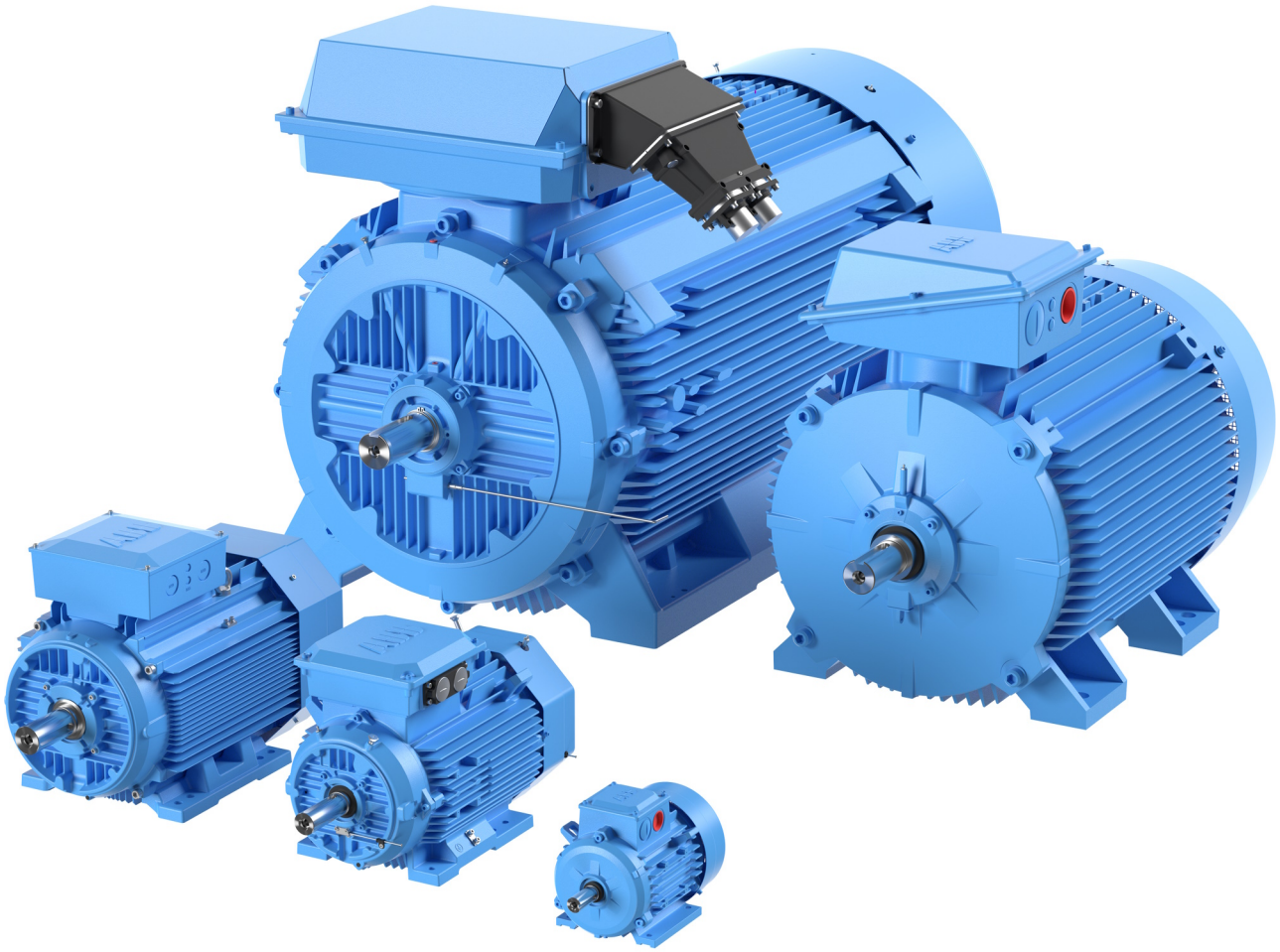
ІНСТРУКЦІЯ З МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

# Низьковольтні двигуни



**Більше мов — перейдіть за посиланням:**
https://new.abb.com/motors-generators/iec-low-voltage-motors/manuals

# Зміст

**Розділ 1 : Вступ** ..... **5**
1.1 Декларація про відповідність ..... 5
1.2 Термін дії ..... 5

**Розділ 2 : Міркування безпеки** ..... **7**

**Розділ 3 : Керування** ..... **9**
3.1 Приймання ..... 9
3.2 Транспортування та зберігання ..... 9
3.3 Підйом ..... 9
3.4 Вага двигуна ..... 9

**Розділ 4 : Монтаж і введення в експлуатацію** ..... **11**
4.1 Загальне ..... 11
4.2 Двигуни з підшипниками, відмінними від радіальних кулькових підшипників із глибоким жолобом ..... 11
4.3 Перевірка опору ізоляції ..... 11
4.4 Фундамент ..... 12
4.5 Балансування та підгонка напівмуфт і шківів ..... 12
4.6 Монтаж та вирівнювання двигуна ..... 13
4.7 Радіальні сили та ремінні передачі ..... 13
4.8 Двигуни з пробками зливних отворів для конденсату ..... 13
4.9 Кабелі та електричні з’єднання ..... 13
4.9.1 З’єднання для різних методів запуску ..... 14
4.9.2 Підключення допоміжних пристроїв ..... 15
4.10 Клеми та напрямок обертання ..... 15

**Розділ 5 : Експлуатація** ..... **17**
5.1 Загальне ..... 17

**Розділ 6 : Низьковольтні двигуни в режимі змінної швидкості** ..... **19**
6.1 Вступ ..... 19
6.2 Ізоляція обмотки ..... 19
6.2.1 Вибір ізоляції обмоток для перетворювачів компанії ABB ..... 19
6.2.2 Вибір ізоляції обмоток у випадку всіх інших перетворювачів ..... 19
6.3 Термічний захист ..... 19
6.4 Струми підшипників ..... 19
6.4.1 Усунення струмів підшипників за допомогою перетворювачів компанії ABB ..... 20
6.4.2 Усунення струмів підшипників за допомогою всіх інших перетворювачів ..... 20
6.5 Прокладання кабелів, заземлення та електромагнітна сумісність ..... 21
6.6 Робоча швидкість ..... 21
6.7 Двигуни в системах зі змінною швидкістю ..... 21
6.7.1 Загальне ..... 21
6.7.2 Допустиме навантаження двигуна з перетворювачами серії AC_8_ _ із прямим керуванням моментом ..... 21
6.7.3 Допустиме навантаження двигуна з перетворювачем серії AC_5_ _ ..... 22
6.7.4 Допустиме навантаження двигуна з іншими джерелами напруги — перетворювачами типу ШІМ ..... 22
6.7.5 Короткочасні перевантаження ..... 22
6.8 Заводські таблички ..... 22
6.9 Введення в експлуатацію системи змінної швидкості ..... 22

**Розділ 7 : Технічне обслуговування** ..... **25**
7.1 Загальний огляд ..... 25
7.1.1 Двигуни в режимі резервування ..... 25
7.2 Змащування ..... 25
7.2.1 Двигуни з постійно змащеними підшипниками ..... 26
7.2.2 Двигуни з підшипниками, що підлягають повторному змащуванню ..... 26

7.2.3 Інтервали та кількість змащувань....27
7.2.4 Мастильні матеріали....29

**Розділ 8 : Післяпродажна підтримка....31**
8.1 Запасні частини....31
8.2 Розбирання, повторне складання та перемотування....31
8.3 Підшипники....31

**Розділ 9 : Вимоги, пов'язані з умовами навколишнього середовища....33**

**Розділ 10 : Усунення несправностей....35**

**Розділ 11 : Рисунки....39**
11.1 Орієнтовні криві допустимого навантаження з перетворювачами з прямим керуванням моментом....42
11.2 Орієнтовні криві допустимого навантаження з іншим джерелом напруги типу ШІМ....43

# Розділ 1 Вступ

ПРИМІТКА: Для гарантування безпечного та правильного встановлення, експлуатації та обслуговування двигуна необхідно дотримуватися цих інструкцій. Їх слід довести до відома всіх, хто встановлює, експлуатує або обслуговує двигун чи пов'язане з ним обладнання. Двигун призначений для встановлення та використання кваліфікованим персоналом, який ознайомлений з вимогами охорони праці та техніки безпеки, а також національним законодавством. Ігнорування цих інструкцій може призвести до анулювання всіх чинних гарантій.

## 1.1 Декларація про відповідність

Відповідність кінцевого продукту вимогам Директиви 2006/42/ЄС (Машини та механізми) має бути підтверджена замовником під час встановлення двигуна на машину.

## 1.2 Термін дії

Ці інструкції дійсні для перелічених нижче типів електричних машин компанії ABB, як для роботи в режимі двигуна, так і для роботи в режимі генератора:

- серії MT*, MXMA,
- серії M1A*, M2A*/M3A*, M2B*/M3B*, M4B*, M2C*/M3C*, M2F*/M3F*, M2L*/M3L*, M2M*/M3M*, M2Q*, M2R*/M3R*, M2V*/M3V*
- з розмірами рами IEC 56–500
- з розмірами рами NEMA 58*, 50**

Існує окремий посібник, наприклад для вибухозахищених двигунів, «Низьковольтні двигуни для вибухонебезпечних середовищ: інструкція з монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та техніки безпеки (3GZF500730-47)».

Для деяких типів машин потрібна додаткова інформація через особливості застосування та/або конструктивні особливості.

Додатковий посібник доступний для таких двигунів:

- двигуни роликових столів
- двигуни з водяним охолодженням
- двигуни димовидалення
- гальмівні двигуни
- двигуни для високих температур навколишнього середовища
- двигуни для морського застосування для монтажу на відкритих палубах суден або морських установках

# Розділ 2 Міркування безпеки

Двигун призначений для встановлення та використання кваліфікованим персоналом, який ознайомлений з вимогами охорони праці та техніки безпеки, а також національним законодавством.

Відповідно до місцевих норм, має бути наявне захисне обладнання, необхідне для запобігання нещасним випадкам на місці встановлення та експлуатації.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Засоби керування аварійною зупинкою повинні бути оснащені блокуванням повторного запуску. Після аварійної зупинки нова команда запуску може набути чинності лише після свідомого скидання блокування повторного запуску.

**Попередження, які слід враховувати:**

1. Не наступайте на двигун.
2. Зовнішній корпус двигуна може бути гарячим на дотик під час нормальної роботи та особливо після вимкнення.
3. Для деяких спеціальних застосувань двигунів можуть діяти додаткові інструкції (наприклад, якщо двигун живиться від перетворювача частоти).
4. Зважайте на обертові деталі двигуна.
5. Не відкривайте клемні коробки під напругою.

# Розділ 3 Керування

## 3.1 Приймання

Відразу після отримання перевірте двигун на наявність зовнішніх пошкоджень (наприклад, кінців вала, фланців та пофарбованих поверхонь) та в разі виявлення негайно повідомте про це експедитора.

Перевірте всі дані на заводській табличці, особливо напругу та з'єднання обмоток (зіркою чи трикутником). Тип підшипника зазначено на заводській табличці всіх двигунів, окрім тих, що мають найменший розмір рами.

У разі застосування привода зі змінною швидкістю перевірте максимально допустиме навантаження відповідно до частоти, зазначеної на другій заводській табличці двигуна.

## 3.2 Транспортування та зберігання

Двигун завжди слід зберігати в приміщенні (за температур вище -20 °C), у сухих умовах, без вібрацій та пилу. Під час транспортування слід уникати ударів, падіння та впливу вологи. В інших випадках звертайтеся до компанії ABB.

Незахищені оброблені поверхні (кінці вала та фланці) слід обробити від корозії.

Рекомендується періодично (раз на квартал) обертати вали вручну, щоб запобігти унесенню мастила.

Щоб запобігти конденсації води в двигуні, рекомендується використовувати антиконденсаційні обігрівачі, якщо їх установлено.

Задля уникнення пошкодження підшипників двигун не повинен піддаватися жодним зовнішнім вібраціям під час простою.

На двигуни, оснащені циліндричними роликовими та/або радіально-упорними підшипниками, під час транспортування слід установити фіксувальні пристрої.

## 3.3 Підйом

Усі двигуни компанії ABB вагою понад 25 кг оснащені підйомними скобами або римболтами.

Для підйому двигуна слід використовувати лише основні підйомні скоби або римболти двигуна. Їх не можна використовувати для підйому двигуна, коли він прикріплений до іншого обладнання.

Для підйому двигуна не можна використовувати підйомні скоби для допоміжного обладнання (як-от гальм, окремих вентиляторів охолодження) або клемних коробок. Через різну потужність, схеми монтажу та допоміжне обладнання двигуни з однаковою рамою можуть мати різний центр ваги.

Пошкоджені підйомні скоби використовувати не можна. Перед підйомом перевірте цілісність римболтів чи вбудованих підйомних скоб.

Перед підйомом необхідно затягнути підйомні римболти. За потреби положення римболта можна відрегулювати за використовуючи відповідні шайби як прокладки.

Переконайтеся, що використовується належне підйомне обладнання, а розміри гаків підходять для підйомних скоб.

Слід бути обережними, щоб не пошкодити допоміжне обладнання та кабелі, підключені до двигуна.

Зніміть транспортні кріплення (за наявності), якими двигун зафіксовано до піддона.

Спеціальні інструкції з підйому можна отримати в компанії ABB.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Під час підйому, монтажу або технічного обслуговування слід вживати всіх необхідних заходів безпеки та приділяти особливу увагу тому, щоб ніхто не перебував під піднятим вантажем.

## 3.4 Вага двигуна

Загальна вага двигуна може варіювати за того самого розміру рами (центральної висоти) залежно від потужності, схеми кріплення та допоміжного обладнання.

У таблиці нижче наведено орієнтовну максимальну вагу машин у їхніх базових версіях залежно від матеріалу рами.

Фактична вага всіх двигунів компанії ABB, окрім тих, що мають найменші розміри рами (56 та 63), вказана на заводській табличці.

***Табл. 1: Мінімальна площа поперечного перерізу захисних провідників***

| **Розмір рами** | **Алюміній, вага, кг** | **Чавун, вага, кг** | **Збільшується за наявності гальма** |
|---|---|---|---|
| 56 | 4,5 | – | – |
| 63 | 6 | – | – |
| 71 | 8 | 13 | 5 |
| 80 | 14 | 20 | 8 |
| 90 | 20 | 30 | 10 |
| 100 | 32 | 40 | 16 |
| 112 | 36 | 50 | 20 |
| 132 | 93 | 90 | 30 |
| 160 | 149 | 130 | 30 |
| 180 | 162 | 190 | 45 |
| 200 | 245 | 275 | 55 |
| 225 | 300 | 360 | 75 |
| 250 | 386 | 405 | 75 |
| 280 | 425 | 800 | – |
| 315 | – | 1 700 | – |
| 355 | – | 2 700 | – |
| 400 | – | 3 500 | – |
| 450 | – | 4 500 | – |
| 5000 | – | 2 800 | – |

Якщо двигун оснащено окремим вентилятором, зверніться до компанії ABB, щоб дізнатися вагу.

# Розділ 4 Монтаж і введення в експлуатацію

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Від'єднайте та заблокуйте двигун, перш ніж працювати з ним або приводним обладнанням.

## 4.1 Загальне

Усі значення на заводській табличці необхідно ретельно перевірити, щоб забезпечити правильність захисту та підключення двигуна.

Під час першого запуску двигуна або після його зберігання протягом понад 6 місяців нанесіть зазначену кількість мастила.

Для отримання додаткової інформації див. розділ *Розділ 7.2.2 Двигуни з підшипниками, що підлягають повторному змащуванню* на стор. 26.

У разі вертикального встановлення валом вниз двигун повинен мати захисний кожух, який запобігатиме потраплянню сторонніх предметів та рідин у вентиляційні отвори. Цю вимогу також можна виконати за допомогою окремого кожуха, не закріпленого на двигуні. У такому випадку двигун повинен мати попереджувальну етикетку.

## 4.2 Двигуни з підшипниками, відмінними від радіальних кулькових підшипників із глибоким жолобом

Зніміть транспортне кріплення, якщо воно є. Поверніть вал двигуна вручну, щоб перевірити вільне обертання, якщо це можливо.

**Двигуни, оснащені циліндричними роликовими підшипниками:**

Робота двигуна без радіальної сили, що прикладається до вала, може пошкодити роликовий підшипник через «ковзання».

**Двигуни, оснащені радіально-упорними кульковими підшипниками:**

Робота двигуна без осьової сили, що прикладається в правильному напрямку відносно вала, може пошкодити радіально-упорний підшипник.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: У двигунах із радіально-упорними підшипниками осьова сила жодним чином не повинна змінювати напрямок.

Тип підшипника зазначено на заводській табличці.

## 4.3 Перевірка опору ізоляції

Вимірюйте опір ізоляції (IR) щоразу перед введенням в експлуатацію, після тривалих періодів простою або зберігання, коли є підозра на те, що в обмотку могла потрапити волога. IR слід вимірювати безпосередньо на клемах двигуна з відключеними кабелями живлення, щоб уникнути їхнього впливу на результат.

Опір ізоляції слід використовувати як показник тенденції для визначення змін у системі ізоляції. У нових машинах IR зазвичай становить тисячі МОм, тому важливо відстежувати зміну IR, щоб знати стан системи ізоляції. Зазвичай, опір IR не повинен бути нижче 10 МОм і в жодному разі не нижче 1 МОм (вимірюється при 500 або 1000 В постійного струму та коригується до 25 °C). Значення опору ізоляції зменшується вдвічі на кожні 20 °C підвищення температури.

Для коригування опору ізоляції до потрібної температури можна скористатися *Мал. 2: Діаграма, що ілюструє залежність опору ізоляції від температури, та як скоригувати виміряний опір ізоляції до температури 40 °C* на стор. 39.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Щоб уникнути ризику ураження електричним струмом, рама двигуна повинна бути заземлена, а обмотки слід розряджати на раму відразу після кожного вимірювання.

Якщо опорного значення не досягнуто, то обмотка є занадто вологою, і її необхідно висушити в печі. Температура в печі повинна становити 90 °C протягом 12–16 годин, а потім — 105 °C протягом 6–8 годин.

Якщо заглушки зливних отворів установлені, їх необхідно зняти, а запірні клапани під час нагрівання повинні бути відкриті. Після нагрівання переконайтеся, що заглушки встановлені на місце. Навіть якщо пробки зливних отворів установлені, рекомендується розібрати торцеві щити та кришки клемної коробки для процесу сушіння.

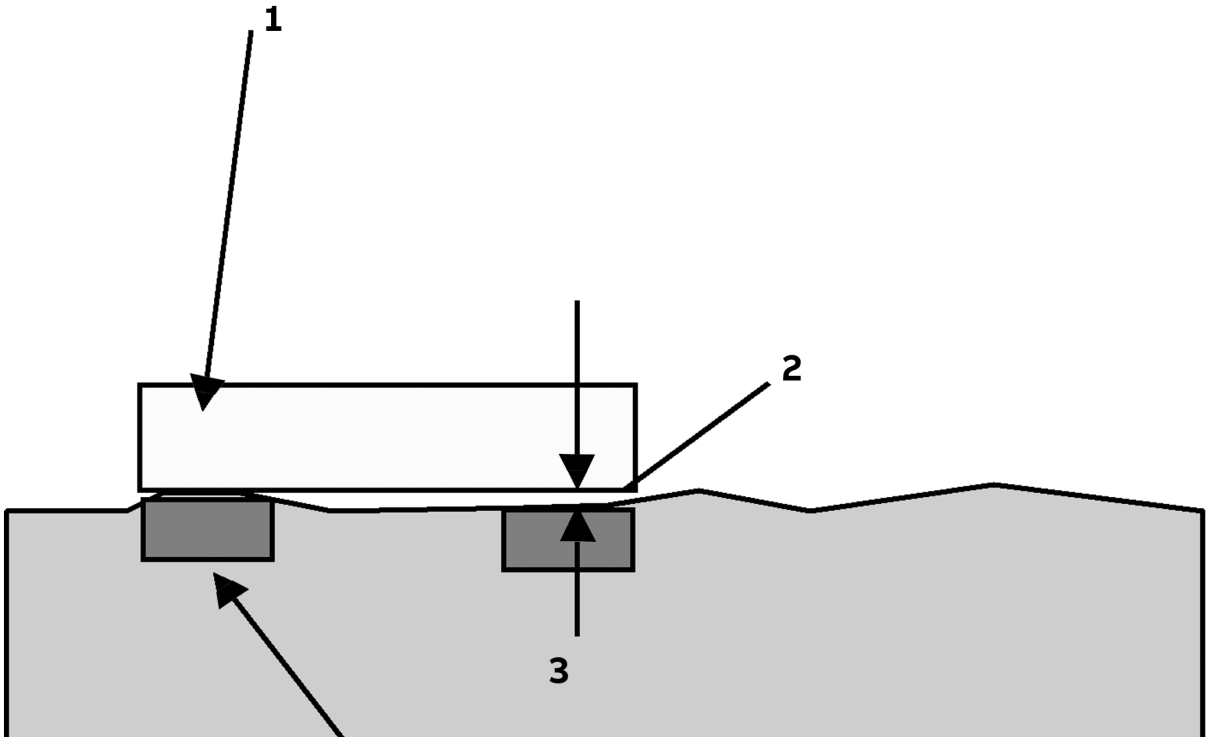
Обмотки, просякнуті морською водою, зазвичай потребують перемотування.

## 4.4 Фундамент

Кінцевий користувач несе повну відповідальність за підготовку фундаменту.

Металеві фундаменти слід пофарбувати, щоб уникнути корозії.

Фундаменти повинні бути рівними та достатньо жорсткими, щоб витримувати можливі сили короткого замикання. Вони повинні бути спроєктовані та розраховані таким чином, щоб уникнути передачі вібрацій на двигун і вібрацій, спричинених резонансом. Див. рисунок нижче.




| | | |
|---|---|---|
| Ключ | 1 | Лінійка |
| | 2 | Увага! Різниця у висоті не повинна перевищувати ± 0,1 мм відносно будь-якої іншої опори двигуна. |
| | 3 | Розташування опори |

***Мал. 1: Вимоги до фундаменту***

## 4.5 Балансування та підгонка напівмуфт і шківів

Балансування двигуна, відповідно до стандартної практики, виконано за допомогою напівшпонки.

Напівмуфти або шківи необхідно збалансувати після обробки шпонкових канавок. Балансування повинно виконуватися за відповідним методом, зазначеним для певного двигуна.

Напівмуфти та шківи повинні бути встановлені на валу за допомогою відповідного обладнання та інструментів, які не пошкоджують підшипники та ущільнення.

Ніколи не встановлюйте напівмуфти або шків, забиваючи їх молотком, і не знімайте їх за допомогою важеля, притиснутого до корпусу двигуна.

## 4.6 Монтаж та вирівнювання двигуна

Переконайтеся, що навколо двигуна достатньо місця для вільного потоку повітря. Рекомендується залишати зазор між кришкою вентилятора та стіною тощо завширшки щонайменше ½ отвору для забору повітря, наявного на кришці вентилятора. Додаткову інформацію можна знайти в каталозі продукції або на кресленнях із розмірами, доступних на наших весторінках: *www.abb.com/motors&generators*.

Правильне вирівнювання є важливим для запобігання поломкам підшипників, вібраційному руйнуванню та можливим поломкам вала.

Встановіть двигун на фундамент за допомогою відповідних болтів або шпильок та встановіть прокладки між фундаментом і ніжками.

Вирівняйте двигун, застосовуючи належні методи.

У відповідних випадках слід просвердлити фіксувальні отвори та закріпити фіксувальні штифти на місці.

Точність монтажу напівмуфти: перевірте, чи зазор b менше 0,05 мм, а різниця між a1 та a2 також менше 0,05 мм. Див. *Мал. 3: Монтаж напівмуфти або шківа* на стор. 40.

Після остаточного затягування болтів або шпильок знову перевірте вирівнювання.

Не перевищуйте допустимих значень навантаження на підшипники, зазначених у каталогах продукції.

Перевірте, чи двигун має достатній потік повітря. Переконайтеся, що жодні предмети поблизу або прямі сонячні промені не передають додаткове тепло на двигун.

Для двигунів із фланцевим монтажем (наприклад, B5, B35, V1) переконайтеся, що конструкція забезпечує достатній потік повітря на зовнішній поверхні фланця.

## 4.7 Радіальні сили та ремінні передачі

Ремені необхідно натягувати відповідно до інструкцій постачальника приводного обладнання. Однак не слід перевищувати максимальні зусилля на ремені (тобто радіальне навантаження на підшипник), зазначені у відповідних каталогах продукції.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Надмірний натяг ременя пошкодить підшипники та може спричинити пошкодження вала.

## 4.8 Двигуни з пробками зливних отворів для конденсату

Перевірте, чи зливні отвори та пробки спрямовані вниз. У двигунах, встановлених вертикально, пробки зливних отворів можуть бути розташовані в горизонтальному положенні.

Двигуни з герметичними пластиковими пробками зливних отворів постачаються у відкритому положенні пробок. У дуже запилених середовищах усі зливні отвори слід закрити.

## 4.9 Кабелі та електричні з’єднання

Клемна коробка стандартних одношвидкісних двигунів зазвичай містить шість клем обмоток і щонайменше одну клему заземлення.

Окрім основних клем обмоток і заземлення, клемна коробка також може містити підключення для термісторів, нагрівальних елементів або інших допоміжних пристроїв.

Для підключення всіх основних кабелів необхідно використовувати відповідні кабельні наконечники. Кабелі для допоміжного обладнання можна підключати до відповідних клемних колодок.

Двигуни призначені лише для стаціонарного монтажу. Якщо не зазначено інше, різьба кабельних вводів є метричною. Клас захисту від зовнішніх впливів у кабельної втулки повинен бути щонайменше таким самим, як і у клемних коробок.

Під час установлення необхідно використовувати сертифіковані втулку кабелепроводу або кабельний з’єднувач.

ПРИМІТКА: Кабелі слід механічно захищати та закріплювати близько до клемної коробки, щоб забезпечити дотримання вимог стандарту IEC/EN 60079-0 і місцевих стандартів монтажу.

Невикористовувані кабельні вводи необхідно закрити заглушками відповідно до класу захисту від зовнішніх впливів, що його має клемна коробка.

Ступінь захисту та діаметр вказані в документах, що стосуються кабельної втулки.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Використовуйте відповідні кабельні втулки та ущільнення у кабельних вводах відповідно до типу та діаметра кабелю.

Заземлення має бути виконане відповідно до місцевих норм, перш ніж двигун буде підключено до напруги живлення.

Заземлювальний вивід на рамі має бути підключений до захисного заземлення за допомогою кабелю, як показано в табл. 5 стандарту *IEC/EN 60034-1*.

***Табл. 2: Мінімальна площа поперечного перерізу захисних провідників***

| **Площа поперечного перерізу фазних провідників установки, S, [мм$^2$]** | **Мінімальна площа поперечного перерізу відповідного захисного провідника, S, [мм$^2$]** |
|---|---|
| 4 | 4 |
| 6 | 6 |
| 10 | 10 |
| 16 | 16 |
| 25 | 25 |
| 35 | 25 |
| 50 | 25 |
| 70 | 35 |
| 95 | 50 |
| 120 | 70 |
| 150 | 70 |
| 185 | 95 |
| 240 | 120 |
| 300 | 150 |
| 400 | 185 |

Крім того, засоби заземлення або з’єднання на зовнішній стороні електроапарату повинні забезпечувати ефективне приєднання провідника з площею поперечного перерізу не менше 4 мм$^2$.

Кабельне з’єднання між мережею та клемами двигуна повинно відповідати вимогам, зазначеним у національних стандартах щодо монтажу або в стандарті *IEC/EN 60204-1*, за певного номінального струму, зазначеного на заводській табличці.

ПРИМІТКА: Якщо температура навколишнього середовища перевищує +50 °C, слід використовувати кабелі з допустимою робочою температурою не менше +90 °C. Також під час визначення розмірів кабелів слід враховувати всі інші коефіцієнти перетворення, що залежать від умов монтажу.

Переконайтеся, що захист двигуна відповідає умовам навколишнього середовища та погодним умовам. Наприклад, переконайтеся, що вода не може потрапити в двигун або клемні коробки.

Ущільнення клемних коробок повинні бути правильно розміщені у передбачених для цього пазах, щоб забезпечити правильний клас захисту від зовнішніх впливів. Порушення ущільнення може призвести до проникнення пилу або води, створюючи ризик іскрового пробою щодо елементів під напругою.

## 4.9.1 З’єднання для різних методів запуску

Клемна коробка стандартних одношвидкісних двигунів зазвичай містить шість клем обмоток і щонайменше одну клему заземлення. Це дозволяє використовувати прямий пуск від мережі або пуск перемиканням із зірки на трикутник.

Для двошвидкісних та спеціальних двигунів підключення живлення має відповідати інструкціям, наведеним усередині клемної коробки або в посібнику з експлуатації двигуна.

Напруга та підключення зазначені на заводській табличці.

**Прямий пуск від мережі (DOL):**

Можна використовувати з’єднання обмоток зіркою або трикутником.

Наприклад, 690 VY, 400 VD означає з’єднання зіркою для 690 В та з’єднання трикутником для 400 В.

**Пуск перемиканням із зірки на трикутник (Y/D):**

Під час використання з’єднання трикутником напруга живлення повинна дорівнювати номінальній напрузі двигуна.

Зніміть усі з’єднувальні ланки з клемної колодки.

**Інші методи запуску та складні умови запуску:**

У випадках, коли в режимах роботи S1 та S2 будуть використовуватися інші методи пуску, наприклад застосування перетворювача або плавний пуск, вважається, що пристрій є «ізольованим від системи живлення під час роботи електричної машини» відповідно до стандарту *IEC 60079-0*, а тепловий захист є необов’язковим.

## 4.9.2 Підключення допоміжних пристроїв

Якщо двигун оснащений термісторами або іншими резистивними датчиками температури (Pt100, тепловими реле тощо) та допоміжними пристроями, рекомендується використовувати та підключати їх належним чином. Для певних систем обов’язкове використання термозахисту. Детальнішу інформацію можна знайти в документації, що входить до комплекту постачання двигуна. Схеми підключення допоміжних елементів та з’єднувальних деталей можна знайти всередині клемної коробки.

Максимальна вимірювальна напруга для термісторів становить 2,5 В. Максимальний вимірювальний струм для Pt100 становить 5 мА. Використання вищої вимірювальної напруги або струму може призвести до помилок у показаннях або пошкодження датчика температури.

Ізоляція теплових датчиків відповідає вимогам до основної ізоляції.

## 4.10 Клеми та напрямок обертання

Вал обертається за годинниковою стрілкою, якщо дивитися на торець вала з боку привода двигуна, а фази мережі в послідовності L1, L2, L3 підключені до клем, як показано на *Мал. 4: Підключення клем для основного живлення* на стор. 41.

Щоб змінити напрямок обертання, поміняйте місцями будь-які два з’єднання на кабелях живлення.

Якщо двигун має однонаправлений вентилятор, переконайтеся, що він обертається в тому ж напрямку, що й стрілка, позначена на двигуні.

# Розділ 5 Експлуатація

## 5.1 Загальне

Якщо інше не зазначено на заводській табличці, двигуни призначені для наведених нижче умов:

- Двигуни слід встановлювати лише в стаціонарних установках.
- Нормальний діапазон температур навколишнього середовища становить від -20 °C до +40 °C.
- Максимальна висота над рівнем моря становить 1000 м.
- Зміни напруги та частоти живлення не повинні перевищувати меж, зазначених у відповідних стандартах. Допуск на напругу живлення становить ±5 %, а на частоту — ±2 %, відповідно до стандарту *Мал. 5: Відхилення напруги та частоти в зонах A та B* на стор. 42 (*EN / IEC 60034-1*, п. 7.3, зона A). Обидва граничні значення не повинні виникати одночасно.

Двигун можна використовувати лише в тих системах, для яких він призначений. Номінальні значення та умови експлуатації вказані на заводських табличках двигуна. Крім того, необхідно дотримуватися всіх вимог цього посібника та інших відповідних інструкцій і стандартів.

Якщо ці обмеження перевищено, необхідно перевірити показники двигуна та конструктивні параметри. Для отримання додаткової інформації звертайтеся до компанії ABB.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Ігнорування будь-яких інструкцій або порядку технічного обслуговування пристрою може поставити під загрозу безпеку і таким чином перешкодити використанню двигуна.

# Розділ 6 Низьковольтні двигуни в режимі змінної швидкості

## 6.1 Вступ

У цій частині посібника наведено додаткові інструкції щодо двигунів, які працюють від перетворювачів частоти. Двигун призначений для роботи від одного перетворювача частоти і не для випадків, коли кілька двигунів працюють паралельно від одного перетворювача частоти. Слід дотримуватися інструкцій виробника перетворювача.

Для визначення придатності деяких типів двигунів, що використовуються в спеціальних системах або зі спеціальними конструктивними модифікаціями, компанія ABB може потребувати додаткової інформації.

## 6.2 Ізоляція обмотки

Приводи зі змінною швидкістю створюють вищі градієнти напруги на обмотці двигуна, ніж синусоїдальне живлення. Тому розміри ізоляції обмотки двигуна, а також розміри фільтра на виході перетворювача повинні бути розраховані відповідно до наведених нижче інструкцій.

### 6.2.1 Вибір ізоляції обмоток для перетворювачів компанії ABB

У випадку одиночних приводів компанії ABB, наприклад серій AC_8_ _ та AC_5_ _, з діодним блоком живлення (нерегульованою напругою постійного струму) можна вибрати ізоляцію обмотки та фільтри відповідно до *Табл. 3: Вибір ізоляції обмоток для перетворювачів компанії ABB* на стор. 19.

### 6.2.2 Вибір ізоляції обмоток у випадку всіх інших перетворювачів

Градієнти напруги повинні бути нижче допустимих меж. Зверніться до постачальника системи, щоб гарантувати безпеку її використання. Визначаючи розміри двигуна, необхідно враховувати вплив можливих фільтрів.

## 6.3 Термічний захист

Більшість двигунів, що розглядаються в цьому посібнику, оснащені терморезисторами з позитивним температурним коефіцієнтом або резистивними датчиками температури інших типів у обмотках статора. Рекомендується підключити їх до перетворювача частоти. Детальніше див. у *Розділ 4.9.2 Підключення допоміжних пристроїв* на стор. 15.

## 6.4 Струми підшипників

Ізольовані підшипники або конструкції підшипників, фільтри синфазних завад і належні методи прокладання кабелів і заземлення повинні застосовуватися відповідно до наведених нижче інструкцій та з використанням *Табл. 3: Вибір ізоляції обмоток для перетворювачів компанії ABB* на стор. 19.

***Табл. 3: Вибір ізоляції обмоток для перетворювачів компанії ABB***

| | **$P_N$ < 100 кВт** | **$P_N$ ≥ 100 кВт, або IEC315 ≤ розмір рами ≤ IEC355** | **$P_N$ ≥ 350 кВт, або IEC400 ≤ розмір рами ≤ IEC450** |
|---|---|---|---|
| **$U_N$ ≤ 500 В** | Стандартний двигун | Стандартний двигун<br>+ Ізольований підшипник типу N | Стандартний двигун<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>+ Фільтр синфазних завад |

| | **$P_N$ < 100 кВт** | **$P_N$ ≥ 100 кВт, або IEC315 ≤ розмір рами ≤ IEC355** | **$P_N$ ≥ 350 кВт, або IEC400 ≤ розмір рами ≤ IEC450** |
|---|---|---|---|
| **500 В > $U_N$ ≤ 600 В** | Стандартний двигун<br>+ dU/dt-фільтр (реактор)<br>АБО<br>Посилена ізоляція | Стандартний двигун<br>+ dU/dt-фільтр (реактор)<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>АБО<br>Посилена ізоляція<br>+ Ізольований підшипник типу N | Стандартний двигун<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>+ dU/dt-фільтр (реактор)<br>+ Фільтр синфазних завад<br>АБО<br>Посилена ізоляція<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>+ Фільтр синфазних завад |
| **500 В > $U_N$ ≤ 600 В**<br>**(довжина кабелю > 150 м)** | Стандартний двигун | Стандартний двигун<br>+ Ізольований підшипник типу N | Стандартний двигун<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>+ Фільтр синфазних завад |
| **600 В > $U_N$ ≤ 690 В** | Посилена ізоляція<br>+ dU/dt-фільтр (реактор) | Посилена ізоляція<br>+ dU/dt-фільтр (реактор)<br>+ Ізольований підшипник типу N | Посилена ізоляція<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>+ dU/dt-фільтр (реактор)<br>+ Фільтр синфазних завад |
| **600 В > $U_N$ ≤ 690 В**<br>**(довжина кабелю > 150 м)** | Посилена ізоляція | Посилена ізоляція<br>+ Ізольований підшипник типу N | Посилена ізоляція<br>+ Ізольований підшипник типу N<br>+ Фільтр синфазних завад |

## 6.4.1 Усунення струмів підшипників за допомогою перетворювачів компанії ABB

У випадку перетворювачів частоти компанії ABB, наприклад серій AC_8_ _ та AC_5_ _ із діодним блоком живлення, необхідно використовувати методи згідно з *Табл. 3: Вибір ізоляції обмоток для перетворювачів компанії ABB* на стор. 19, щоб уникнути шкідливих струмів підшипників у двигунах.

ПРИМІТКА: Рекомендується використовувати ізольовані підшипники з внутрішньою та/або зовнішньою поверхнею, покритою оксидом алюмінію, або керамічними елементами кочення. Покриття з оксиду алюмінію також слід обробити герметиком, щоб запобігти проникненню бруду та вологи в пористе покриття. Точний тип ізоляції підшипника див. на заводській табличці двигуна. Зміна типу підшипника або методу ізоляції без дозволу компанії ABB заборонена.

## 6.4.2 Усунення струмів підшипників за допомогою всіх інших перетворювачів

Користувач зобов’язаний забезпечити захист двигуна та приводного обладнання від шкідливих струмів підшипників. Інструкції, наведені в *Розділ 6.4.1 Усунення струмів підшипників за допомогою перетворювачів*

*компанії ABB* на стор. 20, можна використовувати як орієнтир, але їхня ефективність не може бути гарантована в усіх випадках.

## 6.5 Прокладання кабелів, заземлення та електромагнітна сумісність

Для забезпечення належного заземлення та дотримання будь-яких застосовних вимог щодо електромагнітної сумісності (EMC), двигуни потужністю понад 30 кВт повинні бути підключені екранованими симетричними кабелями та втулками з EMC, тобто кабельними втулками, що забезпечують з'єднання на 360°.

Також настійно рекомендуються застосовувати симетричні та екрановані кабелі для менших двигунів. Зробіть заземлення на 360° на всіх кабельних вводах, як описано в інструкціях до втулок. Скрутіть екрани кабелів у джгути та підключіть до найближчої клеми заземлення/струмопровідної шини всередині клемної коробки, шафи перетворювача тощо.

ПРИМІТКА: У всіх точках підключення, таких як двигун, перетворювач, можливий запобіжний вимикач тощо, необхідно використовувати відповідні кабельні втулки, що забезпечують з'єднання на 360°.

Для двигунів із розміром рами, що відповідає IEC 280 і вище, потрібне додаткове зрівнювання потенціалів між рамою двигуна та приводним обладнанням, за винятком ситуацій, коли вони встановлені на спільній сталевій основі. У цьому випадку слід перевірити високочастотну провідність з'єднання, що забезпечується сталевою основою, наприклад вимірявши різницю потенціалів між компонентами.

Докладніше про заземлення та кабельне з'єднання приводів зі змінною швидкістю можна знайти в посібнику *Заземлення та кабельне з'єднання приводної системи (Код: 3AFY 61201998)*.

## 6.6 Робоча швидкість

У разі, якщо швидкість вища за номінальну швидкість, зазначену на заводській табличці двигуна або у відповідному каталозі продукції, переконайтеся, що ані найвищу допустиму швидкість обертання двигуна, ані критичну швидкість для всієї системи не перевищено.

## 6.7 Двигуни в системах зі змінною швидкістю

### 6.7.1 Загальне

У разі наявності перетворювачів частоти компанії ABB розміри двигунів можна визначити за допомогою програми визначення розмірів DriveSize від компанії ABB. Інструмент можна завантажити з вебсайту компанії ABB (*www.abb.com/motors&generators*).

Для систем, що живляться від інших перетворювачів, розміри двигунів необхідно підбирати вручну. Для отримання додаткової інформації зверніться до компанії ABB.

Криві допустимого навантаження (або криві номінальної потужності) ґрунтуються на номінальній напрузі живлення. Робота в умовах зниженої або підвищеної напруги може впливати на продуктивність системи.

### 6.7.2 Допустиме навантаження двигуна з перетворювачами серії AC_8_ _ із прямим керуванням моментом

Криві допустимого навантаження, представлені в *Розділ 11.1 Орієнтовні криві допустимого навантаження з перетворювачами з прямим керуванням моментом* на стор. 42, дійсні для перетворювачів компанії ABB серії AC_8_ _ з нерегульованою напругою постійного струму та прямим керуванням моментом. На рисунках показаний приблизний максимальний безперервний крутний момент на вихідному валу для двигунів як функція частоти живлення. Крутний момент на вихідному валу наводиться у відсотках від номінального крутного моменту двигуна. Значення є орієнтовними; точні значення надаються за запитом.

ПРИМІТКА: Максимальну швидкість двигуна та системи перевищувати не можна!

### 6.7.3 Допустиме навантаження двигуна з перетворювачем серії AC_5_ _

Криві допустимого навантаження, представлені в *Розділ 11.2 Орієнтовні криві допустимого навантаження з іншим джерелом напруги типу ШІМ* на стор. 43, дійсні для перетворювачів серії AC_5_ _. На рисунках показаний приблизний максимальний безперервний крутний момент на вихідному валу для двигунів як функція частоти живлення. Крутний момент на вихідному валу наводиться у відсотках від номінального крутного моменту двигуна. Значення є орієнтовними; точні значення надаються за запитом.

ПРИМІТКА: Максимальну швидкість двигуна та системи перевищувати не можна!

### 6.7.4 Допустиме навантаження двигуна з іншими джерелами напруги — перетворювачами типу ШІМ

У випадку інших перетворювачів з нерегульованою напругою постійного струму та мінімальною частотою комутації 3 кГц (200…500 В) у якості орієнтиру можна використовувати інструкції щодо розмірів, наведені в *Розділ 6.7.3 Допустиме навантаження двигуна з перетворювачем серії AC_5_ _* на стор. 22. Однак слід зазначити, що фактичне допустиме навантаження за певної температури також може бути нижчим. Звертайтеся до виробника перетворювача або постачальника системи.

ПРИМІТКА: Фактичне допустиме навантаження двигуна за певної температури може бути нижчим, ніж показано на орієнтовних кривих.

### 6.7.5 Короткочасні перевантаження

Двигуни компанії ABB зазвичай можуть бути тимчасово перевантажені, а також використовуватися в повторно-короткочасному режимі роботи. Найзручніше визначати розміри таких систем за допомогою інструмента DriveSize.

## 6.8 Заводські таблички

У разі використання двигунів компанії ABB в системах зі змінною швидкістю зазвичай не потрібні додаткові заводські таблички. Параметри, необхідні для введення в експлуатацію перетворювача, можна знайти на головній заводській табличці. Проте, в деяких особливих випадках двигуни можуть бути оснащені додатковими заводськими табличками для застосування в системах зі змінною швидкістю.

На них зазначено таку інформацію:

- діапазон швидкості
- діапазон потужності
- діапазон напруги та струму
- тип крутного моменту (постійний або квадратичний)
- і тип перетворювача, а також необхідна мінімальна частота комутації.

## 6.9 Введення в експлуатацію системи змінної швидкості

Введення в експлуатацію системи змінної швидкості повинно виконуватися відповідно до інструкцій перетворювача частоти та місцевих норм і правил. Також необхідно враховувати вимоги та обмеження самої системи.

Усі параметри, необхідні для налаштування перетворювача, слід взяти з заводських табличок двигуна.

Найчастіше потрібні такі параметри:

- номінальна напруга
- номінальний струм
- номінальна частота
- номінальна швидкість
- номінальна потужність

ПРИМІТКА: У разі відсутності або неточності інформації не експлуатуйте двигун, поки ви не переконаєтеся в правильності налаштувань!

Компанія ABB рекомендує використовувати всі відповідні захисні функції, що надаються перетворювачем, для підвищення безпеки застосування. Перетворювачі зазвичай мають такі функції (назви та наявність функцій залежать від виробника та моделі конвертера):

- мінімальна швидкість
- максимальна швидкість
- часи розгону та уповільнення
- максимальний струм
- максимальний крутний момент
- захист від перекидання

# Розділ 7 Технічне обслуговування

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Напруга всередині клемної коробки під час простою може подаватися на нагрівальні елементи або для прямого нагріву обмотки.

## 7.1 Загальний огляд

**Процедура**

1. Регулярно перевіряйте двигун, принаймні один раз на рік. Частота перевірок залежить, наприклад, від рівня вологості навколишнього повітря та від місцевих погодних умов. Спочатку це можна визначити експериментально, а потім цього потрібно суворо дотримуватися.
2. Тримайте двигун у чистоті та забезпечте вільну вентиляцію. Якщо двигун використовується в запиленому середовищі, систему вентиляції необхідно регулярно перевіряти та очищувати.
3. Перевірте стан ущільнень вала (наприклад, V-подібне кільце або радіальне ущільнення) та замініть їх за необхідності.
4. Перевірте стан з'єднань, а також кріпильних і монтажних болтів.
5. Перевірте стан підшипника, прослухавши наявність незвичайних шумів, вимірявши вібрацію, температуру підшипника, перевіривши відпрацьоване мастило або застосувавши ударно-імпульсний метод. Звертайте особливу увагу на підшипники, коли їхній розрахунковий номінальний термін служби добігає кінця.

   Якщо виявлено ознаки зносу, розберіть двигун, перевірте деталі та замініть їх за необхідності. Під час заміни підшипників запасні підшипники повинні бути того ж типу, що й ті, що були встановлені спочатку. Під час заміни підшипників ущільнення вала необхідно замінити на ущільнення такої ж якості та характеристик, як і оригінальні.

   У випадку двигуна зі ступенем захисту IP 55, коли двигун постачається із закритою пробкою, рекомендується періодично відкривати пробки зливних отворів, щоб переконатися, що вихід для конденсату не заблоковано, і він може виходити з двигуна. Цю операцію необхідно виконувати, коли двигун застопорено та приведено в безпечне для роботи положення.

### 7.1.1 Двигуни в режимі резервування

**Інформація про завдання**

Якщо двигун перебуває в режимі резервування протягом тривалого часу на судні або в іншому вібруючому середовищі, необхідно вжити таких заходів:

**Процедура**

1. Вал необхідно регулярно обертати кожні 2 тижні (з фіксацією цього в журналі) шляхом запуску системи. Якщо запуск з будь-якої причини неможливий, принаймні раз на тиждень вал необхідно повертати вручну, щоб надати йому іншого положення. Вібрації, спричинені іншим обладнанням судна, призведуть до точкової корозії підшипників, яку слід мінімізувати шляхом регулярної експлуатації/повороту вручну.
2. Підшипник необхідно змащувати під час обертання вала щороку (з фіксацією цього в журналі). Якщо двигун оснащений роликовим підшипником на веденому кінці, перед обертанням вала необхідно зняти транспортний фіксатор. У разі транспортування транспортний фіксатор необхідно знову встановити.
3. Слід уникати будь-яких вібрацій, щоб запобігти виходу з ладу підшипника. Необхідно дотримуватися всіх інструкцій з експлуатації двигуна, які стосуються введення в експлуатацію та технічного обслуговування. Гарантія не поширюється на пошкодження обмотки та підшипника, якщо цих інструкцій не було дотримано.

## 7.2 Змащування

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Остерігайтеся всіх обертових деталей!

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Мастило може викликати подразнення шкіри та запалення очей. Дотримуйтеся всіх запобіжних заходів, зазначених виробником мастила.

Типи підшипників зазначені у відповідних каталогах продукції та на заводській табличці всіх двигунів, окрім моделей із меншими розмірами рами.

Надійність є ключовим чинником для визначення інтервалів змащування підшипників. Компанія ABB щодо змащування послуговується переважно принципом L1 (тобто що 99% двигунів гарантовано витримають термін служби).

## 7.2.1 Двигуни з постійно змащеними підшипниками

Підшипники зазвичай є постійно змащеними, типу 1Z, 2Z, 2RS або еквівалентні.

Орієнтовно: достатнє змащування для розмірів до 250 може бути досягнуто протягом зазначеного нижче періоду часу, згідно з принципом $L_1$. У разі робіт із вищими температурами навколишнього середовища зверніться до компанії ABB. Інформативна формула для приблизної зміни значень $L_1$ до

значень $L_{10}$: $L_{10} = 2{,}0 \times L_1$.

Робочий час для постійно змащених підшипників за температури навколишнього середовища 25 °C та 40 °C становить:

***Табл. 4:***

| Розмір рами | Полюси | Робочі години при 25 °C | Робочі години при 40 °C |
|---|---|---|---|
| 56 | 2 | 52 000 | 33 000 |
| 56 | 4–8 | 65 000 | 41 000 |
| 63 | 2 | 49 000 | 31 000 |
| 63 | 4–8 | 63 000 | 40 000 |
| 71 | 2 | 67 000 | 42 000 |
| 71 | 4–8 | 100 000 | 56 000 |
| 80–90 | 2 | 100 000 | 65 000 |
| 80–90 | 4–8 | 100 000 | 96 000 |
| 100–112 | 2 | 89 000 | 56 000 |
| 100–112 | 4–8 | 100 000 | 89 000 |
| 132 | 2 | 67 000 | 42 000 |
| 132 | 4–8 | 100 000 | 77 000 |
| 160 | 2 | 60 000 | 38 000 |
| 160 | 4–8 | 100 000 | 74 000 |
| 180 | 2 | 55 000 | 34 000 |
| 180 | 4–8 | 100 000 | 70 000 |
| 200 | 2 | 41 000 | 25 000 |
| 200 | 4–8 | 95 000 | 60 000 |
| 225 | 2 | 36 000 | 23 000 |
| 225 | 4–8 | 88 000 | 56 000 |
| 250 | 2 | 31 000 | 20 000 |
| 250 | 4–8 | 80 000 | 50 000 |

Дані дійсні для частоти до 60 Гц.

## 7.2.2 Двигуни з підшипниками, що підлягають повторному змащуванню

**Інформаційна табличка та загальні рекомендації щодо змащування**

Якщо двигун оснащений інформаційною табличкою щодо змащування, дотримуйтеся вказаних значень.

Інтервали змащування залежно від кріплення, температури навколишнього середовища та швидкості обертання зазначені на інформаційній табличці щодо змащування.

Під час першого запуску або після змащування підшипника може спостерігатися тимчасове підвищення його температури, приблизно впродовж 10–20 годин.

Деякі двигуни можуть бути оснащені колектором для старого мастила. Дотримуйтеся спеціальних інструкцій щодо обладнання, які надаються.

## 7.2.2.1 Ручне змащування

**Повторне змащування під час роботи двигуна**

- Зніміть пробку випускного отвору мастила або відкрийте запірний клапан, якщо він установлений.
- Переконайтеся, що канал для змащування відкритий.
- Введіть зазначену кількість мастила в підшипник.
- Дайте двигуну попрацювати протягом 1–2 годин, щоб усе надлишкове мастило вийшло з підшипника. Закрийте пробку випускного отвору мастила або запірний клапан, якщо він установлений.

**Повторне змащування двигуна під час простою**

Якщо неможливо повторно змастити підшипники під час роботи двигунів, змащування можна виконати під час їхнього простою.

- У цьому випадку використовуйте лише половину кількості мастила, а потім дайте двигуну попрацювати кілька хвилин на повній швидкості.
- Після зупинки двигуна нанесіть решту зазначеної кількості мастила на підшипник.
- Після 1–2 годин роботи закрийте пробку випускного отвору мастила або запірний клапан, якщо він установлений.

## 7.2.2.2 Автоматичне змащування

Пробку випускного отвору мастила необхідно остаточно видалити за допомогою автоматичного змащувального клапана або відкритого запірного клапана, якщо він установлений.

Компанія ABB рекомендує використовувати лише електромеханічні системи.

У разі використання централізованої системи змащування кількість мастила на один інтервал змащення, зазначений у таблиці, слід помножити на три. Під час використання меншого автоматичного блока повторного змащування (з одним або двома картриджами на кожний двигун) можна використовувати звичайну кількість мастила.

Під час автоматичного повторного змащування 2-полюсних двигунів слід дотримуватися рекомендацій, наведених у примітці в *Розділ 7.2.4 Мастильні матеріали* на стор. 29 щодо мастильних матеріалів для 2-полюсних двигунів.

Використовуване мастило повинно бути придатним для автоматичного змащування. Слід перевірити рекомендації постачальника автоматичної системи змащування та виробника мастила.

**Приклад розрахунку кількості мастила для автоматичної системи змащування**

Центральна система змащування: Двигун IEC M3_P 315_ 4-полюсний, у мережі 50 Гц, інтервал повторного змащування згідно з *Табл. 5: Кулькові підшипники, інтервали змащування в робочих годинах* на стор. 28 становить 7600 год./55 г (DE) та 7600 год./40 г (NDE):

(DE) RLI = 55 г/7600 год.*3*24 = 0,52 г/день

(NDE) RLI = 40 г/7600 год.*3*24 = 0,38 г/день

RLI = інтервал повторного змащування, DE = приводний кінець, NDE = неприводний кінець

## 7.2.3 Інтервали та кількість змащувань

Інтервали змащування для вертикальних двигунів становлять половину значень, наведених у таблиці нижче.

Як орієнтир, достатнє змащування, згідно з принципом $L_1$, може бути досягнуто із зазначеним нижче інтервалом. У разі робіт у середовищі з підвищеними температурами зверніться до компанії ABB. Інформативна формула для приблизної зміни значень $L_1$ на значення $L_{10}$ виглядає так: $L_{10} = 2{,}0 \times L_1$, за умови ручного змащування.

Інтервали змащування ґрунтуються на робочій температурі підшипника 80 °C (температура навколишнього середовища становить +25 °C).

ПРИМІТКА: Підвищення температури навколишнього середовища відповідно підвищує температуру підшипників. Значення інтервалу слід зменшити вдвічі в разі підвищення температури підшипника на 15 °C і можна подвоїти в разі зниження температури підшипника на 15 °C.

Робота на вищій швидкості, наприклад у системах із перетворювачами частоти, або на нижчій швидкості з великим навантаженням потребуватиме коротших інтервалів змащування.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Не можна перевищувати максимальну робочу температуру мастила та підшипників +110 °C. Не можна перевищувати проєктну максимальну швидкість двигуна.

***Табл. 5: Кулькові підшипники, інтервали змащування в робочих годинах***

| **Розмір рами** | **Кількість мастила, г/підшипник** | **кВт** | **3600 об./хв** | **3000 об./хв** | **кВт** | **1800 об./хв** | **1500 об./хв** | **кВт** | **1000 об./хв** | **кВт** | **500–900 об./хв** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Кулькові підшипники, інтервали змащування в робочих годинах** | | | | | | | | | | | |
| 112 | 10 | усі | 10 000 | 13 000 | усі | 18 000 | 21 000 | усі | 25 000 | усі | 28 000 |
| 132 | 15 | усі | 9 000 | 11 000 | усі | 17 000 | 19 000 | усі | 23 000 | усі | 26 500 |
| 160 | 25 | ≤ 18,5 | 9 000 | 12 000 | ≤ 15 | 18 000 | 21 500 | ≤ 11 | 24 000 | усі | 24 000 |
| 160 | 25 | > 18,5 | 7 500 | 10 000 | > 15 | 15 000 | 18 000 | > 11 | 22 500 | усі | 24 000 |
| 180 | 30 | ≤ 22 | 7 000 | 9 000 | ≤ 22 | 15 500 | 18 500 | ≤ 15 | 24 000 | усі | 24 000 |
| 180 | 30 | > 22 | 6 000 | 8 500 | > 22 | 14 000 | 17 000 | > 15 | 21 000 | усі | 24 000 |
| 200 | 40 | ≤ 37 | 5 500 | 8 000 | ≤ 30 | 14 500 | 17 500 | ≤ 22 | 23 000 | усі | 24 000 |
| 200 | 40 | > 37 | 3 000 | 5 500 | > 30 | 10 000 | 12 000 | > 22 | 16 000 | усі | 20 000 |
| 225 | 50 | ≤ 45 | 4 000 | 6 500 | ≤ 45 | 13 000 | 16 500 | ≤ 30 | 22 000 | усі | 24 000 |
| 225 | 50 | > 45 | 1 500 | 2 500 | > 45 | 5 000 | 6 000 | > 30 | 8 000 | усі | 10 000 |
| 250 | 60 | ≤ 55 | 2 500 | 4 000 | ≤ 55 | 9 000 | 11 500 | ≤ 37 | 15 000 | усі | 18 000 |
| 250 | 60 | > 55 | 1 000 | 1 500 | > 55 | 3 500 | 4 500 | > 37 | 6 000 | усі | 7 000 |
| 280[1)] | 60 | усі | 2 000 | 3 500 | – | – | – | – | – | – | – |
| 280[1)] | 60 | – | – | – | усі | 8 000 | 10 500 | усі | 14 000 | усі | 17 000 |
| 280 | 35 | усі | 1 900 | 3 200 | – | – | – | – | – | – | – |
| 280 | 40 | – | – | – | усі | 7 800 | 9 600 | усі | 13 900 | усі | 15 000 |
| 315 | 35 | усі | 1 900 | 3 200 | – | – | – | – | – | – | – |
| 315 | 55 | – | – | – | усі | 5 900 | 7 600 | усі | 11 800 | усі | 12 900 |
| 355 | 35 | усі | 1 900 | 3 200 | – | – | – | – | – | – | – |
| 355 | 70 | – | – | – | усі | 4 000 | 5 600 | усі | 9 600 | усі | 10 700 |
| 400 | 40 | усі | 1 500 | 2 700 | – | – | – | – | – | – | – |
| 400 | 85 | – | – | – | усі | 3 200 | 4 700 | усі | 8 600 | усі | 9 700 |
| 450 | 40 | усі | 1 500 | 2 700 | – | – | – | – | – | – | – |
| 450 | 95 | – | – | – | усі | 2 500 | 3 900 | усі | 7 700 | усі | 8 700 |
| 5008 | 40 | усі | 3 000 | 5 300 | – | – | – | – | – | – | – |
| 5008 | 85 | – | – | – | усі | 6400 | 9 500 | усі | 17 200 | усі | 19 400 |
| 5010 | 40 | усі | 1 300 | 2 400 | – | – | – | – | – | – | – |
| 5010 | 85 | – | – | – | усі | 4 900 | 7 200 | усі | 13 200 | усі | 14 800 |
| 5012 | 85 | – | – | – | усі | 2 700 | 3 900 | усі | 7 100 | усі | 8 000 |

*Табл. 6: Роликові підшипники, інтервали змащування в робочих годинах*

| Розмір рами | Кількість мастила, г/підшипник | кВт | 3600 об./хв | 3000 об./хв | кВт | 1800 об./хв | 1500 об./хв | кВт | 1000 об./хв | кВт | 500–900 об./хв |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Роликові підшипники, інтервали змащування в робочих годинах** | | | | | | | | | | | |
| 160 | 25 | ≤ 18,5 | 4 500 | 6 000 | ≤ 15 | 9 000 | 10 500 | ≤ 11 | 12 000 | усі | 12 000 |
| 160 | 25 | > 18,5 | 3 500 | 5 000 | > 15 | 7 500 | 9 000 | > 11 | 11 000 | усі | 12 000 |
| 180 | 30 | ≤ 22 | 3 500 | 4 500 | ≤ 22 | 7 500 | 9 000 | ≤ 15 | 12 000 | усі | 12 000 |
| 180 | 30 | > 22 | 3 000 | 4 000 | > 22 | 7 000 | 8 500 | > 15 | 10 500 | усі | 12 000 |
| 200 | 40 | ≤ 37 | 2 750 | 4 000 | ≤ 30 | 7 000 | 8 500 | ≤ 22 | 11 500 | усі | 12 000 |
| 200 | 40 | > 37 | 1 500 | 2 500 | > 30 | 5 000 | 6 000 | > 22 | 8 000 | усі | 10 000 |
| 225 | 50 | ≤ 45 | 2 000 | 3 000 | ≤ 45 | 6 500 | 8 000 | ≤ 30 | 11 000 | усі | 12 000 |
| 225 | 50 | > 45 | 750 | 1 250 | > 45 | 2 500 | 3 000 | > 30 | 4 000 | усі | 5 000 |
| 250 | 60 | ≤ 55 | 1 000 | 2 000 | ≤ 55 | 4 500 | 5 500 | ≤ 37 | 7 500 | усі | 9 000 |
| 250 | 60 | > 55 | 500 | 750 | > 55 | 1 500 | 2 000 | > 37 | 3 000 | усі | 3 500 |
| 280[1)] | 60 | усі | 1 000 | 1 750 | – | – | – | – | – | – | – |
| 280[1)] | 70 | – | – | – | усі | 4 000 | 5 250 | усі | 7 000 | усі | 8 500 |
| 280 | 35 | усі | 900 | 1 600 | – | – | – | – | – | – | – |
| 280 | 40 | – | – | – | усі | 4 000 | 5 300 | усі | 7 000 | усі | 8 500 |
| 315 | 35 | усі | 900 | 1 600 | – | – | – | – | – | – | – |
| 315 | 55 | – | – | – | усі | 2 900 | 3 800 | усі | 5 900 | усі | 6 500 |
| 355 | 35 | усі | 900 | 1 600 | – | – | – | – | – | – | – |
| 355 | 70 | – | – | – | усі | 2 000 | 2 800 | усі | 4 800 | усі | 5 400 |
| 400 | 40 | усі | – | 1 300 | – | – | – | – | – | – | – |
| 400 | 85 | – | – | – | усі | 1 600 | 2 400 | усі | 4 300 | усі | 4 800 |
| 450 | 40 | усі | – | 1 300 | – | – | – | – | – | – | – |
| 450 | 95 | – | – | – | усі | 1 300 | 2 000 | усі | 3 800 | усі | 4 400 |
| 5008 | 40 | усі | – | 2 700 | – | – | – | – | – | – | – |
| 5008 | 85 | – | – | – | усі | 3 200 | 4 700 | усі | 8 600 | усі | 9 700 |
| 5010 | 40 | усі | – | 1 200 | – | – | – | – | – | – | – |
| 5010 | 85 | – | – | – | усі | 2 500 | 3 600 | усі | 6 600 | усі | 7 400 |
| 5012 | 85 | усі | – | – | усі | 1 300 | 1 900 | усі | 3 500 | усі | 4 000 |

[1)] МЗАА

## 7.2.4 Мастильні матеріали

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Не змішуйте різні види мастил. Несумісні мастильні матеріали можуть призвести до пошкодження підшипників.

Під час повторного змащування використовуйте лише спеціальне мастило для кулькових підшипників з такими властивостями:

- високоякісне мастило з комплексним літієвим милом та мінеральною або ПАО-оливою
- в’язкість базової оливи 100–160 сСТ при 40 °C
- клас консистенції за NLGI 1,5–3 [*])
- діапазон температур від -30 °C до +120 °C, безперервний

[*]) У випадку вертикально встановлених двигунів або в умовах підвищеної температури рекомендується орієнтуватися на край діапазону з більшою в’язкістю.

Вищезазначена специфікація на мастило дійсна, якщо температура навколишнього середовища вища за -30 °C або нижча за +55 °C, а температура підшипника нижча за 110 °C; в іншому випадку зверніться до компанії ABB щодо відповідного мастила.

Мастило з необхідними властивостями доступне в усіх провідних виробників мастильних матеріалів.

Рекомендується використовувати присадки, але необхідно отримати письмову гарантію від виробника мастильних матеріалів, особливо в разі протизадирних присадок, що присадки не пошкоджують підшипники та не погіршують властивостей мастильних матеріалів у робочому діапазоні температур.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Загалом, застосовувати мастила, що містять протизадирні присадки, не рекомендуються. У деяких випадках вони можуть пошкодити підшипник, тому їхнє використання має бути оцінено в кожному конкретному випадку разом із постачальниками мастильних матеріалів.

Можна використовувати такі високоефективні мастила:

- **Mobil UnirexN2** або **N3** (літієве комплексне мастило на основі базової оливи)
- **Mobil Mobilith SHC 100** (літієве комплексне мастило на основі базової оливи)
- **Shell Gadus S5 V 100 2** (літієве комплексне мастило на основі базової оливи)
- **Klüber Klüberplex BEM 41-132** (спеціальне мастило на літієвій основі)
- **FAG Arcanol TEMP110** (літієве комплексне мастило на основі базової оливи)
- **Lubcon Turmogrease L 802 EP PLUS** (спеціальне мастило на літієвій основі)
- **Total Multis Complex S2 A** (літієве комплексне мастило на основі базової оливи)

ПРИМІТКА: Для високошвидкісних 2-полюсних двигунів, де коефіцієнт швидкості перевищує 480 000 (розраховується як Dm x n, де Dm = середній діаметр підшипника, мм; n = швидкість обертання, об./хв), завжди використовуйте високошвидкісне мастило.

Зазначені нижче мастила можна використовувати для високошвидкісних чавунних двигунів, але не можна змішувати з літієвими комплексними мастилами:

- **Klüber Klüber Quiet BQH 72-102** (на основі полісечовини)
- **Lubcon Turmogrease PU703** (на основі полісечовини)

Якщо використовуються інші мастильні матеріали, перевірте у виробника, чи відповідають вони якостям вищезазначених мастильних матеріалів. Інтервали змащування ґрунтуються на перелічених вище високоефективних мастилах. Використання інших мастил може скоротити цей інтервал.

# Розділ 8 Післяпродажна підтримка

## 8.1 Запасні частини

Якщо не зазначено інше, запасні частини повинні бути оригінальними або схваленими компанією ABB.

Під час замовлення запасних частин необхідно вказати серійний номер двигуна, повне позначення типу та код виробу, як зазначено на заводській табличці.

## 8.2 Розбирання, повторне складання та перемотування

Перемотування завжди повинно виконуватися кваліфікованими ремонтними майстернями.

Двигуни димовивідних систем та інші спеціальні двигуни не слід перемотувати без попереднього звернення до компанії ABB.

## 8.3 Підшипники

Особливу обережність слід приділяти підшипникам.

Їх потрібно знімати за допомогою знімачів та встановлювати за допомогою нагрівання або спеціальних інструментів.

Заміна підшипника детально описана в окремій інструкції, яку можна отримати в торговому представництві компанії ABB.

Необхідно дотримуватися всіх інструкцій, таких як етикетки, що розміщені на двигуні. Не можна змінювати типи підшипників, зазначені на заводській табличці.

# Розділ 9 Вимоги, пов’язані з умовами навколишнього середовища

Більшість двигунів компанії ABB мають рівень звукового тиску, що не перевищує 82 дБ(A) (± 3 дБ) при 50 Гц.

Значення для конкретних двигунів можна знайти у відповідних каталогах продукції. При синусоїдальному живленні 60 Гц значення приблизно на 4 дБ(A) вищі порівняно зі значеннями при 50 Гц, зазначеними в каталогах продукції.

Щодо рівнів звукового тиску в разі живлення від перетворювачів частоти зверніться до компанії ABB.

Коли двигун(и) потрібно здати на утилізацію або переробку, необхідно застосовувати відповідні засоби та дотримуватися місцевих норм і правил.

# Розділ 10 Усунення несправностей

Ці інструкції не охоплюють усіх деталей або варіацій обладнання, а також не надають інформації щодо кожної можливої ситуації, пов'язаної зі встановленням, експлуатацією або технічним обслуговуванням. Якщо вам потрібна додаткова інформація, зверніться до найближчого торгового представництва компанії ABB.

**Таблиця несправностей двигуна**

Обслуговування вашого двигуна та усунення будь-яких несправностей повинно виконуватися кваліфікованими фахівцями, які мають відповідні інструменти та обладнання.

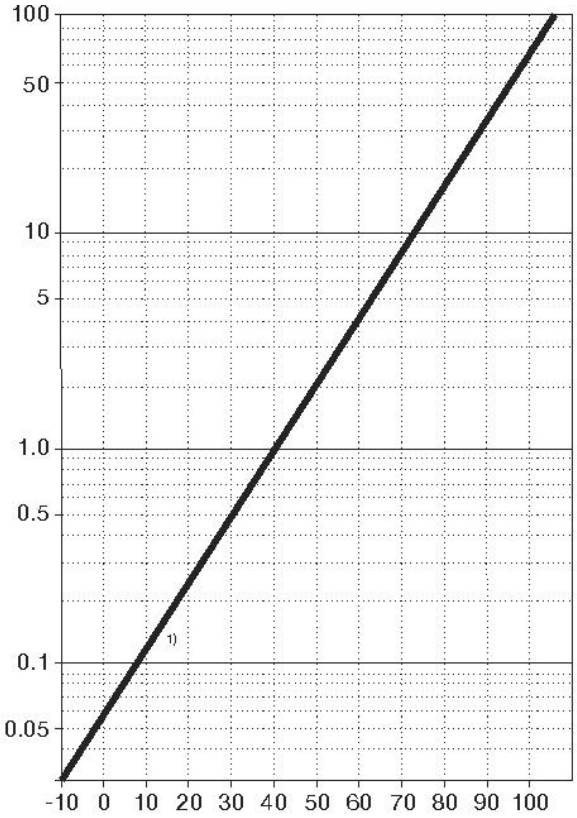
***Табл. 7: Усунення несправностей***

| ПРОБЛЕМА | ПРИЧИНА | ЩО СЛІД ЗРОБИТИ |
|---|---|---|
| Двигун не запускається | Перегоріли запобіжники | Замініть запобіжники на нові запобіжники належного типу та номіналу. |
| | Відключення внаслідок перевантаження | Перевірте та скиньте перевантаження в пусковому пристрої. |
| | Неправильне живлення | Перевірте, чи відповідає подавана потужність даним, зазначеним на заводській табличці двигуна, та його коефіцієнту завантаження. |
| | Неправильні лінійні з'єднання | Перевірте з'єднання за схемою, що постачається з двигуном. |
| | Розрив ланцюга в обмотці або вимикачі керування | Визначається за гудінням, коли вимикач замкнутий. Перевірте наявність нещільних електричних з'єднань і переконайтеся, що всі контакти керування замкнені. |
| | Механічна поломка | Перевірте, чи двигун і привод обертаються вільно. Перевірте підшипники та змащення. |
| | Коротке замикання статора | Зв'яжіться з компанією ABB<br>або<br>Переконайтеся, що живлення відключено, а заземлення для проведення робіт виконано, від'єднайте кабелі та виміряйте опір ізоляції. |
| | Погане з'єднання обмотки статора | Визначається за перегорянням запобіжників. Двигун потрібно перемотати. Зніміть торцеві щити та знайдіть несправність. |
| | Двигун може бути перевантажений | Зменшите навантаження. |
| Двигун глухне | Одна з фаз може бути обірвана | Перевірте лінії на наявність обриву фази. |
| | Неправильне застосування | Змініть тип або розмір. Зверніться до постачальника обладнання. |
| | Перевантаження | Зменшите навантаження. |

| ПРОБЛЕМА | ПРИЧИНА | ЩО СЛІД ЗРОБИТИ |
|---|---|---|
| | Низька напруга | Переконайтеся, що підтримується напруга, зазначена на заводській табличці. Перевірте з'єднання. |
| | Розімкнутий ланцюг | Перегоріли запобіжники. Перевірте реле захисту від перевантаження, статор і натискні кнопки. |
| Мотор працює, а потім глухне | Відключення електроенергії | Перевірте наявність нещільних з'єднань з лінією, запобіжниками та елементами керування. |
| Двигун не розганяється до номінальної швидкості | Неналежне застосування | Зверніться до постачальника обладнання для отримання відповідного типу. |
| | Занизька напруга на клемах двигуна через падіння напруги в мережі | Скористайтеся клемами вищої напруги або клемами трансформатора або зменште навантаження.<br>Перевірте з'єднання. Перевірте правильний розмір провідників. |
| | Занадто високе пускове навантаження | Перевірте запуск двигуна на холостому ходу. |
| | Зламані стержні ротора або наявний люфт ротора | Виконайте огляд на наявність тріщин біля кілець. Може знадобитися новий ротор, оскільки ремонт зазвичай є тимчасовим. |
| | Розімкнутий первинний контур | Визначте несправність за допомогою випробувального пристрою та усуньте її. |
| Двигун занадто довго розганяється та/або споживає великий струм | Надмірне навантаження | Зменште навантаження. |
| | Низька напруга під час запуску | Перевірте наявність високого опору. Переконайтеся, що використовується кабель відповідного розміру. |
| | Несправний ротор короткозамкненого типу | Замініть ротор новим. |
| | Занадто низька прикладена напруга | Відрегулюйте джерело живлення. |
| Неправильний напрямок обертання | Неправильна послідовність фаз | Змініть з'єднання на двигуні або на розподільному щиті. |
| Двигун перегрівається під час роботи | Перевантаження | Зменште навантаження. |
| | Рама або вентиляційні отвори можуть бути забиті брудом і перешкоджати належній вентиляції двигуна | Відкрийте вентиляційні отвори та перевірте, чи безперервно надходить повітря з двигуна. |
| | У двигуна може бути обірвана одна фаза | Перевірте, чи всі дроти та кабелі надійно підключені. |
| | Заземлена котушка | Двигун потрібно перемотати. |
| | Незбалансована напруга на клемах | Перевірте наявність несправних проводів, з'єднань і трансформаторів. |
| Вібрація двигуна | Зміщення двигуна | Повторіть вирівнювання. |
| | Слабка опора | Зміцніть основу. |

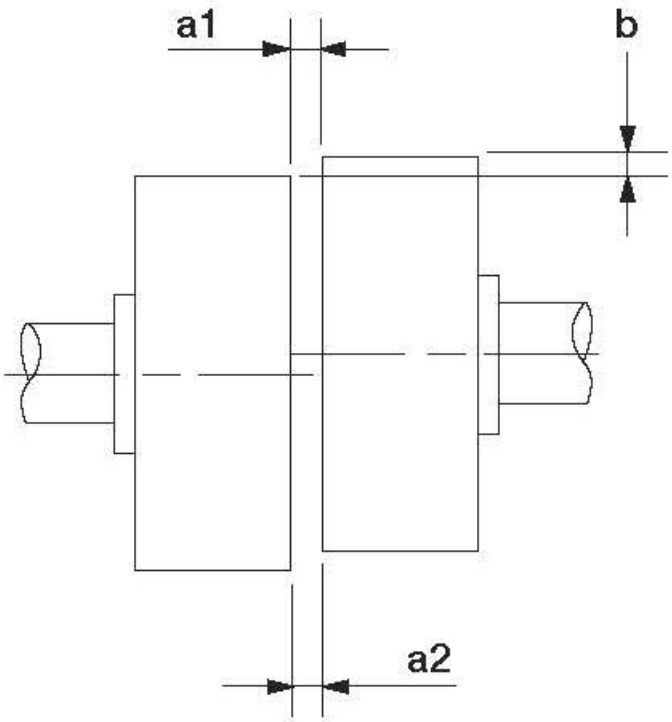
| ПРОБЛЕМА | ПРИЧИНА | ЩО СЛІД ЗРОБИТИ |
|---|---|---|
| | Зчеплення незбалансоване | Збалансуйте зчеплення. |
| | Дисбаланс приводного обладнання | Відбалансуйте приводне обладнання. |
| | Дефектні підшипники | Замініть підшипники. |
| | Підшипники не вирівняні | Відремонтуйте двигун |
| | Балансувальні вантажі зміщені | Відбалансуйте ротор. |
| | Суперечність між балансуванням ротора та муфти (напівшпонка — повна шпонка) | Відбалансуйте муфту або ротор. |
| | Багатофазний двигун працює в однофазному режимі | Перевірте наявність розриву ланцюга. |
| | Надмірний осьовий люфт | Відрегулюйте підшипник або додайте прокладку. |
| Скрегіт | Вентилятор треться об торцевий щит або кришку | Виправте кріплення вентилятора. |
| | Ослаблене кріплення на станині | Затягніть кріпильні болти. |
| Шум під час роботи | Повітряний зазор неоднорідний | Перевірте та виправте посадку торцевих щитів та посадку підшипників. |
| | Дисбаланс ротора | Відбалансуйте ротор. |
| Гарячі підшипники | Вал зігнутий або вигнутий під пружною деформацією | Випряміть або замініть вал. |
| | Надмірний натяг ременя | Зменште натяг ременя. |
| | Шківи розташовані занадто далеко від бурту вала | Перемістіть шків ближче до підшипника двигуна. |
| | Діаметр шківа занадто малий | Використовуйте більші шківи. |
| | Неспіввісність | Виправте шляхом повторного вирівнювання привода. |
| | Недостатньо мастила | Підтримуйте належну якість і кількість мастила в підшипнику. |
| | Погіршення властивостей або забруднення мастила | Видаліть старе мастило, ретельно промийте підшипники в гасі та замініть його новим мастилом. |
| | Надлишок мастила | Зменште кількість мастила — підшипник не повинен бути заповнений більше ніж наполовину. |
| | Перевантажений підшипник | Перевірте вирівнювання, бічну та торцеву тягу. |
| | Зламана кулька або пошкоджені доріжки | Замініть підшипник, попередньо ретельно очистіть корпус. |

# Розділ 11 Рисунки

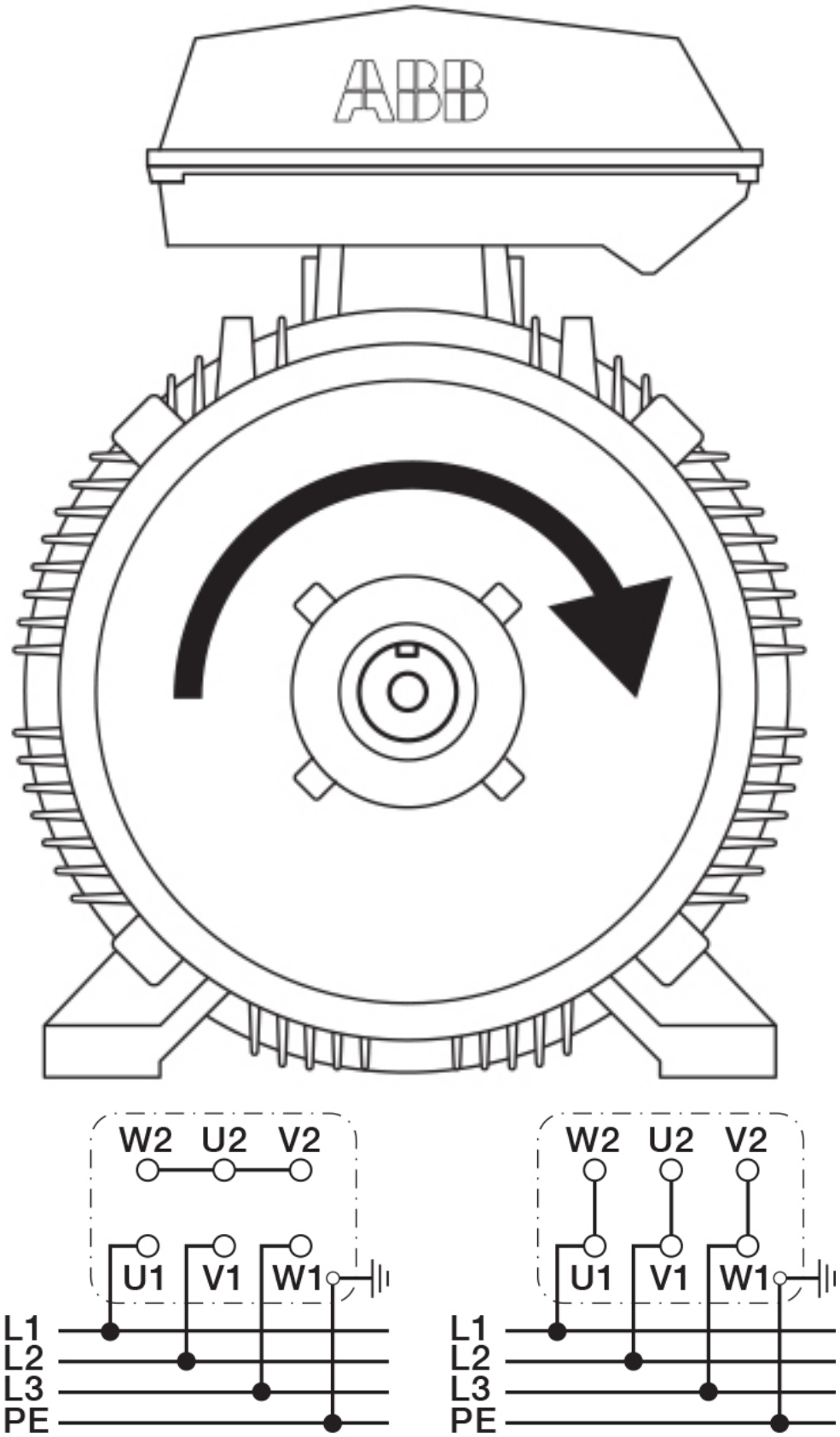



| | | |
|---|---|---|
| Ключ | Вісь X | Температура обмотки, градуси Цельсія |
| | Вісь Y | Температурний коефіцієнт опору ізоляції, ktc. |
| | 1) | Щоб скоригувати спостережуваний опір ізоляції $R_i$ до 40 °C, помножте його на температурний коефіцієнт $k_{tc}$. $Ri_{40\,°C} = R_i$ x |

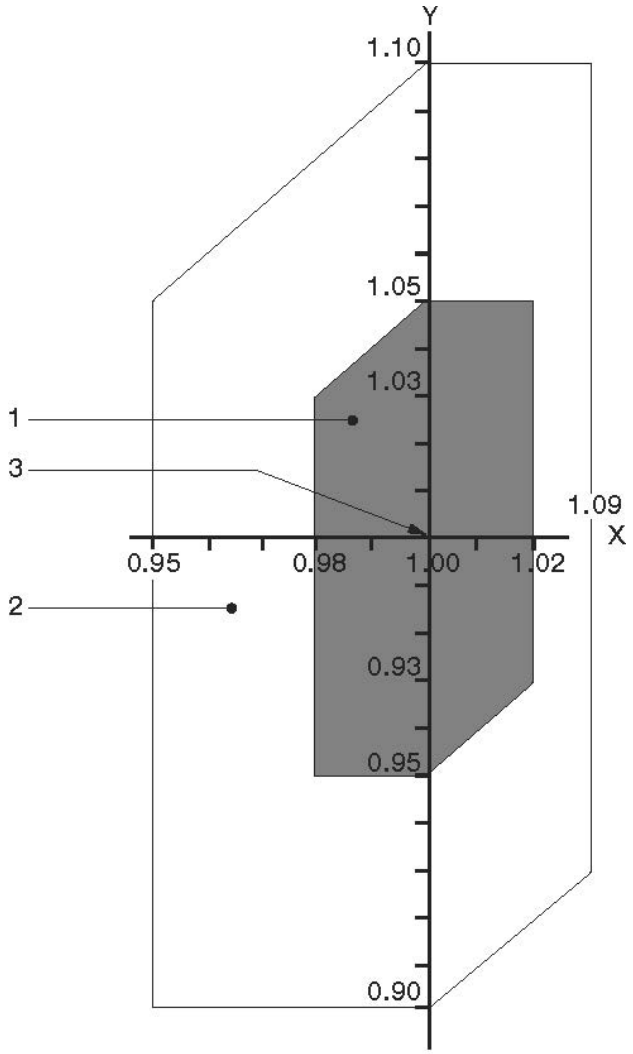
***Мал. 2: Діаграма, що ілюструє залежність опору ізоляції від температури, та як скоригувати виміряний опір ізоляції до температури 40 °C***




***Мал. 3: Монтаж напівмуфти або шківа***



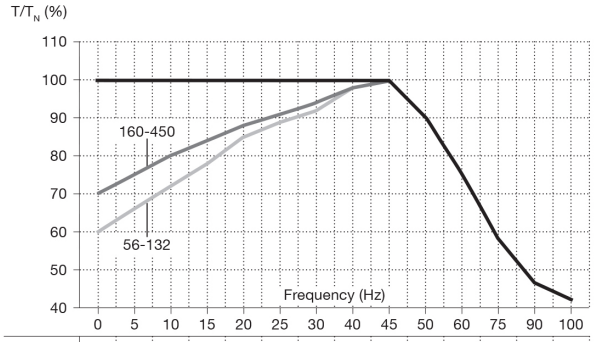

***Мал. 4: Підключення клем для основного живлення***




| | | |
|---|---|---|
| | Вісь X | частота, відн. од. |
| | Вісь Y | напруга, відн. од. |
| Ключ | 1 | зона A |
| | 2 | зона B (поза зоною A) |
| | 3 | оцінний бал |

*Мал. 5: Відхилення напруги та частоти в зонах A та B*

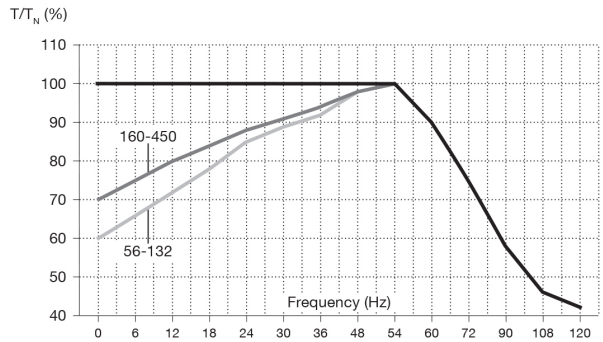
## 11.1 Орієнтовні криві допустимого навантаження з перетворювачами з прямим керуванням моментом




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 60 | 66 | 72 | 78 | 85 | 89 | 92 | 98 | 100 | 90 | 75 | 58 | 46 | 42 |
| IC411[2] | 70 | 75 | 80 | 84 | 88 | 91 | 94 | 98 | 100 | 90 | 75 | 58 | 46 | 42 |
| IC416[3] | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 75 | 58 | 46 | 42 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

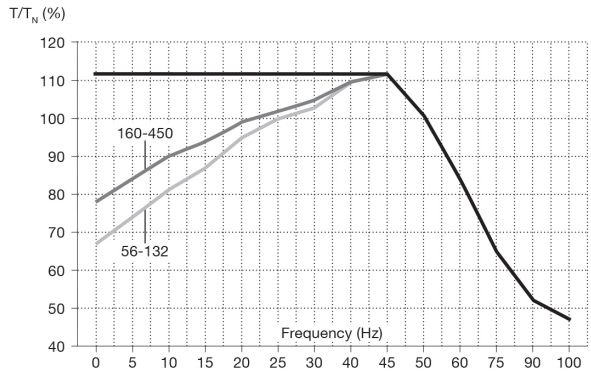
*Мал. 6: Перетворювач із прямим керуванням моментом, 50 Гц, підвищення температури B*




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 60 | 66 | 72 | 78 | 85 | 89 | 92 | 98 | 100 | 90 | 75 | 58 | 46 | 42 |
| IC411[2] | 70 | 75 | 80 | 84 | 88 | 91 | 94 | 98 | 100 | 90 | 75 | 58 | 46 | 42 |
| IC416[3] | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 75 | 58 | 46 | 42 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

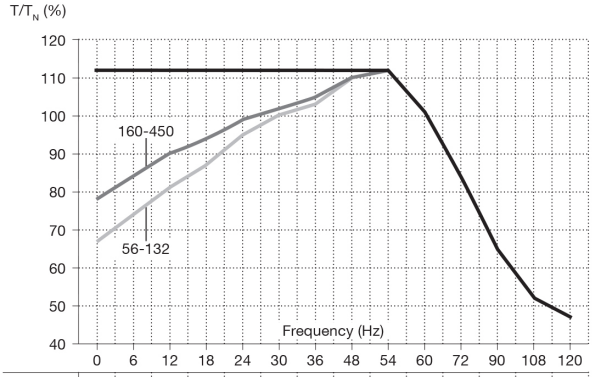
*Мал. 7: Перетворювач із прямим керуванням моментом, 60 Гц, підвищення температури B*




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 67 | 74 | 81 | 87 | 95 | 100 | 103 | 110 | 112 | 101 | 84 | 65 | 52 | 47 |
| IC411[2] | 78 | 84 | 90 | 94 | 99 | 102 | 105 | 110 | 112 | 101 | 84 | 65 | 52 | 47 |
| IC416[3] | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 101 | 84 | 65 | 52 | 47 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

***Мал. 8: Перетворювач із прямим керуванням моментом, 50 Гц, підвищення температури F***

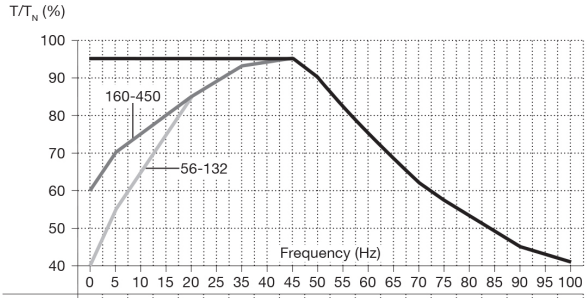



| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 67 | 74 | 81 | 87 | 95 | 100 | 103 | 110 | 112 | 101 | 84 | 65 | 52 | 47 |
| IC411[2] | 78 | 84 | 90 | 94 | 99 | 102 | 105 | 110 | 112 | 101 | 84 | 65 | 52 | 47 |
| IC416[3] | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 101 | 84 | 65 | 52 | 47 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

***Мал. 9: Перетворювач із прямим керуванням моментом, 60 Гц, підвищення температури F***

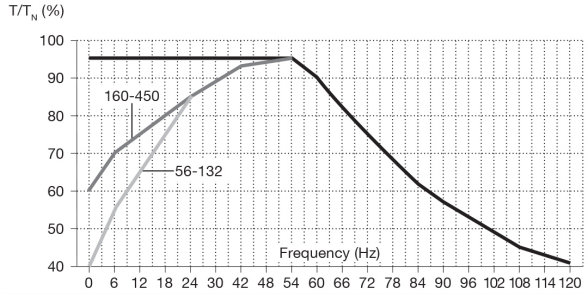
## 11.2 Орієнтовні криві допустимого навантаження з іншим джерелом напруги типу ШІМ




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 40 | 55 | 65 | 75 | 85 | 89 | 93 | 94 | 95 | 90 | 82 | 75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 45 | 43 | 41 |
| IC411[2] | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 89 | 93 | 94 | 95 | 90 | 82 | 75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 45 | 43 | 41 |
| IC416[3] | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 90 | 82 | 75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 45 | 43 | 41 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

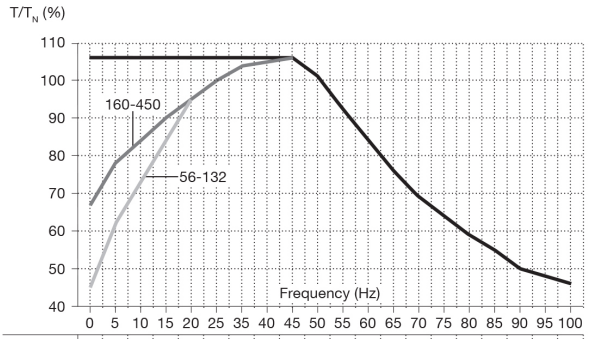
***Мал. 10: Інше джерело напруги — перетворювач типу ШІМ, 50 Гц, підвищення температури B***




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 40 | 55 | 65 | 75 | 85 | 89 | 93 | 94 | 95 | 90 | 82 | 75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 45 | 43 | 41 |
| IC411[2] | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 89 | 93 | 94 | 95 | 90 | 82 | 75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 45 | 43 | 41 |
| IC416[3] | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 90 | 82 | 75 | 68 | 62 | 57 | 53 | 49 | 45 | 43 | 41 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

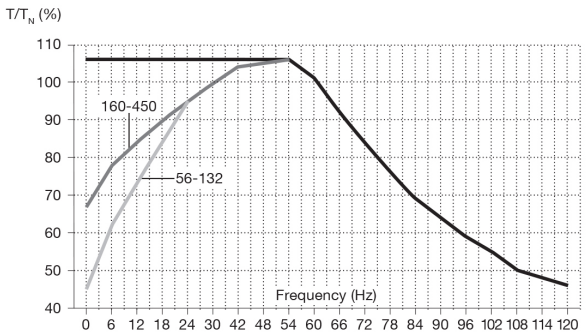
***Мал. 11: Інше джерело напруги — перетворювач типу ШІМ, 60 Гц, підвищення температури B***




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 45 | 62 | 73 | 84 | 95 | 100 | 104 | 105 | 106 | 101 | 92 | 84 | 76 | 69 | 64 | 59 | 55 | 50 | 48 | 46 |
| IC411[2] | 67 | 78 | 84 | 90 | 95 | 100 | 104 | 105 | 106 | 101 | 92 | 84 | 76 | 69 | 64 | 59 | 55 | 50 | 48 | 46 |
| IC416[3] | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 101 | 92 | 84 | 76 | 69 | 64 | 59 | 55 | 50 | 48 | 46 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate cooling (force ventilated)

***Мал. 12: Інше джерело напруги — перетворювач типу ШІМ, 50 Гц, підвищення температури F***




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IC411[1] | 45 | 62 | 73 | 84 | 95 | 100 | 104 | 105 | 106 | 101 | 92 | 84 | 76 | 69 | 64 | 59 | 55 | 50 | 48 | 46 |
| IC411[2] | 67 | 78 | 84 | 90 | 95 | 100 | 104 | 105 | 106 | 101 | 92 | 84 | 76 | 69 | 64 | 59 | 55 | 50 | 48 | 46 |
| IC416[3] | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 101 | 92 | 84 | 76 | 69 | 64 | 59 | 55 | 50 | 48 | 46 |

[1] Self ventilated, IEC frame sizes 56-132
[2] Self ventilated, IEC frame sizes 160-450
[3] Separate motor cooling (force ventilated)

***Мал. 13: Інше джерело напруги — перетворювач типу ШІМ, 60 Гц, підвищення температури F***

—

**www.abb.com/motors&generators**

Авторські права 2025 ABB. Усі права збережено.
Характеристики може бути змінено без попереднього сповіщення.

3GZF500730-85 Rev H ML 11-2025