

# Zarządzanie temperaturą w pojazdach elektrycznych



**GRZEGORZ JURCZUK**  
DZIAŁ TECHNICZNY MAHLE AFTERMARKET

ABY POJAZD ELEKTRYCZNY MÓGŁ PRACOWAĆ Z OPTYMALNĄ SPRAWNOŚCIĄ, KONIECZNE JEST UTRZYMANIE TEMPERATURY SILNIKA ELEKTRYCZNEGO, UKŁADÓW ENERGOELEKTRONICZNYCH I AKUMULATORA W ŚCIŚLE OKREŚLONYM ZAKRESIE TEMPERATUR. MOŻE TO ZAPEWNIĆ JEDYNIENIE ZAAWANSOWANY SYSTEM ZARZĄDZANIA TEMPERATURĄ

## Obwód bazujący na czynniku chłodniczym

Obwód systemu bazującego na czynniku chłodniczym (rys. 1) składa się z następujących głównych komponentów: skraplacz, parownik i akumulator (ogniwa akumulatorowe, płyta chłodząca i elektryczny dogrzewacz). Zasilany jest przez obieg czynnika chłodniczego układu klimatyzacji i sterowany osobno przez zawory i czujniki temperatury. Opis funkcjonowania poszczególnych komponentów znajduje się w dalszej części artykułu.

## Obwód bazujący na chłodziwie i czynniku chłodniczym

Im mocniejsze akumulatory, tym bardziej celowe jest zastosowanie stosunkowo złożonego układu chłodzenia opartego na chłodziwie i czynniku chłodniczym (rys. 2). Cały układ podzielony jest na kilka obiegów, z których każdy ma własną chłodnicę niskotemperaturową, pompę chłodziwa, termostat i zawór odcinający dopływ chłodziwa. Obieg czynnika chłodniczego systemu klimatyzacji jest również zintegrowany z tym systemem za pośrednictwem specjalnego wymiennika ciepła. Wysokonapięciowy (HV – high voltage) grzejnik chłodziwa zapewnia odpowiednią temperaturę akumulatora przy niskich temperaturach zewnętrznych.

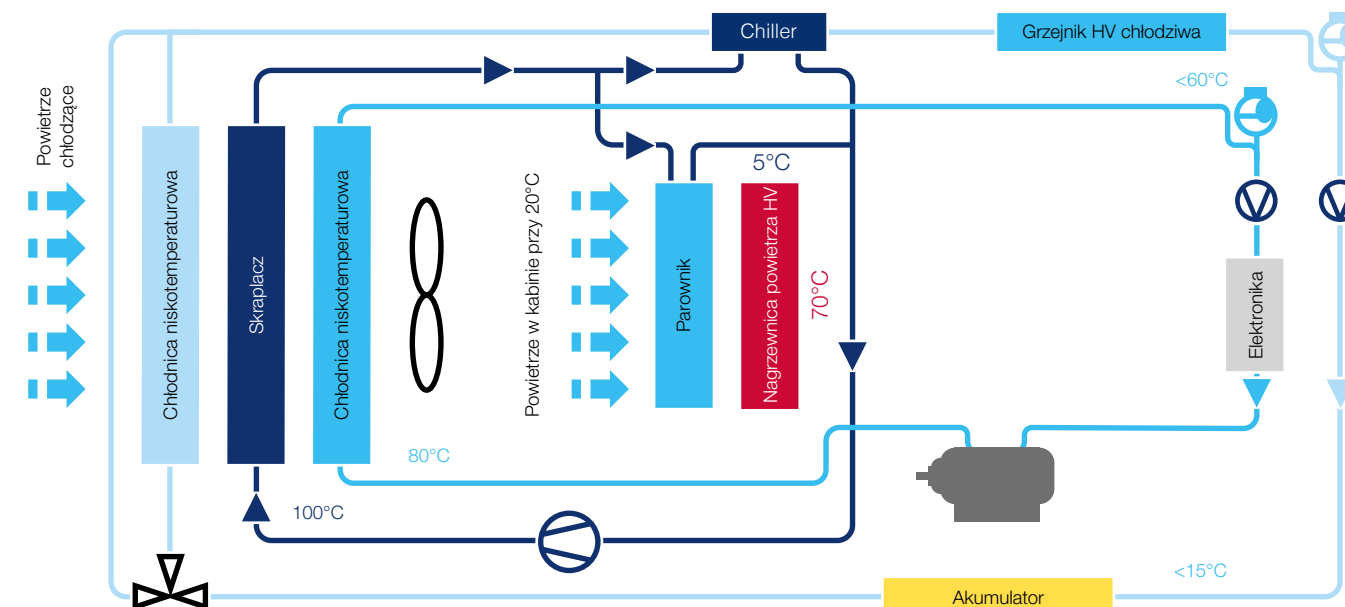
Temperatura płynu chłodzącego silnik elektryczny i układu energoelektronicznego jest utrzymywana poniżej 60°C w oddzielnym obiegu (wewnętrzny obieg na rysunku) za pomocą niskotemperaturowej chłodnicy. Aby uzyskać pełną moc i zapewnić maksymalną trwałość akumulatora, należy utrzymywać temperaturę płynu chłodzącego akumulator w przedziale od około 15°C do 30°C. Jeśli temperatury są zbyt niskie, chłodziwo jest podgrzewane przez dogrzewacz wysokonapięciowy. Z kolei przy zbyt wysokich – płyn chłodzący jest schładzany przez chłodnicę niskotemperaturową. Jeśli to nie wystarczy, płyn jest dalej chłodzony za pomocą wymiennika ciepła (chłodziarki / chillera), zintegrowanego zarówno z obiegiem chłodziwa, jak i obiegiem czynnika chłodniczego. W takim przypadku

czynnik chłodniczy układu klimatyzacji przepływa przez chłodziarkę, aby nadal obniżyć temperaturę chłodziwa również cyrkulującego przez ten podzespół. Cały proces regulacji jest realizowany za pomocą poszczególnych termostatów, czujników, pomp i zaworów.

### Opis podzespołów

#### ■ Akumulator wysokiego napięcia

Akumulator wysokiego napięcia (akumulator HV) jest – obok silnika elektrycznego – jednym z kluczowych elementów pojazdu elektrycznego. Składa się z połączonych ze sobą modułów bateryjnych, które z kolei składają się z ogniw. Akumulatory oparte są zazwyczaj na technologii litowo-jonowej i charakteryzują się wysoką gęstością energii. Ze względu na malejącą intensywność reakcji chemicznej spraw-



RYŚ. 2. OBWÓD BAZUJĄCY NA CHŁODZIWIE I CZYNNIKU CHŁODNICZYM (LUB POŚREDNIE CHŁODZENIE AKUMULATOROWE)

ność akumulatora znacznie spada w temperaturach poniżej 0°C. W temperaturach powyżej 30°C proces starzenia mocno przyspiesza, a w temperaturach powyżej 40°C może dojść do uszkodzenia akumulatora. Aby osiągnąć jak najdłuższą żywotność i sprawność, akumulator musi być eksploatowany w określonym zakresie temperatur.

#### ■ Chiller

Chłodziarka to specjalny wymiennik ciepła podłączony zarówno do obiegu chłodziwa, jak i do obiegu czynnika chłodniczego, co pozwala na dodatkowe obniżenie temperatury chłodziwa przez czynnik chłodniczy z układu klimatyzacji. Dzięki temu akumulator może być w razie potrzeby chłodzony pośrednio przez układ klimatyzacji. W tym celu chłodziwo z obiegu wtórnego przepływa przez płyty chłodzące akumulatora. Po pobraniu ciepła medium chłodzące jest schładzane do temperatury początkowej w chłodziarce. Obniżenie temperatury w chłodziarce następuje przez odparowanie innego czynnika chłodniczego cyrkulującego w obiegu pierwotnym.

#### ■ Chłodnica niskotemperaturowa

Temperatura płynu chłodzącego silnik elektryczny i układów energoelektronicznych jest utrzymywana poniżej 60°C w oddzielnym obiegu chłodzącym za pomocą chłodnicy niskotemperaturowej.

#### ■ Wysokonapięciowy dogrzewacz chłodziwa

Jeśli temperatury są zbyt niskie, chłodziwo jest podgrzewane przez elektryczny dogrzewacz wysokonapięciowy. Jest on zintegrowany z obiegiem chłodziwa.

#### ■ Dogrzewacz elektryczny

W pojazdach elektrycznych nie występuje ciepło odpadowe z silnika, które byłoby przenoszone na chłodziwo. Konieczne jest więc ogrzewanie kabiny za pomocą dogrzewacza elektrycznego umieszczonego w systemie wentylacyjnym.

#### ■ Termostat

Termostaty (elektryczne lub mechaniczne) utrzymują temperaturę chłodziwa na stałym poziomie.

#### ■ Chłodnica akumulatora

Z każdej strony płyt chłodzących znajduje się jeden segment akumulatorowy. Segmenty akumulatorowe i płyty chłodzące tworzą trwale połączony moduł akumulatorowy. W przypadku bezpośredniego chłodzenia akumulatora przez płyty chłodzące przepływa czynnik chłodniczy systemu klimatyzacji. W przypadku pośredniego chłodzenia akumulatora przez płyty chłodzące przepływa chłodziwo. Jeśli wydajność chłodzenia nie wystarcza do pośredniego chłodzenia akumulatora, chłodziwo może być dodatkowo chłodzone przez chłodziarkę. Chłodziarka jest specjalnym wymiennikiem ciepła, służącym do pośredniego chłodzenia akumulatorów i zintegrowanym zarówno z obiegiem chłodziwa, jak i z obiegiem czynnika chłodniczego.

Chłodziarka jest specjalnym wymiennikiem ciepła, służącym do pośredniego chłodzenia akumulatorów i zintegrowanym zarówno z obiegiem chłodziwa, jak i z obiegiem czynnika chłodniczego.

#### ■ Zawór odcinający

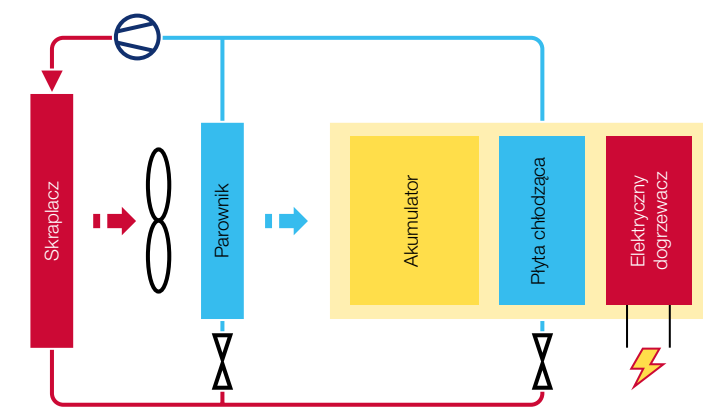
Zawory odcinające są sterowane elektrycznie i w razie potrzeby otwierają lub zamykają części obwodu chłodziwa/cynnika chłodniczego lub łączy ze sobą kilka obwodów.

#### ■ Układ energoelektroniczny

Jego zadaniem w pojeździe jest sterowanie silnikami elektrycznymi, komunikacja z układem sterowania pojazdu i diagnostyka napędu. Układ energoelektroniczny (zwany też elektroniką mocy) składa się z reguły ze sterownika elektronicznego, falownika i przetwornicy DC/DC. Aby układ energoelektroniczny mógł być utrzymywany w określonym zakresie temperatur, musi być podłączony do układu chłodzenia/ogrzewania pojazdu.

#### ■ Skraplacz

Skraplacz jest potrzebny do chłodzenia czynnika chłodniczego rozgrzanego wskutek sprężenia w kompresorze. Gorący gazowy czynnik chłodniczy wpływa do skraplacza i oddaje ciepło do otoczenia przez przewód rurowy i blaszki (lamelle). →



RYŚ. 1. OBWÓD BAZUJĄCY NA CZYNNIKU CHŁODNICZYM