

Zasady projektowania układów kompensacji mocy biernej nn.

1. Warunki cieplne

- Zakres temperatur:

Kondensatory powinny być instalowane we właściwie wentylowanych obudowach lub pomieszczeniach dla zachowania odpowiednich warunków temperaturowych (zob. poniżej zasady wentylacji oraz zasady zapewnienia właściwego odprowadzenia ciepła)

Temperatura otoczenia wokół kondensatora Varplus (do 65 kvar kl. temp. –25/D) (zgodnie z normą IEC 831) :

Maksymalna	:55°C
Średnia maksymalna w ciągu 24h	:45°C
Średnia maksymalna roczna	:35°C
Minimalna	:-25°C

- Pozycja pracy:

Kondensatory powinny być instalowane w poziomej pozycji pracy dla osiągnięcia najlepszych warunków chłodzenia (prawidłowy obieg powietrza wokół elementów)
Minimalna odległość pomiędzy dwoma kondensatorami: 25 mm.

- Kondensatory w połączeniu z dławikami ochronnymi:

Nie wolno instalować dławików poniżej kondensatorów w obudowie.
Dławiki muszą być instalowane w oddzielnej obudowie lub w tej samej, lecz w tym przypadku musi być zainstalowana przegroda oddzielająca przedział wydzielony dla kondensatorów i przedział wydzielony dla dławików.

- Zasady wentylacji dla baterii kondensatorowych:

Zasady przedstawione poniżej podane są dla (kl. temp. –25/B zgodnie z IEC 831):

Średnia temperatura w pomieszczeniu w ciągu 24h	:maks. 35°C
Średnia temperatura w pomieszczeniu roczna	:maks. 25°C

Kondensatory muszą być zatem instalowane we właściwie wentylowanym pomieszczeniu.

Straty mocy w kondensatorze (łącznie z rezystorami rozł.)	:< 0,7 W / kvar
Straty mocy kondensatorów standardowych i wzmocnionych (łącznie z bezpiecznikami, stycznikami, kablami)	:ok. 2,5 W / kvar
Straty mocy dla układu z dławikami	:ok. 7 W / kvar

Straty mocy kondensatorów muszą być wzięte pod uwagę przy doborze układu wentylacji pomieszczenia aby nie dopuścić do przekroczenia powyższych temperatur.

a) Baterie standardowe i wzmocnione, sieć 400 V 50 Hz

Poniższa tabela dotyczy obudowy o wymiarach: wys. 2000 mm i gł. 400 mm oraz maksymalnego stopnia ochrony IP 3X.

Moc (Q w kvar)		Typ chłodzenia	otwór wlotowy dla naturalnego obiegu powietrza lub min. wydajność wentylatora przy chłodzeniu wymuszonym
szer. 600 mm	szer. 800 mm		
60 kvar	90 kvar	naturalne	200 cm ²
120 kvar	180 kvar	naturalne	300 cm ²
180 kvar	210 kvar	naturalne	400 cm ²
>180 kvar	>210 kvar	wymuszone	min. wydajność wentylatora w zależności od wielkości mocy. Wentylator: $D=Q/2$ w m ³ /h

Sekcja otworów wylotowych powinna być równa conajmniej wartości 1,1 powierzchni otworu wlotowego (preferowane umieszczenie po przeciwnych stronach).
Dla stopnia ochrony większego niż IP 3X, konieczne jest zastosowanie chłodzenia wymuszonego. W tym przypadku minimalna wydajność wentylatora jest obliczana z zależności: $D = Q / 2$ w m³/h.

b) Baterie dławikowe

Baterie kondensatorów z dławikami ochronnymi muszą być zawsze chłodzone w obiegu wymuszonym.

Jak wspomniano powyżej, dławiki muszą być instalowane w oddzielnej obudowie lub w tej samej lecz w oddzielnych przedziałach: jeden dla kondensatorów i jeden dla dławików z przegrodą oddzielającą oba przedziały. Konieczne jest zatem użycie jednego wentylatora dla każdego przedziału lub każdej obudowy.

Zasady wentylacji dla obudowy lub przedziału kondensatorowego: jak wyżej (tabela)

Zasady wentylacji dla obudowy lub przedziału dławikowego:
Minimalna wydajność wentylatora: $D = 0,3 P_s$ w m³/h.
 P_s - całkowite straty mocy dławików w watach

Straty mocy dławików (częstot. rezonansowa 215 Hz, $p=5,4\%$; $n=4,3$)

Dławik 12,5 kvar, nr. kat.: 52404; straty = 80 W

Dławik 25 kvar, nr. kat.: 52405; straty = 160 W

Dławik 50 kvar, nr. kat.: 52406; straty = 300 W

Dławik 100 kvar, nr kat.:52407; straty = 340 W

Przykład:

1 Bateria dławikowa 100 kvar z dwoma członami po 25 kvar i jednym członie 50 kvar

1 szafa dla kondensatorów, styczników i bezpieczników

1 szafa (przedział) dla dławików

Straty mocy dławików : $P_s = 160 \cdot 2 + 300 = 620$ W

Zatem minimalna wydajność wentylatora wynosi $D = 0,3 \cdot 620 = 186$ m³/h.

Dla szafy z kondensatorami o wymiarach: 600 x 400 x 2000 (szer. x gł. x wys.) i stopniu IP 3X możemy zastosować chłodzenie naturalne o powierzchni otworu wlotowego 300 cm² (z tabeli) oraz powierzchni minimalnej otworu wylotowego $1,1 \cdot 300 \text{ cm}^2 = 330 \text{ cm}^2$.

2. Zabezpieczenia

- Wyłącznik (dobór wyłącznika w zależności od wartości prądu biernego baterii I_n):
 - Bateria standardowa : 1,36 I_n
 - Bateria wzmocniona : 1,50 I_n
 - Bateria dławikowa ($n=4,3$) : 1,21 I_n
- Bezpieczniki (dobór w zależności od wartości prądu biernego kondensatora I_n):
 - Kondensatory standardowe : 1,6 I_n
 - Kondensatory wzmocnione : 1,6 I_n
 - Kondensatory z dławikami ($n=4,3$) : 1,5 I_n

Typ bezpieczników: bezpieczniki wielkiej mocy (wkładki topikowe) typu gG (gL); rozm.:00

W przypadku gdy 2 człony kondensatorowe są zabezpieczone jednym zestawem bezpieczników współczynnik doboru wynosi 1,4 prądu znamionowego 2 członów kondensatorowych.

- Kable:
 - Kable muszą być dobierane conajmniej na prąd 1,5 I_n
 - I_n - prąd (bierny) kondensatora : $I_n = Q / (U_n \cdot \sqrt{3})$
 - U_n - znamionowe napięcie sieci
 - Q - moc znamionowa kondensatora przy znamionowym napięciu sieci

3. Styczniki

Do łączenia kondensatorów stosuje się styczniki o specjalnej budowie w celu zmniejszenia udaru prądu występującego przy łączeniu pojemności. Styczniki LC1-D•K marki Telemecanique są specjalnie zaprojektowane do łączenia kondensatorów.

Należy zapewnić napięcie 230 V 50 Hz dla obwodów sterowania styczników. Baterie Rectimat 2 posiadają wbudowany transformator.

4. Regulator mocy biernej: czas zwłoki i wielkość C/K

Ostrzeżenie

Czas pomiędzy kolejnymi załączeniami tego samego członu kondensatorowego musi być nastawiony na minimalną wartość 50 sekund w celu uwzględnienia czasu rozładowania kondensatora. Nie wolno ustawiać mniejszej wartości niż zalecana przez producenta ponieważ może to doprowadzić do uszkodzenia kondensatorów i styczników.

Próg wartości prądu biernego (C/K) przy którym regulator włącza pierwszy stopień (człon) baterii:

C - prąd pierwszego stopnia

K - przekładnia przekładnika prądowego

Moc pierwszego stopnia jest zawsze mniejsza lub równa pozostałym stopniom baterii.

Przykład:

Moc pierwszego stopnia: 30 kvar 400 V (3~) 50 Hz

Przekładnik prądowy: 1000 / 5 A.

$C = 30000 / (400 \cdot \sqrt{3}) = 43,3 \text{ A}$

$K = 1000/5 = 200$

$\Rightarrow C/K = 43,3 / 200 = 0,21$

5. Przekładnik prądowy

Przekładnik prądowy musi być zainstalowany powyżej baterii i odbiorów. Jeżeli pomiar napięcia dokonywany przez regulator jest między fazą L2 i L3 to przekładnik prądowy instalowany jest w fazie L1 i analogicznie przy pomiarze napięcia między fazami L1 i L2 przekładnik instalujemy w fazie L3.

Dane techniczne:

Prąd wtórny	: 5 A
Moc (min.)	: 5 VA
Dokładność	: klasa 1

6. Dobór kondensatorów w zależności od harmonicznym w sieci

Zasadnicze odbiory wprowadzające wyższe harmoniczne:

- Napędy
- Prostowniki
- Spawarki
- Świetlówki
- Przekształtniki (UPS)
- Piecze łukowe

Do doboru odpowiedniego typu urządzeń kompensacyjnych (kondensatorów, modułów kompensacyjnych lub baterii kondensatorów) potrzebna jest wielkość mocy pozornej generatorów harmonicznym (w kVA) i moc transformatora SN/nn (w kVA). Poniżej przedstawiono uproszczone kryteria doboru baterii kondensatorowych zależnie od poziomu wyższych harmonicznym.

- a) Jeżeli $G_h / S_n \leq 15\%$ \Rightarrow kondensatory standardowe
- b) Jeżeli $15\% < G_h / S_n \leq 25\%$ \Rightarrow kondensatory wzmacnione (typ H – overrated)
- c) Jeżeli $25\% < G_h / S_n \leq 60\%$ \Rightarrow kondensatory wzmacnione + dławiki ochronne (detuned type)
- c) Jeżeli $G_h / S_n > 60\%$ \Rightarrow prosimy o kontakt (filtry harmonicznym)

Uwaga:

Kondensatory wzmacnione różnią się od standardowych grubszą folią polipropylenową w celu zwiększenia wytrzymałości elektrycznej z powodu wyższych harmonicznym, napięcie znamionowe kondensatora wzmacnionego wynosi 440 V dla sieci 400 V. W układzie z dławikami stosujemy zawsze kondensatory wzmacnione i specjalnie przeznaczone do połączenia z dławikiem ze względu na wymaganą częstotliwość rezonansową układu LC.

Przykład:

- Dla sieci 400 V 50 Hz:
- Kondensatory standardowe: napięcie znamionowe kondensatora = 400 V
- Kondensatory wzmacnione: napięcie znamionowe kondensatora = 440 V
- Układ z dławikiem: kondensatory wzmacnione 440 V + dławiki dostrojone do $n=4,3$ (215Hz dla sieci 50 Hz - ochrona przed 5-tą i wyższymi harmonicznymi)

Generalne zasady zapewnienia właściwego odprowadzania ciepła w szafach rozdzielczych

Aby zaprojektować skuteczny system chłodzenia, powinny być spełnione następujące zasady:

- Różnica wysokości pomiędzy otworem wlotowym powietrza a otworem wylotowym powinna być możliwie największa aby zapewnić największą prędkość strug powietrza opływającego urządzenia
- Powierzchnia otworów wylotowych powinna być conajmniej o 10% większa niż powierzchnia otworów wlotowych powietrza
- Największy powinien być pionowy wymiar otworu wentylacyjnego
- Należy unikać przepływu powietrza pod kątem prostym i linii zygzakowatej
- Strumień chłodzącego powietrza powinien być kierowany do punktów rozdzielnic o najwyższej temperaturze
- Przy chłodzeniu wymuszonym, wentylator powinien być umieszczony w dolnej części , wprowadzając zimne powietrze do wnętrza obudowy
- Dobierając wielkość wentylatora, należy wziąć pod uwagę rzeczywisty przepływ (rzeczywisty przepływ może być wielokrotnie mniejszy niż wynikający z rozważań teoretycznych z powodu efektu przeciwciśnienia)

W sprawie bliższych informacji prosimy o kontakt.

Opr. Sławomir Zieliński (tel. 022 511 83 12)