

# Як вибрати АВР за номінальним струмом і навантаженням

Припустімо, розрахунковий струм навантаження становить 600 А, а для проєкту розглядається АВР на 800 А. Чи достатньо цього для вибору?

За величиною струму запас начебто є. Але потрібно з'ясувати, що саме означають ці 800 А: тепловий струм силового апарата, робочий струм для певного навантаження чи номінальний струм готової шафи АВР.

Щоб зробити правильний вибір, потрібно зіставити характеристики навантаження з характеристиками вибраного АВР. Значення мають не лише амperi, а й напруга, категорія застосування та умови роботи.



Рисунок 1. АВР між мережею, дизель-генератором і навантаженням; механізм перемикача та панель керування.

## Який струм має проводити АВР

**Розрахунковий струм навантаження** — це струм, який АВР має проводити в передбаченому режимі роботи об'єкта. Його визначають з урахуванням одночасності роботи споживачів і того, яка частина обладнання отримуватиме резервне живлення.

Наприклад, якщо від генератора живиться лише частина споживачів, навантаження в основному та резервному режимах відрізнятиметься. Для вибору АВР потрібно врахувати всі передбачені режими.

Окремої уваги потребують **пускові струми та повторне ввімкнення обладнання після перерви живлення**. Струм під час усталеної роботи не описує всіх процесів, які можуть виникати під час відновлення електропостачання.

Отже, вихідні дані для вибору — це не лише «600 А», а й склад навантаження та порядок його роботи.

## Що означають струми в документації АВР

У технічній документації можна зустріти кілька значень струму. Вони характеризують різні властивості обладнання й не завжди збігаються.

| Параметр                                         | Практичне значення                                                                                              | Що перевірити                                                                          |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I<sub>th</sub> — умовний тепловий струм</b>   | Струм, який апарат може тривало проводити за визначених стандартом умов без неприпустимого нагрівання           | Не приймати I <sub>th</sub> за універсальний робочий струм для будь-якого навантаження |
| <b>I<sub>e</sub> — номінальний робочий струм</b> | Струм, для якого виробник заявляє роботу апарата за певної напруги, категорії застосування та умов експлуатації | Знайти I <sub>e</sub> для потрібної напруги й характеру навантаження                   |
| <b>U<sub>e</sub> — номінальна робоча напруга</b> | Напруга, до якої належать заявлені робочі характеристики                                                        | Переконатися, що значення I <sub>e</sub> наведено для відповідної напруги мережі       |
| <b>Номінальний струм готової шафи АВР</b>        | Характеристика пристрою загалом, з урахуванням силових апаратів, шин, з'єднань та умов їх роботи в оболонці     | Перевірити характеристики готового виконання, а не лише встановленого силового апарата |

СТАВР / ТЕХНІЧНА ІНФОРМАЦІЯ • 02

### Три позначення — три різні перевірки

I<sub>th</sub> не замінює I<sub>e</sub>; параметри силового апарата не замінюють дані шафи.

|                       |                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I<sub>th</sub></b> | <b>Тепловий режим</b><br>Умови наведення струму — у документації виробника.             |
| <b>I<sub>e</sub></b>  | <b>Робочий струм</b><br>Перевіряють разом із U <sub>e</sub> та категорією застосування. |
| <b>U<sub>e</sub></b>  | <b>Робоча напруга</b><br>Саме для неї мають бути заявлені характеристики.               |

Рисунок 2. I<sub>th</sub>, I<sub>e</sub> та U<sub>e</sub>: три різні перевірки.

Умови, для яких наведено I<sub>th</sub>, потрібно перевіряти в документації виробника. Установлення в оболонці може змінювати тепловий режим, тому допустимий струм готового пристрою перевіряють окремо. Пояснення [Schneider Electric](#) щодо теплового струму.

Таким чином, **I<sub>th</sub> = 800 А** ще не означає **I<sub>e</sub> = 800 А** для будь-якого навантаження. Так само напис «силовий апарат 800 А» сам по собі не підтверджує номінальний струм усієї шафи АВР.

## Однакове число — різний зміст

Перевіряйте, до чого саме належить позначення «800 А».

«ABP 800 А»

**Потрібне уточнення**

Який струм і за яких умов заявлено?

«Контактор 800 А»

**Окремий компонент**

Не підтверджує характеристики всієї шафи.

«Ie = 800 А, АС-33В»

**Робоча характеристика**

Додатково перевіряють Ue та умови роботи.

Рисунок 3. Три різні значення напису 800 А.

## Навіщо потрібна категорія застосування

Категорія застосування визначає характер навантаження та умови комутації, для яких заявлено робочий струм Ie.

Для обладнання перемикання живлення категорії застосування розглядає стандарт ІЕС 60947-6-1. У практичному вигляді поширені категорії можна пояснити так:

| Категорія застосування | Характер навантаження                                                            |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| АС-31В                 | Активне або слабоіндуктивне навантаження                                         |
| АС-32В                 | Змішане активне та індуктивне навантаження, включно з помірними перевантаженнями |
| АС-33В                 | Двигунне або змішане навантаження з електродвигунами                             |

**Наявність двигунів, насосів, компресорів або ДБЖ — привід дивитися не на напис «800 А», а в таблицю категорій застосування.**

Водночас конкретне обладнання не слід автоматично відносити до певної категорії лише за його назвою. Важливі реальні електричні характеристики навантаження, зокрема пускові процеси та поведінка під час відновлення живлення.

Літера **В** означає застосування з нечастими перемиканнями, характерними для багатьох систем АВР. Якщо передбачено часті перемикання, потрібно перевірити відповідність категорії та ресурсу цьому режиму. [Технічний посібник Socomes](#).

## Яке навантаження перемикає АВР?

Категорія застосування задає умови, для яких заявлено  $I_e$ .

### АС-31В

Активне або слабкоіндуктивне навантаження

### АС-32В

Змішане активне та індуктивне включно з помірними перевантаженнями

### АС-33В

Двигунне або змішане навантаження з електродвигунами

Категорію визначають за електричними характеристиками, а не назвою приладу.

В — нечасті перемикання. Це не шкала «гірше / краще».

Рисунок 4. Категорії АС-31В, АС-32В та АС-33В.

Практичне запитання під час вибору звучить так: **який робочий струм  $I_e$  має цей АВР за потрібної напруги та категорії застосування?**

## Як читати паспортні характеристики: приклад Socomes ATyS

Різницю між тепловим і робочим струмом добре видно на прикладі Socomes ATyS p.

У керівництві **542001G** виробник окремо наводить тепловий струм  $I_{th}$  за температури 40 °C та робочі струми  $I_e$  для різних категорій застосування за напруги 415 В змінного струму.

Нижче наведено вибрані значення з цієї таблиці.

| $I_{th}$ | $I_e$ АС-31В | $I_e$ АС-32В | $I_e$ АС-33В |
|----------|--------------|--------------|--------------|
| 800 А    | 800 А        | 800 А        | 800 А        |
| 1250 А   | 1250 А       | 1250 А       | 1000 А       |
| 1600 А   | 1600 А       | 1250 А       | 1000 А       |
| 2500 А   | 2500 А       | 2000 А       | 1250 А       |
| 3200 А   | 3200 А       | 2000 А       | 1250 А       |

Джерело: Socomes ATyS p, керівництво 542001G. Значення стосуються наведеного виконання та умов; для конкретного апарата потрібно перевіряти його документацію.

Наприклад, апарат з  $I_{th} = 1600 \text{ А}$  має:

- $I_e = 1600 \text{ А}$  за АС-31В;
- $I_e = 1250 \text{ А}$  за АС-32В;
- $I_e = 1000 \text{ А}$  за АС-33В.

Це не недолік конструкції, а коректне декларування можливостей апарата для різного характеру навантаження.

Якщо для проекту потрібен робочий струм 1200 А за АС-33В, цей апарат не відповідає вимозі за  $I_e$ : у потрібній категорії виробник заявляє 1000 А, попри тепловий струм 1600 А.

Отже, у паспортній таблиці спочатку знаходять потрібну напругу та категорію застосування, а потім порівнюють відповідний  $I_e$  з розрахунковим струмом навантаження.

## Контакторний АВР: який струм допустимий для різного навантаження

Контакторний АВР — нормальне й широко застосовуване технічне рішення, якщо характеристики завершеного пристрою відповідають конкретному навантаженню.

Mertech у каталозі готових контакторних АВР **MS ACOC** наводить різні номінальні робочі струми  $I_e$  для категорій АС-31В та АС-33В:

| $I_e$ за АС-31В | $I_e$ за АС-33В |
|-----------------|-----------------|
| 100 А           | 65 А            |
| 250 А           | 150 А           |
| 400 А           | 320 А           |
| 800 А           | 630 А           |

Джерело: [офіційний каталог Mertech — Automatic Changeover Panels, сторінка 2](#).

Виробник декларує ці струми для різних категорій застосування завершеного контакторного АВР MS ACOC. Наприклад, виконанню з  $I_e = 800$  А за АС-31В відповідає  $I_e = 630$  А за АС-33В. Це характеристики готового АВР, а не перенесені на нього номінали окремих контакторів.

### АС-3 контактора — не АС-33В завершеного АВР

**АС-1 та АС-3** належать до характеристик контактора за IEC 60947-4-1.

**АС-31В, АС-32В та АС-33В** — категорії застосування завершеного АВР за IEC 60947-6-1.

Тому **АС-3 окремого контактора не можна автоматично прирівнювати до АС-33В завершеного АВР**. Сам факт установлення певних контакторів не підтверджує категорію застосування всього пристрою.

Для вибору важливо перевірити, який робочий струм і яку категорію виробник декларує та підтверджує для завершеного АВР.

## Комутаційна здатність АВР

АВР повинен не лише тривало проводити номінальний струм, а й надійно вмикати та вимикати навантаження. При цьому комутаційні струми можуть значно перевищувати робочий струм  $I_e$ , особливо за наявності електродвигунів.

**IEC 60947-6-1** встановлює різні умови випробування комутаційної здатності залежно від категорії застосування АВР.

| Категорія застосування | Випробувальний струм увімкнення   |
|------------------------|-----------------------------------|
| AC-31A / AC-31B        | $1,5 \times I_e$                  |
| AC-32A / AC-32B        | $3 \times I_e$                    |
| <b>AC-33A / AC-33B</b> | <b><math>10 \times I_e</math></b> |

Літера **A** позначає застосування з частими перемиканнями, **B** — з нечастими. Відповідно відрізняються вимоги до комутаційного ресурсу АВР.

Наведені значення не означають, що АВР може тривало проводити такі струми або призначений для відключення струмів короткого замикання.

**Отже, категорія застосування визначає не лише характер навантаження, а й вимоги до комутаційних можливостей та ресурсу АВР.**

СТАВР / ТЕХНІЧНА ІНФОРМАЦІЯ · 05

### Комутаційна здатність: три різні дії

Здатність проводити струм не описує всіх умов його вмикання й вимикання.

**01**

#### Проводити струм

Усталена робота  
за заявленого  $I_e$

**02**

#### Увімкнути

Перехідний процес  
за умов категорії

**03**

#### Вимкнути

Розмикання кола  
за умов категорії

Випробувальний струм увімкнення  $\neq$  тривалий робочий струм.  
Комутація навантаження  $\neq$  відключення короткого замикання.

Рисунок 5. Проводити, увімкнути та вимкнути струм.

## Стійкість АВР до струмів короткого замикання

Номінальний робочий струм  $I_e$  визначає допустиме навантаження АВР у нормальному режимі. Але при короткому замиканні струм може багаторазово перевищувати номінальний, тому важливо знати, який аварійний струм здатний витримати апарат.

Незалежно від категорії застосування **AC-33A або AC-33B**, стійкість АВР до струмів короткого замикання необхідно перевіряти окремо.

Стандарт **IEC 60947-6-1** містить таблиці випробувальних струмів короткого замикання залежно від номінального робочого струму  $I_e$ .

### Випробувальні струми КЗ за IEC 60947-6-1

| Номинальний робочий струм $I_e$ | Випробувальний струм КЗ                 |
|---------------------------------|-----------------------------------------|
| До 100 А включно                | 5 кА                                    |
| Понад 100 до 250 А              | 10 кА                                   |
| Понад 250 до 500 А              | 18 кА                                   |
| Понад 500 до 800 А              | 30 кА                                   |
| Понад 800 до 1300 А             | 42 кА                                   |
| Понад 1300 А                    | За погодженням виробника та користувача |

Значення з гармонізованої таблиці 6 IEC 60947-6-1 для випробувань за відповідних умов. Вони не є автоматично гарантованими характеристиками кожного АВР.

У документації виробника важливо розрізняти два параметри:

- **$I_{cw}$**  — струм короткого замикання, який АВР витримує протягом зазначеного часу.
- **$I_q$**  — перспективний струм короткого замикання, який допускається за умови застосування визначеного виробником захисного апарата.

### Практичний приклад — Schneider Electric TransferPacT

Для **TransferPacT на 800 А категорії AC-33B** виробник наводить:

- **$I_{cw} = 25$  кА протягом 0,1 с;**
- **$I_q$  — до 200 кА** при застосуванні відповідного запобіжника.

Це показує різницю між власною короточасною стійкістю АВР та умовним струмом КЗ за наявності належного захисту. Джерело: [сертифікат IECEE CB для TransferPacT TA80/TR80](#).

Для **ASCO 7000** у документації відповідно до американського стандарту UL 1008 застосовується характеристика **WCR (Withstand and Closing Rating)**. Її не слід безпосередньо прирівнювати до  $I_q$  за IEC. [Технічні матеріали ASCO щодо WCR](#).

**Висновок:** значення струму короткого замикання в кілоперах необхідно розглядати разом із часом витримки та умовами захисту.

## Коротке замикання: читайте умови рейтингу

Для порівняння потрібні стандарт, напруга, час і умови захисту.

**I<sub>cw</sub>**
**Струм + час**

Короточасна стійкість  
за заданої тривалості та умов випробування.

**I<sub>q</sub>**
**Струм + визначений захист**

Умовний струм короткого замикання  
за погодженої виробником комбінації апаратів.

**WCR**
**Характеристика за UL 1008**

Стійкість і здатність замикання при КЗ  
за умовами конкретного рейтингу.

**I<sub>cw</sub>, I<sub>q</sub> та WCR не прирівнюють лише за однаковим числом у кА.**

Рисунок 6. I<sub>cw</sub>, I<sub>q</sub> та WCR: різні умови оцінювання.

## Що ще перевірити, крім робочого струму

Відповідність за I<sub>e</sub> — необхідна, але не єдина умова правильного вибору.

- **Електричний і механічний ресурс.** Кількість операцій під навантаженням та механічних операцій — різні характеристики. Вони мають відповідати очікуваній частоті перемикачів.
- **Умови встановлення й температура.** Розміщення в шафі, охолодження та температура мають відповідати умовам, для яких заявлено характеристики.

## Що перевірити перед остаточним вибором АВР

Перед остаточним вибором потрібно зіставити вимоги проєкту з такими даними:

| Що перевіряють                                                       | На що звертають увагу                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Номинальний струм готового АВР                                       | Чи стосується заявлене значення всього пристрою                            |
| I <sub>e</sub> за потрібної U <sub>e</sub> та категорії застосування | Чи відповідає робочий струм навантаженню за потрібних умов                 |
| Характеристики короткого замикання                                   | Значення струмів, тривалість впливу та вимоги до захисту                   |
| Ресурс                                                               | Електрична й механічна витривалість для передбаченого режиму               |
| Умови встановлення                                                   | Температурні обмеження, охолодження та можливе зниження допустимого струму |
| Документальне підтвердження                                          | Чи належать заявлені характеристики саме до вибраного виконання            |

Для початкового прикладу з навантаженням 600 А це означає: АВР на 800 А можна вважати придатним за струмом лише після перевірки того, що потрібний I<sub>e</sub> підтверджено за відповідної U<sub>e</sub>, категорії застосування та фактичних умов роботи.

## Вплив конструкції АВР на його характеристики

Контакторний АВР, АВР на автоматичних вимикачах, АВР на моторизованих перемикачах навантаження або АВР на спеціалізованих комутаційних апаратах із соленоїдним приводом можуть бути правильними рішеннями — залежно від умов застосування.

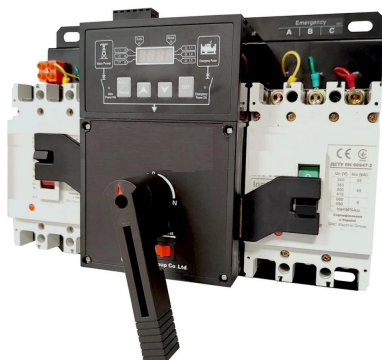


Рисунок 7. АВР на автоматичних вимикачах.

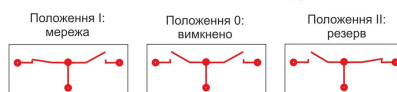


Рисунок 8. Моторизований перемикач I–0–II.

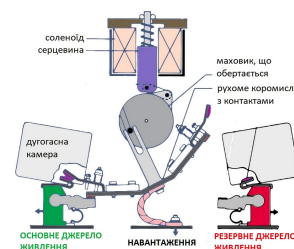


Рисунок 9. Схема соленоїдного комутаційного механізму.

**Конструктивне виконання АВР має принципове значення.** Воно впливає на швидкодію перемикання, комутаційні можливості, механічний та електричний ресурс, стійкість до коротких замикань і особливості експлуатації.

Певна конструкція може мати суттєві переваги для конкретного застосування. Оцінювати їх необхідно за підтвердженими технічними характеристиками готового АВР.

Вибір конструкції АВР визначається технічними вимогами, умовами експлуатації та економічною доцільністю рішення, з урахуванням не лише початкової вартості, а й витрат протягом строку служби.

Тому два АВР з однаковим зазначеним струмом, наприклад 800 А, не обов'язково мають однакові можливості.

**Порівнювати треба не просто амperi, а амperi за однакових умов застосування.**