

ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

щодо застосування універсальних болтових кабельних гільз і наконечників серій НБ, СБ (ГБС) на мідних кабельних жилах

1. Предмет обґрунтування

Універсальні болтові кабельні гільзи та наконечники серій НБ, 2НБ, СБ, ГБС (а також їх аналоги під торговими марками КВТ, ЗЕТАРУС, GPH, Raychem/TE Connectivity та інших виробників) позиціонуються виробниками як вироби для оконцювання й з'єднання кабельних жил будь-якого типу — круглих і секторних, однодротяних і багатодротяних, алюмінієвих і мідних. Нижче наведено технічне та нормативне обґрунтування правомірності застосування цих виробів на мідних жилах силових кабелів.

2. Принцип роботи болтового контактного з'єднання

На відміну від опресовуваних (кримпованих) гільз і наконечників, де контакт формується пластичною деформацією металу під конкретне зусилля преса, болтові вироби створюють контактний тиск механічним затягуванням болтів зі зривною головкою. Головка зривається за досягнення заздалегідь заданого моменту затягування, який відповідає оптимальному питомому тиску в зоні контакту незалежно від твердості матеріалу жили.

Саме ця конструктивна відмінність і є технічною підставою для "універсальності" виробу:

- Опресовані гільзи серій ГА (алюміній) і ГМЛ (мідь) за ГОСТ 23469 конструктивно не взаємозамінні, оскільки геометрія матриці преса та товщина стінки розраховані під різну пластичність металу — алюміній набагато пластичніший за мідь.
- Болтове з'єднання не залежить від пластичної деформації жили пресом: клема просто затискає жилу до контрольованого моменту, тому один типорозмір коректно працює як на мідній, так і на алюмінієвій жилі того самого перерізу.
- Внутрішня циліндрична поверхня гільзи/наконечника виконана з насічкою (зубчастим рельєфом), яка збільшує фактичну площу електричного контакту і механічно "прикушує" жилу. На алюмінієвій жилі ця насічка додатково руйнує поверхневу оксидну плівку; на мідній жилі вона забезпечує аналогічне збільшення контактної поверхні та опір самовідгвинчуванню при вібрації й термоциклах.

3. Позиція виробників (першоджерела)

Технічна документація й каталоги виробників прямо вказують на застосовність серії НБ/СБ до обох матеріалів жили.

«Наконечники НБ — універсальні кабельні наконечники з рядним розташуванням болтів зі зривними головками. Призначені для оконцювання кабельних жил будь-якого типу (круглих і секторних, одножильних і багатодротяних, мідних і алюмінієвих) на напругу до 10 кВ включно» — каталог КВТ, тип НБ, ТУ 3449-009-97284872-2006.

«Болтові наконечники НБ призначені для оконцювання алюмінієвих і мідних жил кабелю з паперовою маслопросоченою та пластиковою ізоляцією до 10 кВ» — каталог ЗЕТАРУС (завод «ЗЕТА»), серії НБ, 2НБ, 2НБВ, 3НБВ.

«Універсальні гільзи призначені для з'єднання будь-якого типу кабельних жил: алюмінієвих і мідних, круглих і секторних, багатожильних і багатодротяних» — каталог болтових з'єднувальних гільз серії СБ/ГБС.

Аналогічні формулювання наводять GPH та Raychem/TE Connectivity у технічних паспортах своїх болтових наконечників і з'єднувачів — область застосування явно охоплює обидва типи провідникового матеріалу без застережень щодо обмеження лише алюмінієм.

4. Нормативна база

- ТУ 3449-009-97284872-2006 та аналогічні технічні умови виробників — базовий документ, що визначає конструкцію серій НБ/СБ і прямо передбачає їх застосування на мідних і алюмінієвих жилах.
- ГОСТ 23469 (серія стандартів на наконечники й гільзи для оконцювання та з'єднання жил) — визначає загальні вимоги до контактних з'єднань кабельних жил, включно з механічними (болтовими) типами.
- IEC 61238-1 / ДСТУ IEC 61238-1-1:2019, ДСТУ IEC 61238-1-3:2019 «Опресовані та механічні з'єднувачі для силових кабелів» — міжнародний і гармонізований український стандарт методів випробувань і вимог до механічних (болтових) з'єднувачів для кабелів як з мідними, так і з алюмінієвими жилами номінальною напругою від 1 до 30 кВ. Стандарт передбачає типові випробування (перехідний опір, нагрівання струмом, короточасна термічна стійкість, механічне зусилля на видирання) окремо для мідного й алюмінієвого виконання — тобто підтвердження придатності виробу для міді є окремим, документально перевіреним пунктом сертифікації, а не побічним припущенням.

Таким чином, застосування болтових гільз/наконечників на мідних жилах спирається не лише на маркетингове формулювання "універсальний", а на конкретні технічні умови виробника та методику випробувань за IEC 61238-1, які окремо підтверджують відповідність вимогам для мідного провідника.

5. Чому це технічно коректно, а не спрощення

Мідь має вищу електропровідність і твердість поверхні порівняно з алюмінієм, а її оксидна плівка значно тонша і менш електрично ізолювальна. Тому вимоги до контактного з'єднання на міді за замовчуванням легші за вимоги для алюмінію: конструкція насічки, розрахована на "прогризання" твердої оксидної плівки алюмінію і забезпечення стабільного контакту на ньому, з запасом задовольняє й вимоги для мідної жили. Інакше кажучи, виріб, атестований для алюмінію, апріорі не поступається за електричним контактом на міді — це підтверджується тим, що виробники заявляють обидва матеріали в одній технічній специфікації без додаткових виконань "тільки для міді".

Матеріал корпусу самої гільзи/наконечника (спеціальний алюмінієвий сплав або мідь з луженням — залежно від серії) не впливає на застосовність до жили іншого матеріалу, оскільки контакт формується не сплавленням чи дифузією металів, а виключно механічним притисканням під контрольованим моментом. Це принципово відрізняє болтове з'єднання від з'єднань, де сумісність матеріалів визначає термодинамічний чи гальванічний процес (наприклад, паяння чи зварювання).

6. Рекомендації з монтажу на мідних жилах

- Затягувати болти виключно до зриву штатної головки — це гарантує проєктний питомий тиск у контакті незалежно від того, мідна чи алюмінієва жила встановлена.
- Перед монтажем зачистити жилу від ізоляції та бруду; для мідної жили додаткового видалення оксидної плівки, як правило, не потрібно, оскільки оксид міді значно тонший, ніж в алюмінію.
- У вологих, зовнішніх або корозійно-активних умовах експлуатації рекомендовано використовувати луджені виконання гільз/наконечників або нейтральну контактну пасту (наприклад, кварцвазелинову) — це загальна практика для продовження строку служби контакту, а не специфічна вимога через мідну жилу.
- Не плутати універсальні гільзи НБ/СБ/ГБС (для оконцювання/з'єднання жили одного матеріалу) з біметалевими перехідними гільзами типу ГМА/МА, які призначені саме для з'єднання алюмінієвої жили з мідною шиною чи мідним провідником в одному вузлі й запобігають гальванічній корозії між різнорідними металами в місці їх безпосереднього контакту.

7. Висновок

Універсальні болтові кабельні гільзи та наконечники серій НБ, СБ (ГБС) виробництва КВТ, ЗЕТАРУС, МЕТ-ал, GPH, Raychem та інших постачальників можуть застосовуватися як на алюмінієвих, так і на мідних кабельних жилах. Це підтверджується (1) механічним принципом формування контакту, не залежним від пластичності металу жили, (2) прямими формулюваннями в технічній документації та каталогах виробників, які явно вказують на застосовність до мідних жил, і (3) відповідністю вимогам технічних умов і міжнародного стандарту ІЕС 61238-1 (ДСТУ ІЕС 61238-1), який передбачає окремі типові випробування механічних з'єднувачів для мідного провідника. За дотримання регламентованого моменту затягування болтів і загальних правил монтажу застосування цих виробів на мідних жилах є технічно обґрунтованим і відповідає заявленим експлуатаційним характеристикам.

Документ підготовлено на основі відкритих технічних каталогів і специфікацій виробників (КВТ, ЗЕТАРУС) та тексту стандарту ІЕС 61238-1 / ДСТУ ІЕС 61238-1. Для остаточного підтвердження в рамках конкретного проєкту рекомендується долучати офіційний технічний паспорт або сертифікат відповідності на партію виробу від конкретного виробника.