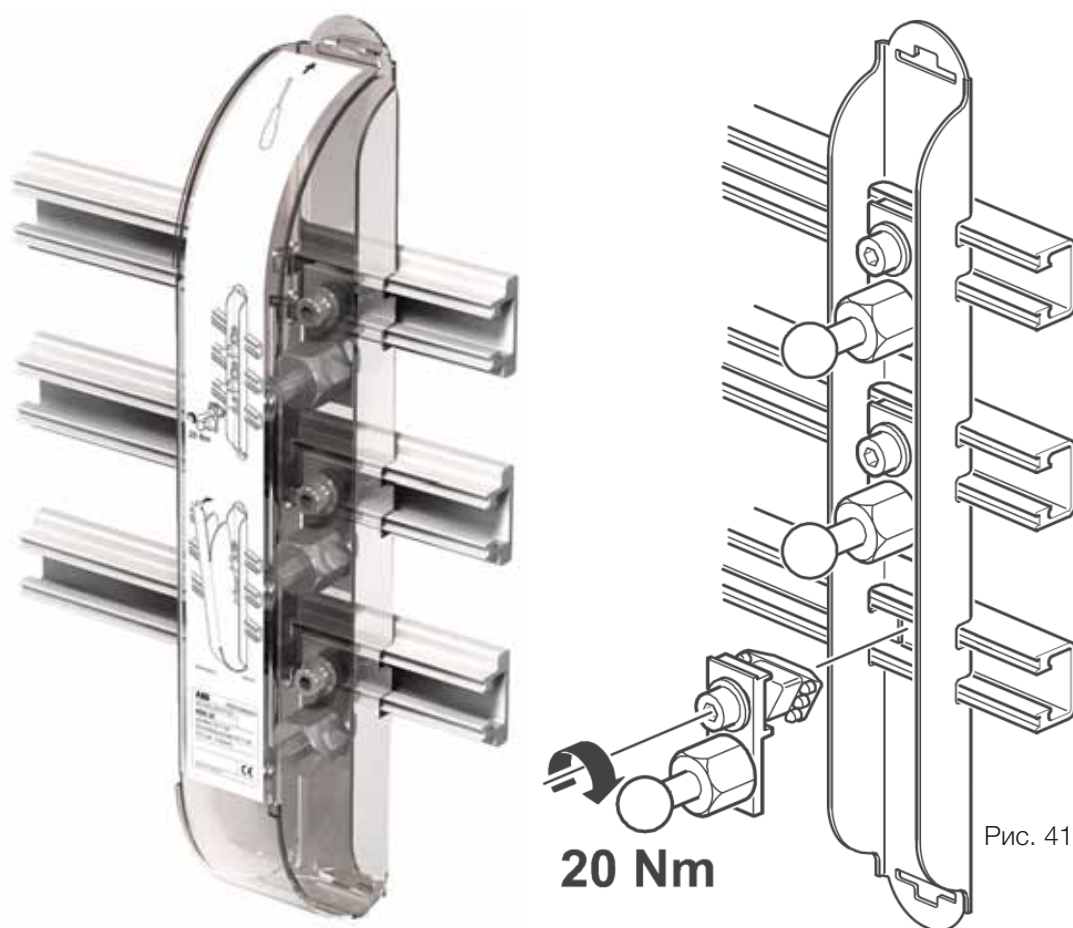


Рис. 41. Комплект для заземлення шин

Аксесуари для заднього приєднання провідників до шин

Приєднання кабелів до лінійних (ізольованих) шин в системі Kabeldon зазвичай здійснюється за допомогою ізольованих з'єднувачів AD 95, AD 300 та AD 2150 (див. рис. 28), які займають певне місце на шинах (від двох до дев'яти модулів, тобто від 25 до 113 мм).

Застосування комплектів аксесуарів АВ 800-53, АВ 1200-53 або АВ 1200-70 надає можливість здійснити заднє приєднання провідників до шин і, таким чином, вивільнити місце для встановлення додаткових комутаційних апаратів на шинах тієї ж самої довжини – до трьох апаратів SLD 000 або до двох апаратів SLD 00.

Для забезпечення заднього приєднання треба строго на подовжніх осях просвердлити у шинах отвори діаметром 14 мм (рис. 42, а), вифрезерувати на задніх поверхнях шин плоскі поверхні діаметром 38 мм, а в отворах нарізати різь M16 (рис. 42, б), а потім встановити комплект АВ 800 / 1200 та приєднати провідники з кабельними наконечниками (рис. 42, в).

Дуже важливо підкреслити, що комплекти для заднього приєднання провідників дозволяють надійно приєднувати мідні шини та кабельні наконечники до алюмінієвих шин системи Kabeldon, що доведено багаторічною практикою експлуатації цих комплектів.

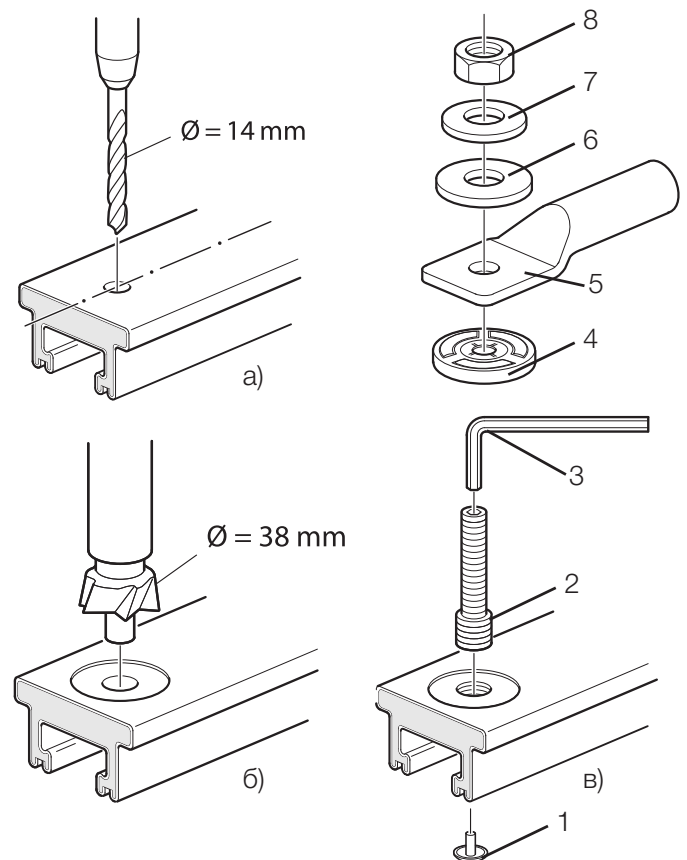


Рис. 42. Застосування аксесуарів АВ 800 / 1200 для забезпечення заднього приєднання провідників до шин:

- 1 – ізоляційна заглушка;
- 2 – шпилька M12 / M16 довжиною 53 або 70 мм;
- 3 – торцевий ключ (не входить до комплекту);
- 4 – спеціальна з'єднувальна шайба з гострими кільцевими виступами, які забезпечують надійне контактування цієї шайби з вифрезерованою плоскою поверхнею на шині та кабельним наконечником;
- 5 - кабельний наконечник (не входить до комплекту);
- 6 – плоска шайба діаметром 36 мм;
- 7 – шайба діаметром 29 мм;
- 8 – гайка M12.

Апарати та аксесуари для обліку спожитої енергії

Система Kabeldon пропонує комплекти аксесуарів для обліку спожитої енергії за допомогою аналогових та цифрових лічильників. У трифазних системах найбільш розповсюдженими є трикомпонентні лічильники, які власне є поєднанням трьох однофазних лічильників, до складу яких входять струмова обмотка аналогового лічильника або її еквівалент у цифровому лічильнику та обмотка напруги або її еквівалент.

При відносно невеликих робочих струмах мереж (до 63 А) струмові обмотки лічильника вмикаються безпосередньо між вихідними терміналами увідного комутаційного апарата та розподільними шинами, а обмотки напруги – між вихідними терміналами та PEN (або PE) шиною. При більших значеннях струмів між вихідними терміналами

та розподільними шинами вмикаються первинні обмотки трансформаторів струму, а їх вторинні обмотки приєднуються до струмових обмоток лічильника. Фото монтувальної панелі для аналогового лічильника та схема його підключення через трансформатори струму зображені на рис. 43.

При безтрансформаторному підключенні лічильника застосовується панель MPF 63B з основами запобіжників DIII/E33 та вставками на 63 А, а при підключенні лічильника через трансформатор струму – панель MPF 25B з основами запобіжників DII/E27 та вставками на 10 А.

В комплекті з панелями MPF 63B / MPF 25B доречно застосовувати блоки терміналів KSKP 50 та KSKP 25 відповідно, які суттєво полегшують електричне монтювання.

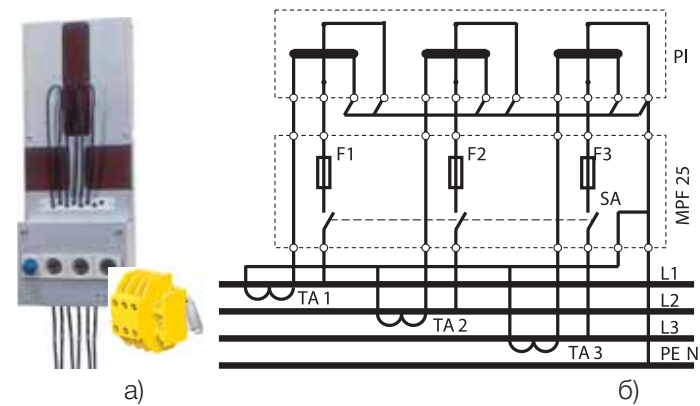


Рис. 43. Панель для монтювання аналогового лічильника MPF 63B / MPF 25B з блоком терміналів KSKP 50 / KSKP 25 (а) та електрична схема підключення лічильника через трансформатори струму (б): PI – аналоговий лічильник; TA1, TA2, TA3 – трансформатори струму; F1, F2, F3 – запобіжники, що захищають кола, які з'єднують лінійні шини L1, L2 та L3 з PEN шиною через обмотки напруги лічильника та самі лінійні шини від можливих коротких замикань у лічильнику.

Одна із схем підключення цифрового лічильника через трансформатори струму зображена на рис. 44. Виходом цього приладу є біполярний транзистор, який на короткий час (приблизно 100 мс) відкривається, коли лічильник зафіксує 0,01 кВт·год спожитої енергії. Таким чином, спожита за певний час енергія (у кіловат-годинах) буде дорівнювати поділеній на 100 кількості імпульсів, підрахованих за цей час.

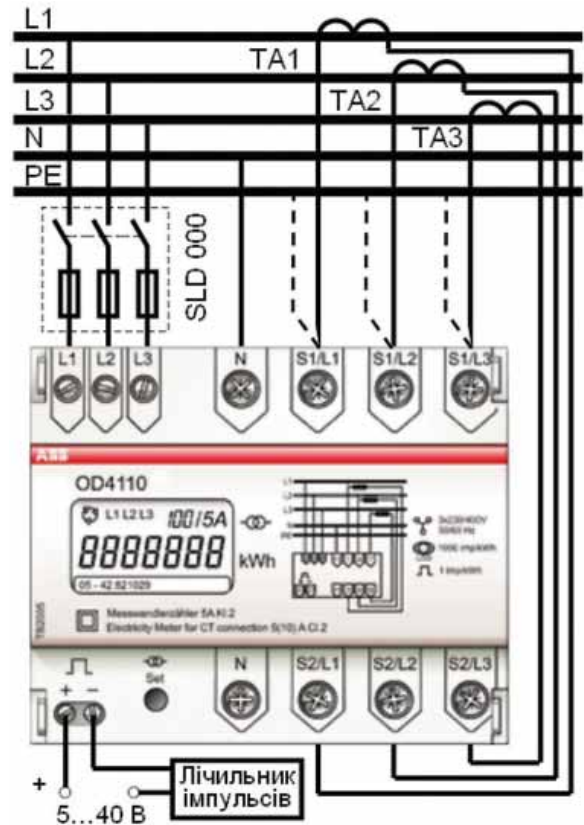


Рис. 44. Схема приєднання цифрового трифазного лічильника OD4110 через трансформатори струму

Комплект аксесуарів для обліку енергії TRAFO-C (TRAFO-S), який монтується на розподільних шинах, зображено на рис. 45.

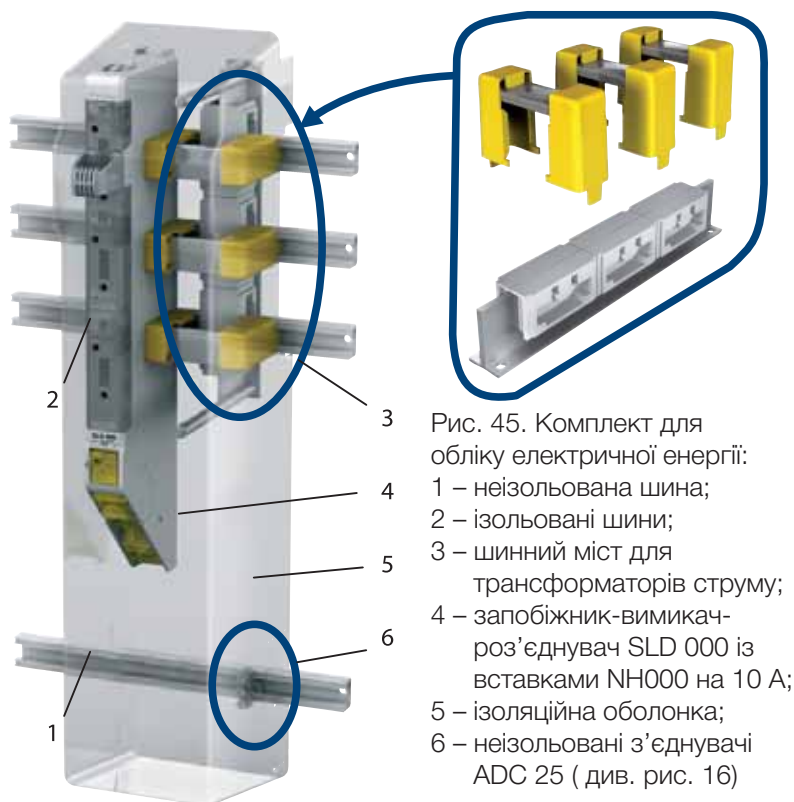


Фото розподільного пристрою з увідним вимикачем-роз'єднувачем-запобіжником й обладнанням для обліку спожитої енергії наведено на рис. 46.

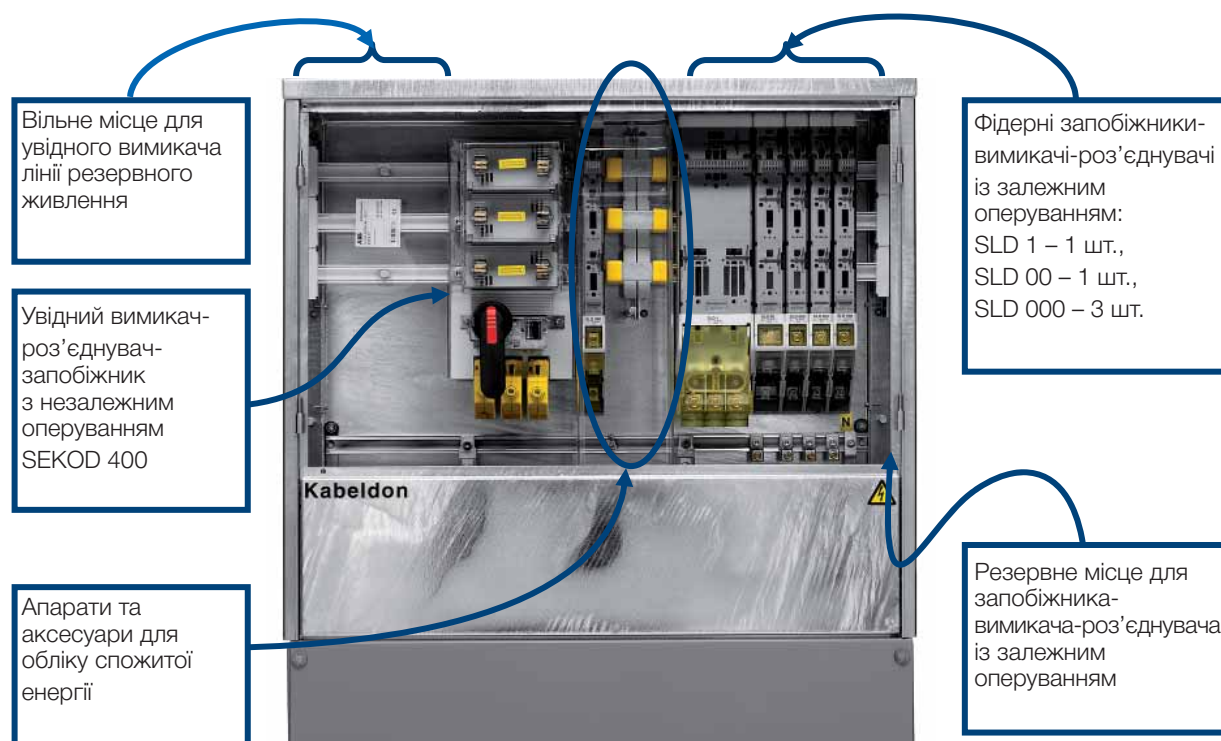


Рис.46. Розподільний пристрій з увідним комутаційним апаратом та обладнанням для обліку спожитої енергії

Пристрої керування вуличним освітленням

До складу кожного з пристроїв керування вуличним освітленням GBLB 45 та GBL 63 входить контактор, який власне вмикає та вимикає вуличне освітлення, два автоматичних відмикача, поворотний перемикач та термінали для приєднання живлення, розподільних шин,

а також сутінковий перемикач (рис. 47). Цифри у позначенні пристроїв GBLB відповідають номінальному робочому струму контакторів.



GBL B45



GBL 63

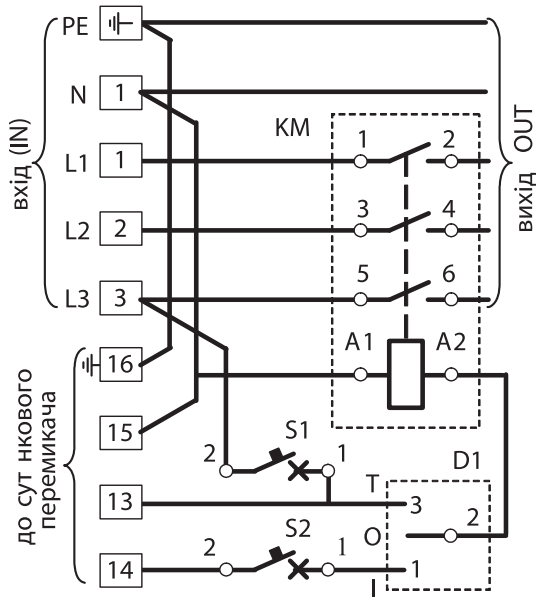


Рис. 47. Загальний вигляд та електрична схема пристроїв керування вуличним освітленням. Вихідні термінали 2, 4, 6 контактора KM приєднуються до розподільних шин, відмикач S1 захищає коло живлення сутінкового перемикача, який має перемкнути термінали 13 та 14 при настанні сутінок, а відмикач S2 захищає коло живлення котушки контактора. Трипозиційний поворотний перемикач S2 у положенні О вимикає освітлення, у положенні Т тестує систему освітлення, а положення І – є його робочим положенням, у якому сутінковий перемикач керує контактором, а той – освітленням.

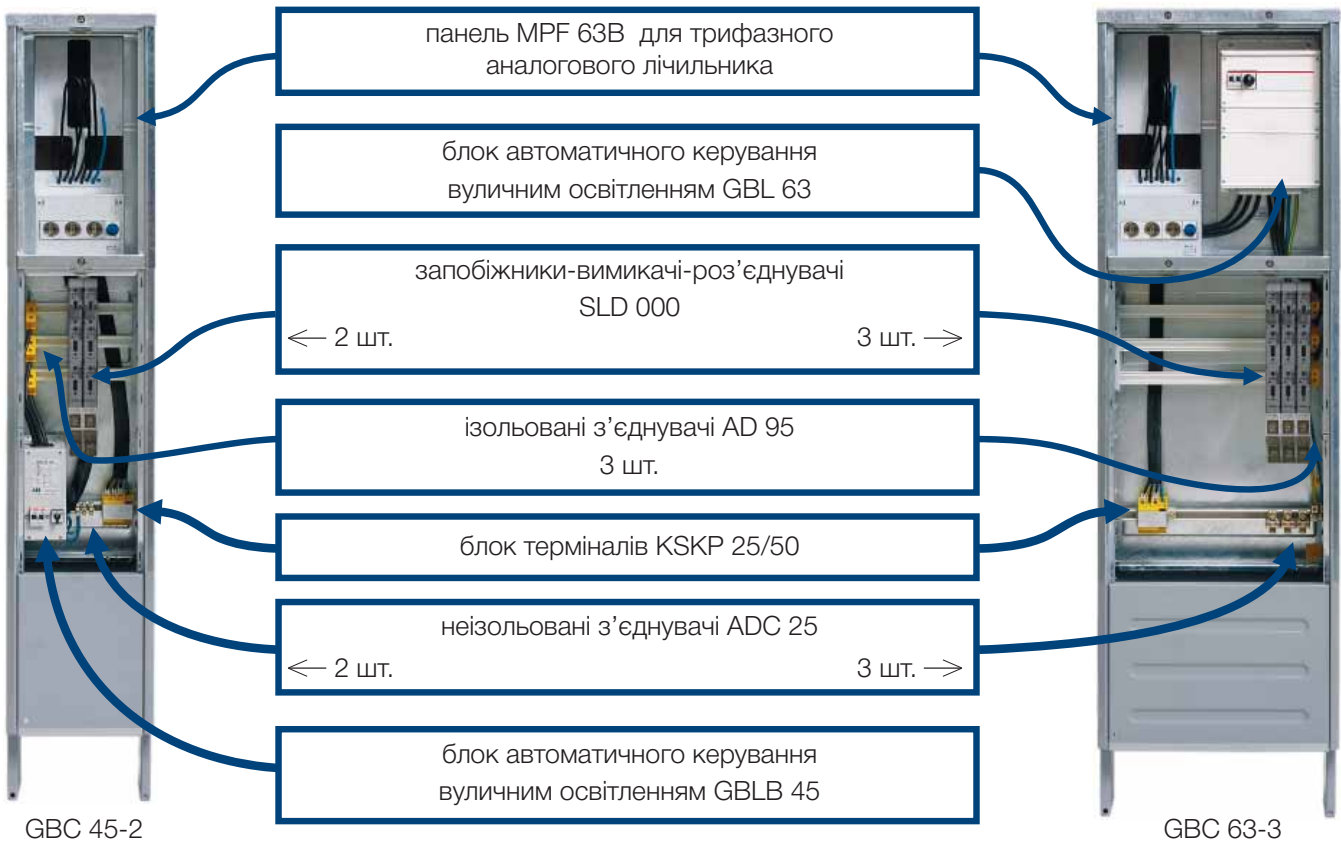


Рис. 48. Розподільні пристрої для вуличного освітлення в шафах CDCM 420 (ліворуч) та CDCM 440 (праворуч)

Оболонки для мініатюрних апаратів

Система Kabeldon передбачає можливість застосування у розподільних пристроях апаратів інших виробників, зокрема мініатюрних (модульних) апаратів, що монтуються за допомогою DIN-рейки (35 мм) з кроком модуля 18 мм. Для цього пропонується два різновиди оболонок (щитків) – MCB 24 та KSJH 2 (рис. 49).

Щиток MCB 24 дозволяє розмістити у два поверхи до 24 модулів мініатюрних апаратів та має ступінь захищеності IP65. У цьому щитку мають бути розміщені апарати, які не потребують оперативного керування та мають бути захищені від вологи та пилу, наприклад, апарати для автоматизації технологічних процесів.

Для розміщення мініатюрних апаратів, які потребують оперативного керування (наприклад, автоматичні відмикачі для захисту від надструмів та струмів витоку), пропонується пара щитків KSJH 2 із спільною ізоляційною основою, яка монтується на розподільних шинах. Ці щитки мають вбудовані DIN-рейки (35 мм) і дозволяють розмістити до чотирьох мініатюрних модулів у кожному із щитків.

Рис. 49. Щитки для розміщення мініатюрних апаратів



Універсальний затискач для фіксації кабелів

Затискач UKRA 90 (рис. 50) дозволяє здійснювати фіксацію кабелів діаметром 20 – 90 мм на спеціальному сталевому профілі. Монтуння затискача на профілі та затиснення

кабелю здійснюється за допомогою звичайного гайкового ключа.

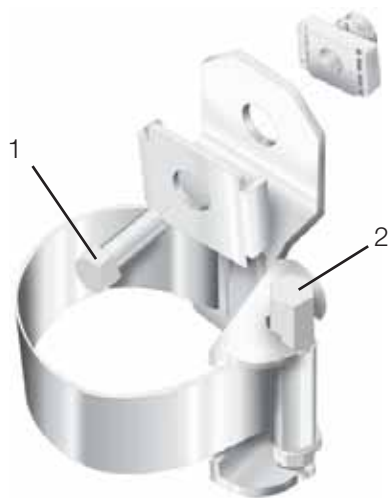


Рис. 50. Універсальний затискач для фіксації кабелів UKRA 90:

1 – гвинт для закріплення затискача на профілі;
2 – шестигранна головка валу для затиснення кабелів.

Фото розподільного пристрою на рис. 51 ілюструє застосування затискача UKRA 90.



Рис. 51. Застосування затискача для фіксації кабелів:

1 – затискач UKRA;
2 – сталевий профіль

Різновиди шаф для системи Kabeldon

Система Kabeldon пропонує декілька різновидів металевих шаф, пристосованих для монтування розподільних пристроїв для зовнішнього та внутрішнього 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 розтоплений цинк, яке забезпечує товщину шару цинку

на поверхні сталі 60 - 100 мікрон, у той час, як звичайне електролітичне цинкування забезпечує товщину шару цинку до 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 52).

Рис. 52. Шість шарів захисту сталевих поверхонь шаф від корозії:
1 – сталевий лист;
2 – цинкова плівка;
3 – плівка з нерозчинних фосфатів цинку та марганцю;
4 – плівка полімерної фарби

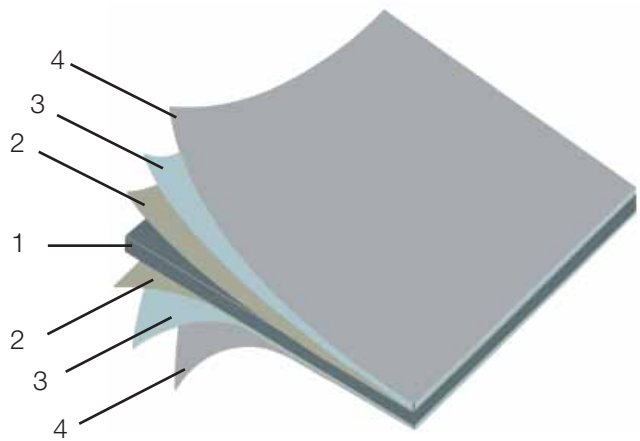


Рис. 53. Шафи Kabeldon не псують ландшафт

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. 53).

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 С1 (згідно з ISO 12944-2 – опалювані сухі приміщення) та С2 (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, CDCM та CDCP

Шафа CDC (рис. 54) 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 апарата 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.

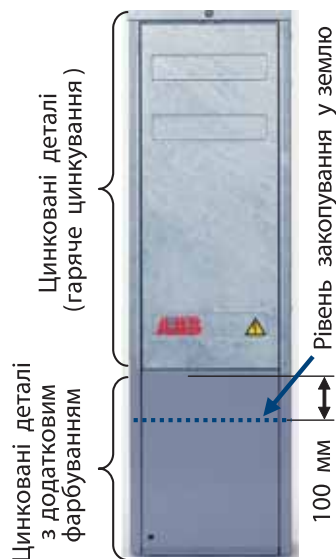


Рис. 54. Зовнішній вигляд шафи CDC

Позначення шаф CDC є таким: CDC XYY, де X – 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 (ізольованими) шинами KSFS 420 з робочим струмом 400 А, двома неізольованими шинами KSNS 417 та додатковим допоміжним сталевим профілем для монтування на ньому універсальних затискачів UKRA 90, призначених для фіксації кабелів. Дана структура позначення застосовується й для шаф системи Kabeldon інших типів.

Наявність у шафах CDC двох неізольованих 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 заглушкою з отворами від Ø15 до Ø60 мм, що дозволяє встановлювати промислові розетки для тимчасового приєднання обладнання.

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. 55).

Висувні стійки можуть бути розташовані під кутом майже у 30° і, таким чином, розташовуючи шафу впритул до стіни будівлі, можна забезпечити обходження фундаменту (рис. 56).

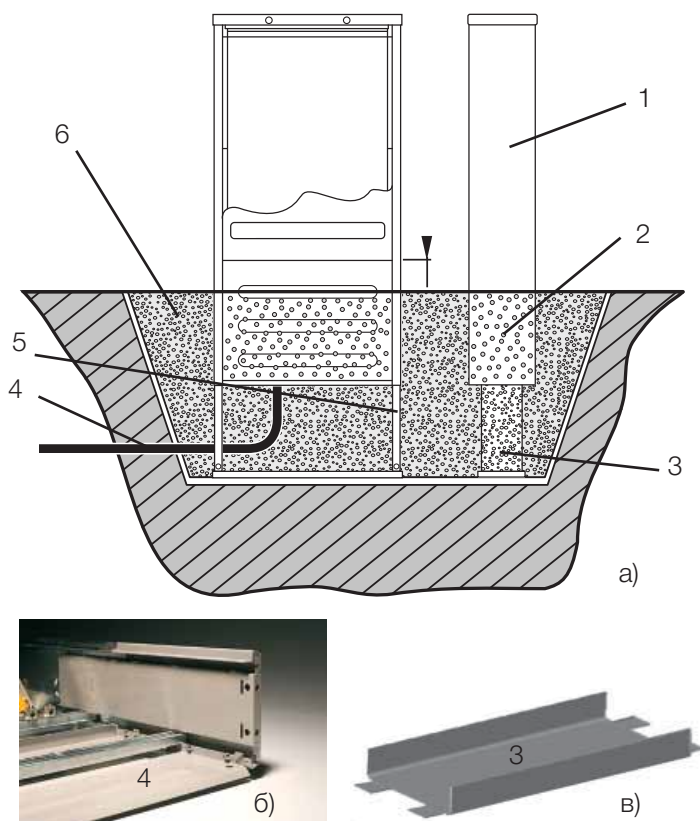


Рис. 55. Розміщення шафи CDC у землі (а) та відповідні аксесуари (б, в):
 1 – шафа CDC;
 2 – пісок або керамзит (засипається всередину шафи до рівня землі для зменшення конденсації вологи);
 3 – базова опора;
 4 – висувні стійки;
 5 – кабель (кабелі);
 6 – земля або бетонна суміш.

Шафи CDCM (рис. 57) 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. Основне призначення шаф CDCM – забезпечення автоматичного керування вуличним освітленням із застосуванням сутінкових вимикачів (див. рис. 48).

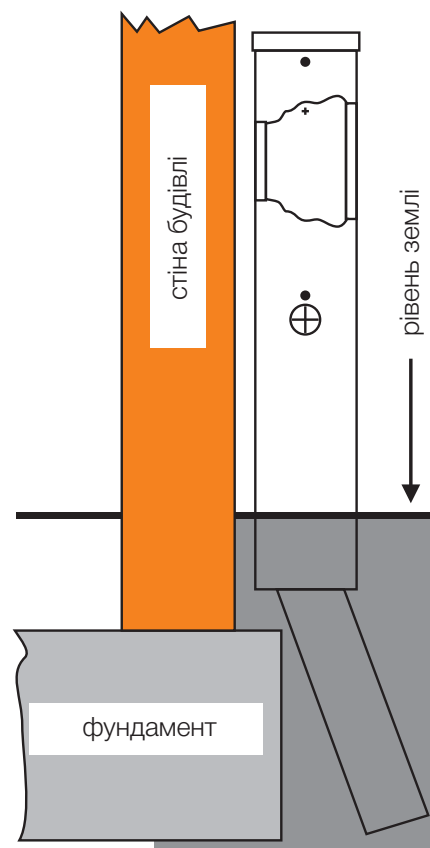


Рис. 56. Розташування стійок шафи CDC під кутом з метою обходження фундаменту.

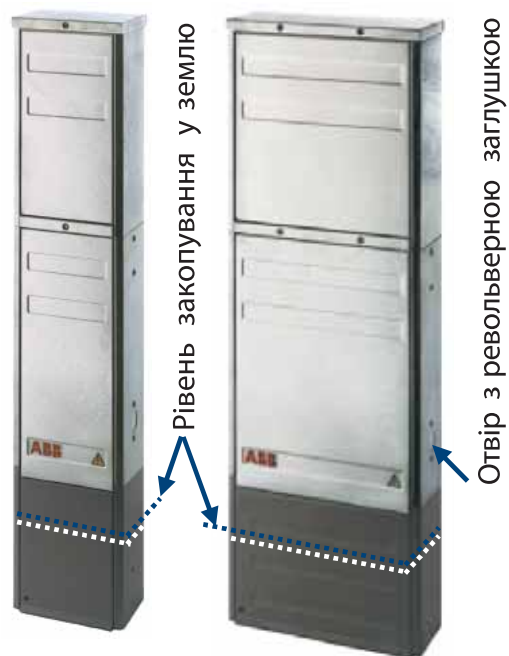


Рис. 57. Зовнішній вигляд шаф CDCM X20 (X = 0 – без шин; 4 – з шинами на 400 А) та CDCM X40 (X = 0; 4 та 6 – з шинами на 630 А)

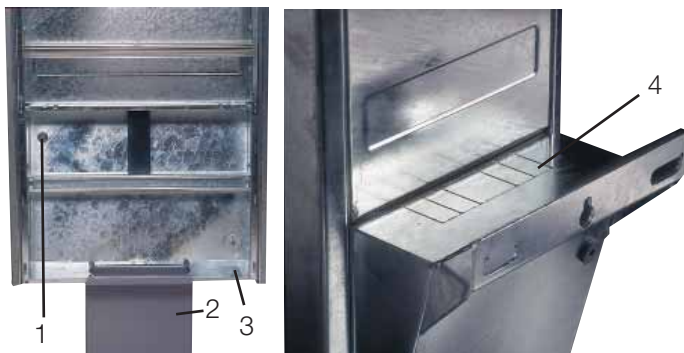
Шафи CDCP (рис. 58) – це різновид шаф CDC, які монтуються на нижніх частинах стовпів ліній передачі електричної енергії у діапазоні середніх напруг (6/10 кВ) і застосовуються для розподілення кабельних ліній на стороні 0,4 кВ підстанцій невеликої потужності (до 315 кВА), трансформатори яких монтуються 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. 58. Шафи CDCP: живлення будівель через кабельні лінії

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 монтування промислової розетки, призначеної для тимчасового приєднання мобільного електрообладнання, а також отвір для болта заземлення (рис. 60).



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.59).

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 розсіювання тепла влітку та запобігання конденсації, ці шафи мають ступінь захисту IP34D тобто захист від проникнення всередину інструментів (прутків діаметром $\varnothing 2,5$ мм) та захист від суцільного оббризування. Літера D означає захищеність від доступу дротом до небезпечних частин (IEC 60529).

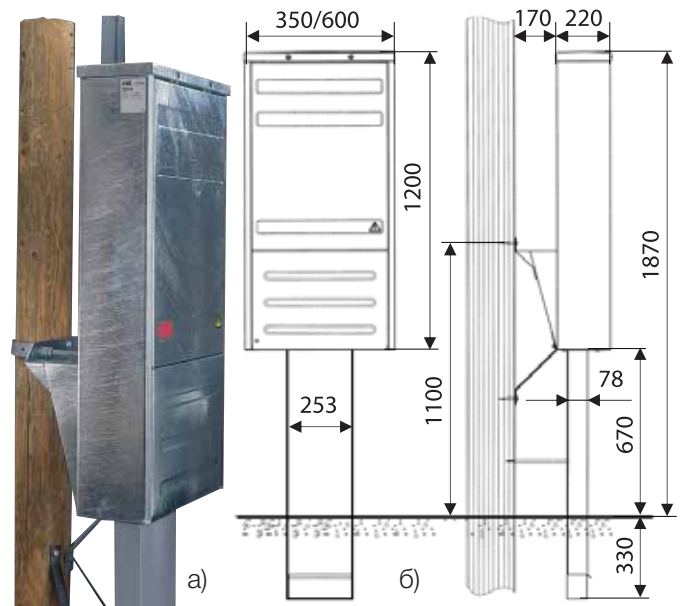


Рис. 59. Шафа CDCP:
а – загальний вигляд; б – основні розміри

Рис. 60. Кронштейн у задній частині шафи CDCP:

- 1 – отвір для болта заземлення;
- 2 – кабельний короб для захисту кабелів, що відводяться у землю;
- 3 – отвір для монтування промислової розетки;
- 4 – пробивки для кабельних каналів, призначених для захисту живильних кабелів

Шафи SDC та SDCM

На відміну від шаф CDC, які призначені для монтування невеликих (до 60 модулів) й достатньо простих розподільних пристроїв, шафи SDC дозволяють реалізовувати 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. 61) складається з двох відсіків – основного, верхнього, у якому монтуються 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. 62).



Рис. 61. Зовнішній вигляд шафи SDC.

На боковій стінці шафи розташовано отвір з револьверною заглушкою для встановлення промислової розетки.

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). 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. Ці шафи мають позначення LD.

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).

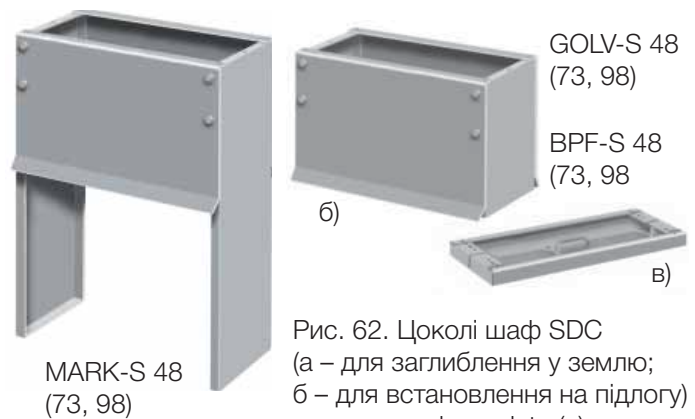


Рис. 62. Цоколі шаф SDC (а – для заглиблення у землю; б – для встановлення на підлогу) та основа – baseplate (в)

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 S48-TNS або S73-TNS для шаф SDC 48 та SDC 73 відповідно (див. рис. 33, б).

Конструкція револьверної заглушки (рис. 63) дозволяє у боковій стінці шафи створювати (без спеціального інструменту) отвір діаметром від 15, 45 або 60 мм і розміщувати у ньому промислову розетку для тимчасового приєднання зовнішнього мобільного обладнання.

гайка-баранець для фіксації заглушки

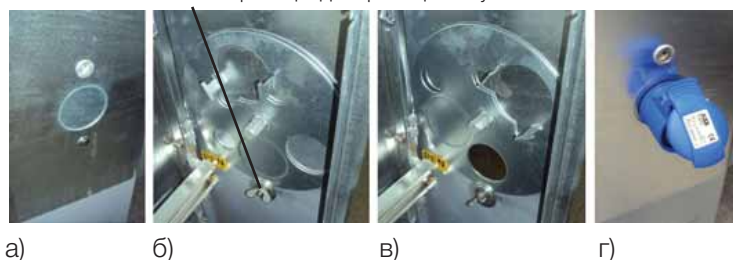


Рис. 63. Револьверна заглушка: а – вихідне положення, вид ззовні, отвір на поверхні шафи заглушений; б – вихідне положення, вид зсередини; в – отвір Ø45 мм заглушки суміщений з отвором на поверхні шафи; г – вид ззовні, на поверхні шафи в отворі Ø45 мм змонтована промислова розетка

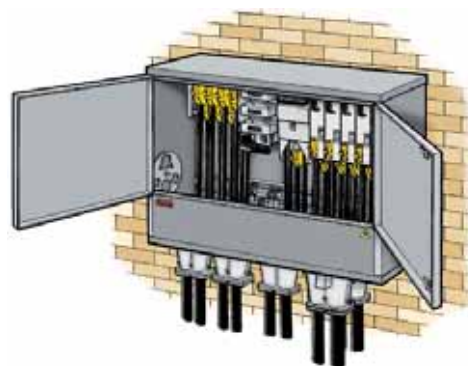
Шафи SDCM (рис. 65) відрізняються від шаф SDC наявністю надбудови – верхньої секції. Враховуючи відносно велику ширину шаф SDCM, верхні секції у них можуть бути застосовані не тільки для встановлення лічильників, а й для монтування інших апаратів. Висота верхньої секції дорівнює 634 мм, отже загальна висота шафи SDCM над рівнем землі становить 1523 мм (889+634+100 мм).

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 Ø3,5 мм з відстанню між центрами отворів 38 мм.

Рис. 65. 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

Ширина шаф SDC перевищує ширину шаф CDC, що дозволяє монтувати у них більш розгалужені й навіть секціоновані розподільні пристрої. Ці шафи можуть монтуватися на стінах будівель та приміщень (рис. 64). При цьому знизу до них мають бути приєднані основи BPF-S 48 (73, 98), через які виводяться увідні та фідерні кабелі.

Рис. 64. Шафа SDC 98 з основою BPF-S 48 – монтування на стіні



Шафи KSIK

На відміну від шаф CDC та SDC, шафи KSIK передбачають тільки внутрішнє встановлення (рис. 66). 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 випускаються в трьох габаритах та мають такі позначення: KSIK 043, KSIK 063 та KSIK 098.

Шафи KSIK поставляються без шинних систем із знімною монтувальною панеллю, на якій може бути змонтована шинна система з ізолюваних шин на струми від 400 до 1600 А та комплект неізолюваних шин та аксесуарів для реалізації п'ятипровідних систем захисного заземлення TN-C-S або TN-S (комплекти K43-TNS, K63-TNS та K98-TNS відповідно до шаф KSIK 043, KSIK 063 та KSIK 098).



Рис. 66. 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 – *рос.*).

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. 67). 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.). Ці щити мають габарити 2000х800(300, 600, 700)х600 мм.

Для панелей ЩО 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 або 800 мм. Відтак, щити ЩО є досить гоміздкими.



Рис. 67. Панель ЩО-70: лише чотири фідери

Враховуючи гоміздкість 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. 68, 69).

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

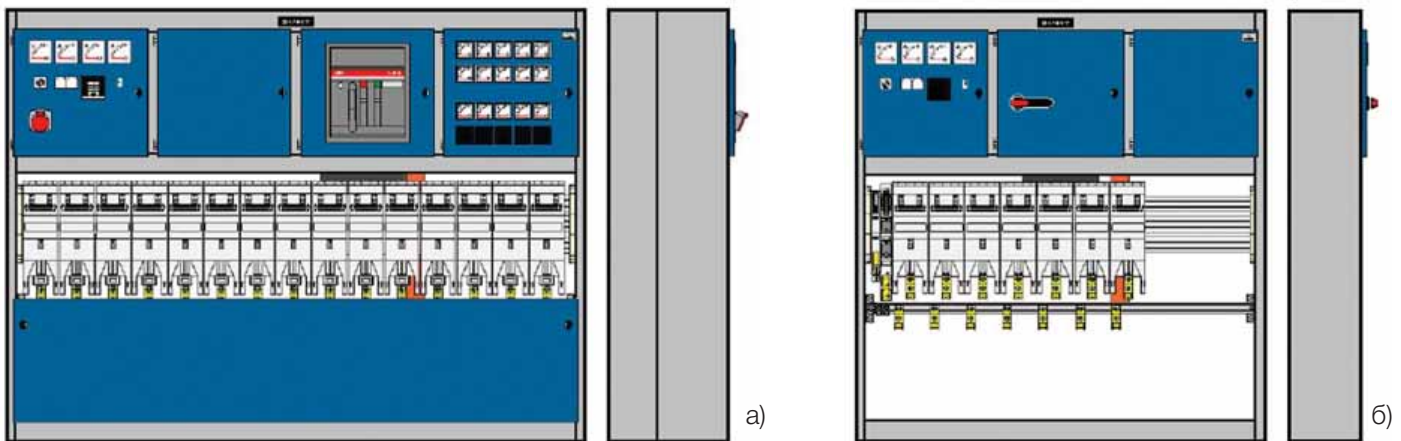


Рис. 69. Панелі ЩО-Kabeldon «Вірма-Електро» (Житомир): а – 1600x2250x500; б – 1600x1250x300

Відповідно до запиту керівництва Обленерго було проведене 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 x 400 А, 4 x 250 А та 2 x 100 А) у кожній секції.
- 2) увідні комутаційні апарати – автоматичні відмикачі ВА55-41 виробництва БАТ 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 БАТ Електроапарат, Курськ;

б – запобіжники-вимикачі-роз'єднувачі системи Kabeldon (SLD 000 – 100 А; SLD 1 – 250 А; SLD 2 – 400 А) із топкими вставками NH.

Результати порівняння виявилися такими:

Панелі	ЩО-90	ЩО-Kabeldon
Увідні та секційні апарати	BA55, PE19	BA55, PE19
Фідерні апарати	BP32	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).

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;
- відсутність необхідності застосування кабельних наконечників;
- 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 за рахунок якісних терміналів та відсутності кабельних наконечників;
- 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.

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 стовідсоткової безпечності її застосування оперативним персоналом. Адже безпека – понад усе!

Шинна система на 2500 А.

Шини, опори, з'єднувальний перехідник

Шинна система на 2500 А сумісна із системою Kabeldon і призначена для застосування у підстанціях, розподільних пристроях та щитах. Система випробувана струмом короткого замикання 65 кА.

Шинна система на 2500 А включає такі компоненти:

- лінійні ізолювані шини KSFS 25149 CSS та KSFS 25181 CSS з ізоляційними заглушками у пазах з тильних боків шин;
- ізоляційні заглушки можуть бути підрізані у разі необхідності;
- механічно підсилені бокові шинні опори KSST 325 CSS для монтування на стіні; до складу кожної опори входить додатковий упор, який обмежує бокові переміщення шини; ця шинна опора призначена для монтування на плоскій поверхні;
- шинні опори KSST 325 CSS-F для монтування на рамі; ці опори встановлюються на двох протилежних стінках рами, забезпечуючи утримання лінійних шин;
- проміжна опора MSB 325 CSS, яка застосовується в центрі шинної системи, якщо довжина шинної системи перевищує один метр;
- з'єднувальний перехідник AB 2500 CSS для заднього приєднання до шинної системи; сумісний з шинами KSFS 25149 CSS та KSFS 25181 CSS.

Конструкція опор (рис. 70) забезпечує швидке монтування, причому кожна шина встановлюється на місце окремо спереду перед закріпленням.

Шини KSFS 25149 CSS (KSFS 25181 CSS) (рис. 71) мають довжину 1890 (2300) мм і допускають розташування на передньому боці 149 та 181 модулів відповідно. Паз на тильному боці шини забезпечує заднє приєднання увідних шин за допомогою з'єднувального перехідника AB 2500 CSS (рис. 72). Цей перехідник має бокову гнучкість та не скорочує модульного простору на передньому боці шинної системи.

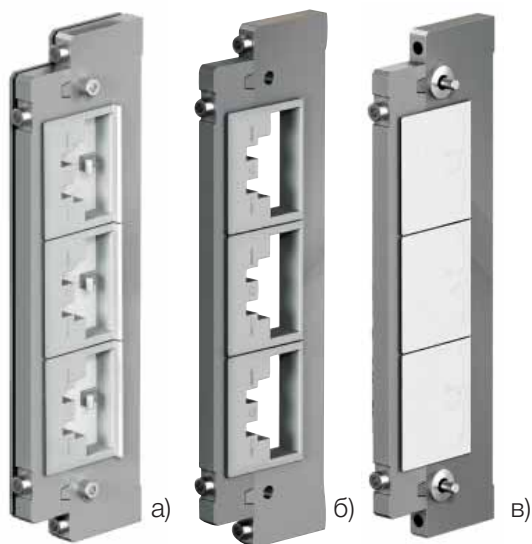


Рис. 70. Шинні опори:
а – KSST 325 CSS;
б – MSB 325 CSS;
в – KSST 325 CSS-F

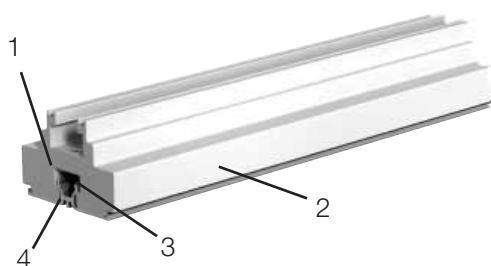


Рис. 71. Шина KSFS 25149 CSS (KSFS 25149 CSS):
1 – тіло шини;
2 – поліамідна ізоляція;
3 – паз на тильному боці;
4 – ізоляційна заглушка

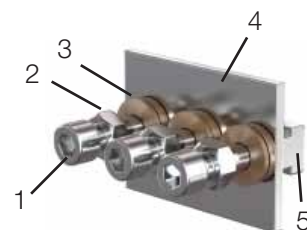
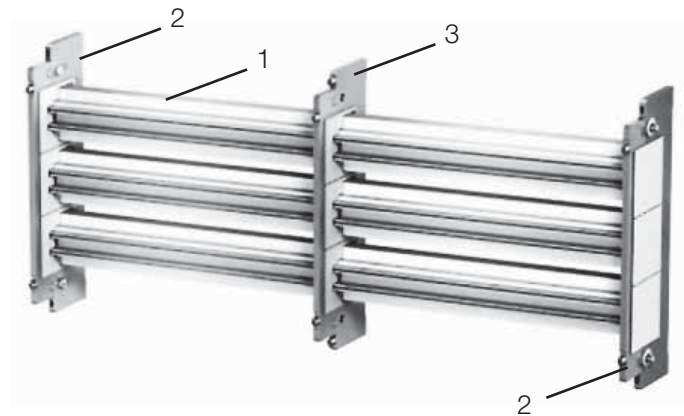


Рис. 72. З'єднувальний перехідник AB 2500 CSS:
1 – затискний гвинт;
2 – притискна гайка;
3 – тарілчаста пружина;
4 – плоска поверхня з'єднувального профілю;
5 – хвостовик з'єднувального профілю.

Комплект шинної системи (рис. 73) складається з трьох лінійних шин, двох шинних опор, призначених



для монтування на стіні або для монтування на рамі, центральної опори та трьох з'єднувальних перехідників.

Рис. 73. Комплект шинної системи на 2500 А:

- 1 – ізолювані шини;
- 2 – бокові опори;
- 3 – проміжна опора (з'єднувальні перехідники на рисунку не показані).

Система забезпечує просте заднє приєднання увідних шин без доробки ізолюваних шин.

Увідні шини монтуються між площностями з'єднувальних перехідників та тарілчастими пружинами (круглими пружинними шайбами).

Приклад заднього приєднання увідних плоских шин до ізолюваної шинної системи Kabeldon на 2500 А зображено на рис. 74.

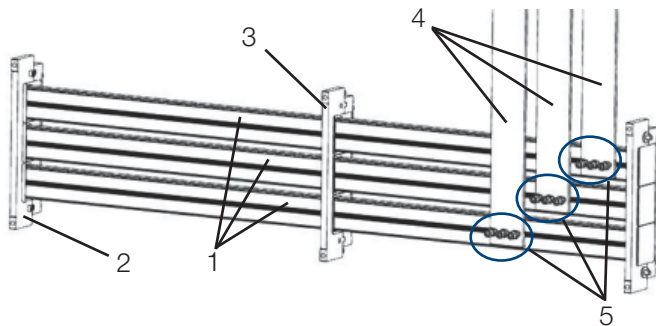


Рис. 74. Варіант заднього приєднання увідних плоских шин до ізолюваної шинної системи Kabeldon на 2500 А:

- 1 – лінійні ізолювані шини на 2500 А;
- 2 – бокові опори;
- 3 – проміжна опора;
- 4 – увідні плоскі шини, приєднані до з'єднувальних перехідників;
- 5 – затискні гвинти, притискні гайки, тарілчасті пружини.

Досвід застосування системи Kabeldon компанії «Вірма-Електро» та Житомиробленерго

Україна є першою з країн пострадянського простору, де, завдяки ініціативі та наполегливості компанії АББ Лтд, БАТ «ЕК Житомиробленерго» та ТОВ «Вірма-Електро» розпочалося системне й інтенсивне впровадження системи Kabeldon при будівництві й реконструкції розподільних пристроїв в міських та сільських мережах 0,4 кВ.

Ініціатором впровадження системи Kabeldon виступила компанія «Вірма-Електро», яка у 2006 р. переконала керівництво БАТ «ЕК Житомиробленерго» у доцільності й ефективності цієї системи, завдяки її суттєвим перевагам перед традиційними розподільними системами. Вже на початку 2007 р. був зданий перший об'єкт – реконструйований розподільний пристрій трансформаторної підстанції 1-ї міської лікарні м. Житомира.

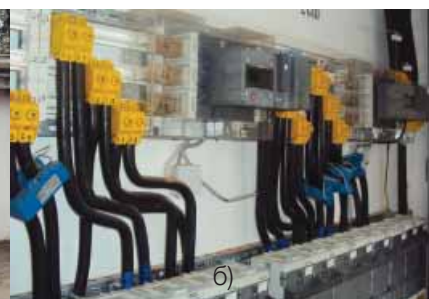
Особливістю цієї підстанції є те, що вона мала два окремих приміщення для РП 0,4 кВ, розподільні пристрої у яких були побудовані на базі панелей ЩО-70. Незважаючи на наявність двох приміщень, не було можливості підключати нові фідери, необхідні для введення в дію сучасного медичного обладнання, яким інтенсивно оснащувалася лікарня. Отже, підстанція вимагала реконструкції – або завдяки добудові додаткового приміщення для РП 0,4 кВ та застосування традиційних розподільних засобів, або завдяки застосуванню нетрадиційних рішень. Використання системи Kabeldon дозволило не тільки ввести необхідні додаткові фідери й забезпечити місце для резерву, а й повністю вивільнити одне із зазначених приміщень РП 0,4 кВ.



Рис. 75. Фото ТП-220 (фасад)



Рис. 76. Кабельний міст між вільним та робочим приміщеннями РП 0,4 (а) та фото фрагменту РП 0,4 у робочому приміщенні РП ТП-220 (б)



Цей перший досвід застосування апаратури Kabeldon виявився настільки вдалим, що керівництво БАТ «ЕК Житомиробленерго» позбавилося найменших сумнівів у правильності прийнятого рішення і впевнилося в нагальній необхідності подальшого впровадження цієї прогресивної розподільної системи. На цьому шляху лишалася остання завада – традиційна, в наших умовах, відсутність коштів. Цю проблему керівництво БАТ «ЕК Житомиробленерго» розв'язує за рахунок двох джерел:

- 1) залучення коштів в межах виконання інвестиційної програми «Технічне переоснащення електричних мереж», підтриманої НКРЕ;
- 2) залучення коштів інвесторів-забудовників, які мають альтернативу – або будувати нові підстанції з традиційними розподільними засобами (коштовний, складний й тривалий процес), або оплачувати реконструкцію на базі системи Kabeldon існуючих підстанцій (що значно дешевше й швидше).

Кошти інвестиційної програми (щорічно близько 1 млн гривень) ВАТ «ЕК Житомиробленерго» спрямовує виключно на реконструкцію найбільш відповідальних об'єктів медичної сфери. В результаті за останні роки було реконструйовано сім трансформаторних підстанцій:

- 1) ЗТП-220 – 1-а міська лікарня (м. Житомир);
- 2) ЗТП-468 – 2-а міська лікарня (м. Житомир);
- 3) ЗТП-322 – дитяча міська лікарня (м. Житомир);
- 4) ЗТП-247 – міська онкологічна лікарня (м. Житомир);
- 5) ЗТП-283 – обласна лікарня (м. Житомир);
- 6) ЗТП-385 – районна лікарня Житомирського р-ну (с. Станишівка);
- 7) ЗТП-514 – районна дитяча лікарня Житомирського р-ну (с. Станишівка).

За рахунок коштів інвесторів в системі «Житомиробленерго» за три роки реконструйовано 18 трансформаторних підстанцій із застосуванням системи Kabeldon в РП 0,4 кВ:

- 1) ЗТП-140 – будинок правосуддя (м. Житомир);
- 2) ЗТП-1 – (м. Новоград-Волинський);
- 3) ЗТП-70 – (м. Коростень);
- 4) ЗТП-45 – вул. Маяковського (м. Коростень);
- 5) ЗТП-45 – вул. Грушевського (м. Коростень);
- 6) ЗТП-45 – вул. 1-го Травня (м. Коростень);
- 7) КТП-797 – вул. Бугаєнко (м. Житомир);
- 8) КТП-800 – вул. Саєнко (м. Житомир);
- 9) КТП-694 – 1-й пров. Саєнко (м. Житомир);
- 10) КТП-581 – вул. Селезньова (м. Коростень);
- 11) КТП-107 – вул. Сосновського (м. Коростень);
- 12) КТП 3-493 – пров. Сосновського (м. Коростень);
- 13) КТП-630 – ТОВ «ДСП» (м. Олевськ);
- 14) КТП-139 – с. Осикове (Коростишівський р-н);
- 15) КТП 3-372 – с. Поліське (Коростеньський р-н);
- 16) КТП 3-298 – с. Поліське (Коростеньський р-н);
- 17) КТП 3-283 – с. Гулянка (Коростеньський р-н);
- 18) КТП 3-268 – с. Шершин (Коростеньський р-н).

ТОВ «Вірма-Електро» прийняла участь у реконструкції декількох об'єктів за межами мереж «Житомиробленерго», серед яких слід зазначити такі розподільні пристрої:

- 1) ГРЩ-1600 – завод склотари (м. Буча, Київська обл.);
- 2) ГРЩ-1600 – офісний центр на вул. Димитрова, 5 (м. Київ);
- 3) трансформаторна підстанція центрального офісу ВАТ «ЕК Кіровоградобленерго»;
- 4) трансформаторна підстанція у Солом'янському районі (м. Київ).

Усі перераховані об'єкти успішно експлуатуються та отримали схвальні відгуки не тільки від споживачів, а й від оперативного персоналу – за безвідмовність та зручність.

Враховуючи трирічний позитивний досвід експлуатації системи Kabeldon «Житомиробленерго» планує й надалі щорічно спрямовувати не менше одного мільйона гривень з інвестиційної програми на реконструкцію РП 0,4 кВ в об'єктах соціальної сфери.



Рис. 77. Центральні корпуси та трансформаторна підстанція обласної лікарні (м. Житомир)



Рис. 78. Фрагменти РУ 0,4 кВ трансформаторної підстанції обласної лікарні (м. Житомир)



Рис. 79. Реконструйовані кіоскові трансформаторні підстанції у м. Житомир з уніфікованим РУ 0,4 кВ на чотири фідерні лінії та відсіком обліку електричної енергії

АББ Лтд.

Україна, 03680, Київ
вул. М. Грінченка, 2/1
тел. +380 44 495 22 11
факс +380 44 495 22 10

Україна, 69002, Запоріжжя
вул. Грязнова, 4а, 3-й поверх
тел. +380 61 213 53 49
факс +380 61 213 53 49

Україна, 61000, Харків
просп. Гагаріна, 20а
тел. +380 577 14 97 90
факс +380 577 14 97 91

Україна, 79000, Львів
вул. Грабовського, 11, к. 201
тел. +380 32 297 46 80
факс +380 61 297 46 81

Україна, 83017, Донецьк
бул. Шевченко, 42а
тел. +380 62 332 79 04
факс +380 62 332 79 03

Україна, 54002, Миколаїв
вул. М. Морська, 108, оф. 704
тел. +380 512 50 02 15
факс +380 512 50 02 25

www.abb.ua