

## Sterowania

### Przełącznikowe

Jeszcze kilka lat temu przełącznikowe systemy sterowania były powszechne w prawie wszystkich agregatach prądowórczych. Mogą one być przeznaczone do zapewnienia albo ręcznego, albo w pełni automatycznego uruchamiania plus podstawowych funkcji zabezpieczenia generatora. Mogą one zwierać wystarczające wyposażenie do spełniania przepisów lokalnych dla agregatów prądowórczych.

Systemy przełącznikowe (patrz **Rysunek 4-17**) sterują rozruchem silnika oraz funkcjami operacyjnymi, monitorują funkcje silnika i alternatora pod względem niesprawności i pracy poza specyfikacją, oraz zapewniają pomiary i powiadomianie przez interfejs użytkownika. Takie funkcje, jak regulacja napięcia alternatora, są realizowane przez oddzielną płytkę obwodów regulatora napięcia AVR. Podobnie, oddzielny obwód sterownika obsługuje elektroniczną regulację silnika agregatu i inne urządzenia opcjonalne. Istnieje szereg dostępnych funkcji opcjonalnych dla poprawienia osiągnięć i kontroli dla dodania funkcjonalności dla zadań specjalnych, takich, jak interfejs do urządzeń podłączanych równolegle oraz do monitorowania dodatkowych funkcji urządzeń, takich, jak zbiorniki paliwowe, układ chłodzenia lub akumulatory.



**Rysunek 4.17.** Pulpit Interfejsu Sterowania Dwuprzewodowego.

Niektóre agregaty prądowórcze są wyposażone w hybrydowe układy sterowania przełącznikowo / półprzewodnikowe (patrz **Rysunek 4-18**). Te regulacje zapewniają większą funkcjonalność, niż układy czysto przełącznikowe, ale są nadal ograniczone w swojej zdolności zapewniania kompleksowego sterowania lub interfejsów operacji zaawansowanych.



**Rysunek 4-18.** Pulpit Interfejsu Sterowania Detector 12.

### Elektroniczne (mikroprocesorowe)

Zapotrzebowania dzisiejszego dnia na wysoki poziom osiągnięć, zwiększoną funkcjonalność, sterowanie skomplikowanymi systemami i interfejsy sieciowe wymagają wydajności mikroprocesorów układów sterowania. Czasy mikroprocesorów i komputerów umożliwiły opracowanie całkowicie zintegrowanych, elektronicznych sterowań mikroprocesorowych, takich, jak seria sterowań Power Command (patrz **Rysunek 4-19**) z Cummins Power Generation. System Power Command integruje funkcje obsługi silnika, sterowania alternatora i monitorowania w pełni wyposażonego systemu przełącznikowego, plus regulację elektroniczną i regulację napięcia, wraz z wieloma dodatkowymi funkcjami i możliwościami. Pełne monitorowanie charakterystyk wyjścia elektrycznego, mocy kW i kVA, zbyt wysokie i niskie napięcie, odwrócenie mocy i więcej, umożliwia całkowite sterowanie systemu wytwarzania energii.

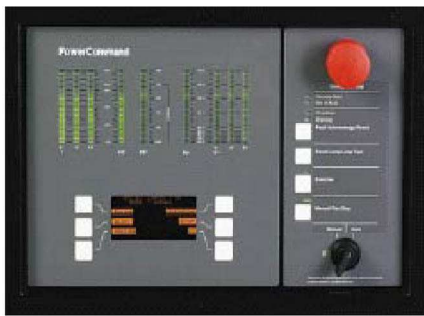


**Rysunek 4-19.** System mikroprocesorowy Power Command.

© 2004 Cummins Power Generation. Wszystkie kopie są niekontrolowane.

## Elektronika „Pełnej Władzy”

Zaawansowane konstrukcje silnika zawierają skomplikowane systemy doprowadzania paliwa, sterowania czasem zapłonu lub wtrysku oraz aktywne monitorowanie osiągnięć i regulacje. Te systemy i funkcje są wymagane dla uzyskania oszczędności paliwa i niskich emisji spalin. Silniki „Pełnej Władzy”, jak są one często nazywane, wymagają również skomplikowanych układów mikroprocesorowych do obsługi i kontroli tych funkcji. Bardziej zaawansowana wersja sterowania Power Control zawiera zdolność dynamicznego sterowania silnikiem z cechami i funkcjonalnością poprzednio wspomnianej wersji, plus wiele funkcji dodatkowych (patrz **Rysunek 4-20**). W agregatach prądowłórczych z Silnikami „Pełnej Władzy”, tego rodzaju zaawansowany system sterowania jest integralną częścią pakietu silnik-generator i nie ma w nich miejsca dla przekaźnikowych lub innych systemów sterowania.



**Rysunek 4-20.** Elektronika Pełnej Władzy Power Command

### Opcje sterowania

Opcjonalne urządzenia dla elektronicznych systemów sterowania zawierają wszystkie funkcje potrzebne dla sterowania i monitorowania dla wzajemnego równoległego łączenia wielu agregatów prądowłórczych oraz łączenia do sieci. Dostępne są również nadające się do unowocześnienia sterowania równoległego typu pośredniego.

Dostępna możliwość interfejsu sieciowego dla tych rodzajów sterowań może być ważną cechą, którą należy rozważyć jako wyposażenie opcjonalne. Możliwości sieciowe zapewniają zdalne monitorowanie i sterowanie agregatem prądowłórczym, jak również integrację z systemami automatyki budynku i zasilania.

Dostępne są również opcjonalne pakiety przekaźnikowe dla sterowania urządzeniami peryferyjnymi.

## Akcesoria i Opcje

### Zabezpieczenia systemu i powiadamiania

Przekaźnikowe systemy sterowania i monitorowania dostępne w wielu agregatach prądowłórczych mogą zawierać wiele alarmów ostrzegania i zatrzymywania dla zabezpieczenia silnika/generatora. Zwykle potrzebne są urządzenia opcjonalne dla monitorowania lub zdalnego powiadamiania, jak również pomiarów prądu zmiennego AC na agregacie. Dodatkowe urządzenia są wymagane, jeżeli pożądana jest komunikacja sieciowa, ale są to zwykle możliwości ograniczone. Przy dodaniu złożonych wymagań elektronicznego sterowania silnika i alternatora, plus podwyższonych poziomów danych diagnostycznych i obsługowych, systemy te mogą omijać ograniczenia tych rodzajów systemów sterowania.

Elektroniczne systemy sterowania i monitorowania, które są często standardowym wyposażeniem wielu agregatów prądowłórczych, zawierają pełen zestaw wbudowanych alarmów ostrzegania i zatrzymywania dla zabezpieczenia urządzeń silnika/generatora i przekazywania tych alarmów. Niektóre z tych alarmów są wybieralne lub programowalne przez odbiorcę. Wszystkie alarmy mogą być wyświetlane na pulpicie sterowania lub w miejscu zdalnym. Zdalne powiadamianie jest realizowane różnymi środkami:

1. Przez wyjścia styków przekaźnika dla alarmów wspólnych lub indywidualnych.
2. Poprzez panele powiadamiania specjalnie zaprojektowane dla systemu sterowania, sterowane różnymi rodzajami interfejsów sieciowych.
3. Komunikacja poprzez Sieć Lokalną lub połączenia modemowe dla zdalnego monitorowania lokalizacji za pomocą oprogramowania PC.

Przepisy mogą wymagać różnych poziomów powiadamiania dla różnych rodzajów zastosowań. Krytycznie Ważne dla Bezpieczeństwa Życia (U.S. NFPA 110 Poziom 1) lub wszystkie inne awaryjne/czuwające (U.S. NFPA 110 Poziom 2) oraz równoważne przepisy podają minimalne powiadamianie wymagane dla tych zastosowań. Inne przepisy mogą również mieć specjalne wymagania. Patrz obowiązujące przepisy indywidualne dla wymagań powiadamiania.

Sterowanie Power Command z Cummins Power Generation jest zaprojektowane tak, by spełniało lub przekraczało te rodzaje wymagań, jak i wielu innych norm (Szczegóły sterowania Power Control – patrz arkusz specyfikacji).

### Automatyczne odłączniki linii – sieci.

W agregatach prądowłórczych mogą być zastosowane automatyczne odłączniki obwodu, zarówno kompaktowe (w obudowach odlewanych), jak i typu elektroenergetycznego. Odłączniki kompaktowe są generalnie dostępne jako montowane bezpośrednio na agregatach prądowłórczych. Jednakże, wiele automatycznych odłączników obwodu trzeba montować w oddzielnej obudowie mocowanej na ścianie lub podstawie. Rozmiary ich mogą być od 10 do 2500 amperów i nadają się do mocowania w skrzynce wyjściowej bezpośrednio na agregacie prądowłórczym. Odłączniki elektroenergetyczne są dostępne w rozmiarach od 800 do 4000 amperów i są większe, szybciej działające, i znacznie bardziej kosztowne, niż odłączniki kompaktowe. Odłączniki elektroenergetyczne są zwykle montowane na wolnostojącym pulpicie przy agregacie prądowłórczym, zamiast na agregacie, z powodu ich rozmiaru i wrażliwości na uszkodzenia od drgań. Gdy w projekcie potrzebne są odłączniki linii – sieci, specyfikacja projektu powinna również zawierać rodzaj odłącznika, typ zespołu wyzwalania, oraz wartość znamionową (ciągłą lub nieciągłą). Więcej informacji dotyczących doboru odłączników obwodu – patrz Projekt Elektryczny.

Wyłączniki kompaktowe (w obudowach odlewanych): W przypadkach, w których pożądane są środki odłączania, ale zabezpieczenie dla generatora lub przewodów nie jest wymagane (np. to zabezpieczenie jest zapewniane przez AmpSentry lub poprzez zastosowanie generatora samo-wzbudnego), zamiast automatycznego odłącznika obwodu jest często stosowany wyłącznik kompaktowy. Te wyłączniki mają te same styki i mechanizmy wyłączające, jak automatyczne odłączniki obwodu, ale nie mają wykrywania prądu wyzwalania. Ten wyłącznik zapewni również miejsce podłączenia i przyłącza do podłączenia przewodów.

Skrzynki wejściowe: Skrzynka wejściowa jest zasadniczo skrzynką automatycznego odłącznika obwodu, bez odłącznika obwodu CB. Jeżeli nie jest potrzebny lub wymagany automatyczny odłącznik obwodu, skrzynka wejściowa zapewnia dodatkowe miejsce dla wejścia, układania i podłączenia przewodów.

Wielokrotne automatyczne odłączniki obwodu: Odłączniki wielokrotne są często wymagane i są dostępne w fabryce na większości agregatów prądowłórczych. Dostępnymi opcjami standardowymi są dwa montowane automatyczne odłączniki obwodu (z wyjątkiem największych alternatorów). Na niektórych alternatorach i agregatach prądowłórczych jest po

prostu niepraktyczne, lub nie ma miejsca na zamontowanie obudów automatycznych odłączników obwodów. Konsultować się z przedstawicielami producenta w sprawie dostępności na danym urządzeniu. Mogą być rozważane specjalne zamówienia dla mocowania na niektórych agregatach prądowłórczych trzech lub więcej automatycznych odłączników obwodu, ale zwykle pociąga to stosowanie mocowanego na ścianie lub wolnostojącego pulpitu rozdzielczego.

### Akumulatory i zasilacze ładowania akumulatorów

Może najbardziej krytycznym pod-systemem agregatu prądowłórczego jest układ akumulatorów dla uruchamiania silnika i sterowania agregatem prądowłórczym. Prawidłowy dobór i obsługa konserwacyjna akumulatorów i zasilaczy ładowania akumulatorów jest bardzo ważny dla niezawodności systemu.

System ten składa się z akumulatorów, stojaków akumulatorów, zasilacza ładowania akumulatorów zasilanego z normalnego źródła energii elektrycznej podczas czuwania, oraz napędzanego silnikiem alternatora ładującego akumulatory, który doładowuje akumulatory i zapewnia prąd stały DC dla systemu sterowania, gdy agregat prądowłórczy pracuje.

Gdy agregaty prądowłórcze są połączone równolegle, zespoły akumulatorów dla poszczególnych agregatów prądowłórczych są często łączone równolegle dla zapewnienia energii sterowania dla systemu równoległego. Zawsze należy się konsultować z producentem systemu równoległego w celu określenia prawidłowości systemu zasilania sterowania silnika dla tej pracy, ponieważ spadek napięcia zespołu akumulatorów może zakłócić pewne systemy sterowania równoległego i wymaga stosowania oddzielnych akumulatorów dla każdej stacji urządzeń równoległych.

Akumulatory powinny być umieszczane możliwie blisko agregatu prądowłórczego w celu zminimalizowania rezystancji obwodu rozruchowego. Lokalizacja powinna umożliwiać łatwą obsługę akumulatorów i zminimalizowanie narażenia na wodę, pył i olej. Obudowa akumulatorów musi umożliwiać dostateczną wentylację, tak, by gazy wybuchowe wydostające się z akumulatorów mogły się rozprasać. Przepisy w strefach sejsmicznych wymagają stojaków dla akumulatorów, które mają specjalne cechy dla uniknięcia rozlewania elektrolitu akumulatorowego i pęknięcia podczas trzęsień ziemi.

Projektant systemów powinien podać rodzaj układu akumulatorów (zwykle ograniczony do kwasowo-olowiowych lub NiCd, jak wyjaśniono poniżej) oraz pojemność układu akumulatorów. Wymagana pojemność układu akumulatorów zależy od rozmiaru silnika (pojemności skokowej), minimalnej ilości płynu

chłodzącego, oleju smarującego i spodziewanych temperatur akumulatorów (patrz Czuwające Urządzenia Grzewcze dla Agregatów Prądotwórczych, poniżej), lepkości oleju smarującego zalecanej przez producenta silnika, oraz wymaganej liczby i czasu trwania cykli rozruchu (Zakręcania)<sup>1</sup>. Na podstawie tych informacji dostawca agregatu prądotwórczego powinien być w stanie podać zalecenia.

Akumulatory kwasowo-ołowiowe są najczęściej wybieranym rodzajem akumulatorów dla agregatów prądotwórczych. Są one względnie ekonomiczne i zapewniają dobrą pracę w temperaturach otoczenia od 0°F (-18°C) do 100°F (38°C). Akumulatory kwasowo-ołowiowe mogą być doładowywane tradycyjnymi zasilaczami do ładowania akumulatorów, które mogą być mocowane na ścianie przy agregacie prądotwórczym lub w automatycznym przełączniku przesyłu (jeżeli agregat prądotwórczy NIE jest częścią systemu równoległego). Zasilacz ładujący powinien być dobrany rozmiarem do doładowywania zespołu akumulatorów przez około 8 godzin, jednocześnie zasilając wszystkie sterowania systemu.

Akumulator kwasowo-ołowiowy może być typu szczelnego „bezobsługowego” lub typu zalewanego komór (sucho-ładowane). Akumulatory bezobsługowe wytrzymują lepiej pomijanie obsługi, ale nie są tak łatwo monitorowane i konserwowane, jak akumulatory sucho-ładowane (z zalewanymi komorami).

Akumulatory kwasowo-ołowiowe muszą być ładowane w miejscu pracy przed ich pierwszym użyciem. Nawet akumulatory bezobsługowe nie zachowują ładunku nieskończenie. Akumulatory sucho-ładowane (z zalewanymi komorami) wymagają zalania elektrolitem w miejscu pracy i będą osiągać około 50% stanu pełnego naładowania krótko po wlianiu elektrolitu do akumulatora.

Systemy akumulatorów NiCd (niklowo-kadmowych) są często podawane, gdy spodziewane są wyjątkowo niskie lub wysokie temperatury otoczenia, ponieważ ich osiągi są mniej podatne na skrajne temperatury, niż akumulatory kwasowo-ołowiowe. Systemy akumulatorów NiCd są znacznie bardziej kosztowne, niż akumulatory kwasowo-ołowiowe, ale mają dłuższą trwałość.

Główną wadą systemów akumulatorów NiCd jest to, że ich usuwanie może być trudne i kosztowne, ponieważ materiały akumulatora są uważane za niebezpieczne. Akumulatory NiCd wymagają również specjalnych zasilaczy ładujących w celu

<sup>1</sup> Zastosowania NFPA 110 wymagają albo dwóch ciągłych 45-sekundowych cykli rozruchu - zakręcania z okresem odpoczynku pomiędzy nimi, albo dwóch cykli po trzy 15-sekundowe okresy rozruchu - zakręcania z odpoczynkiem 15 sekund pomiędzy nimi.

doprowadzenia ich do poziomu pełnego naładowania. Te zasilacze muszą być wyposażone w filtry w celu zmniejszenia „pulsacji zasilacza”, które mogą uszkodzić systemy sterowania silnika i generatora.

### Układy wydechowe i tłumiki

Dwa główne elementy kierują doбором układu wydechowego i tłumika, poziom hałasu oczywiście, oraz przejmowanie względnego przemieszczenia układu wydechowego względem agregatu prądotwórczego.

Przepisy lub preferencje dotyczące hałasu są głównymi czynnikami kierującymi doбором tłumika. Dobory układu wydechowego zależą również oczywiście od tego, czy agregat prądotwórczy znajduje się wewnątrz, czy na zewnątrz budynku. Zewnętrzna obudowa zabezpieczająca przed warunkami atmosferycznymi dostarczana przez producenta agregatu prądotwórczego będzie zwykle posiadała różne opcje tłumika i zwykle będzie miała tłumik zamontowany na dachu. Opcje tłumika są często klasyfikowane jako przemysłowe, do terenów zamieszkałych lub krytyczne, zależnie od ich stopnia tłumienia. Obudowy akustyczne zwykle zawierają zintegrowany system tłumika jako część całego pakietu akustycznego. W celu uzyskania dalszych informacji o hałasie i zrozumienia poziomów dźwięku – patrz Rozdział VI **Projekt Mechaniczny**.

Kluczowym elementem dotyczącym całego układu wydechowego jest fakt, że agregat prądotwórczy wibruje, tzn. przemieszcza się względem konstrukcji, w której jest zabudowany. W związku z tym wymagany jest element elastyczny rury wydechowej u wylotu spalin z agregatu prądotwórczego. Systemy wewnętrzne z długimi przebiegami rury wydechowej będą również wymagały odstępów dla rozszerzania w celu uniknięcia uszkodzenia zarówno układu wydechowego, jak i kolektorów wydechowych silnika lub turboładowarek.

Inną sprawą do rozważenia dla urządzeń układu wydechowego jest pomiar temperatur gazów wydechowych. Układ wydechowy silnika może być wyposażony w termopary i urządzenia monitorujące dla dokładnego pomiaru temperatury wydechu silnika dla celów diagnostyki lub dla zweryfikowania, czy silnik pracuje przy poziomie obciążenia wystarczającym dla uniknięcia problemów pracy przy lekkim obciążeniu. W celu uzyskania dalszych informacji patrz Załącznik E. *Obsługa Konserwacyjna i Serwisowa*.

## Obudowy (Zadaszenia)

Obudowy mogą być generalnie klasyfikowane do trzech rodzajów, chroniące przed wpływami pogody (zwane czasami jako ściśle przylegające), akustyczne i obudowy wejściowe. Te nazwy są w większości samo-objaśniające.

Chroniące przed wpływami pogody: Zwane czasami jako ściśle przylegające, te obudowy chronią i mogą zabezpieczać agregat prądotwórczy, często są dostępne z zamkami. Wbudowane żaluzje lub płyty perforowane umożliwiają wentylującą i chłodzący przepływ powietrza. Uzyskane jest niewielkie lub żadne tłumienie dźwięku, a czasami mogą dodawać hałas wywoływany drganiami. Te rodzaje obudów nie będą zatrzymywać ciepła ani utrzymywać temperatury powyżej otaczającej.

Akustyczne: Obudowy tłumiące dźwięki są klasyfikowane na podstawie tłumienia pewnej ilości hałasu lub opublikowanych wartości dźwięku zewnętrznego. Poziomy hałasu muszą być podawane dla podanej odległości, a dla porównywania poziomów hałasu wszystkie muszą być przetworzone na tą samą odległość podstawową. Tłumienie dźwięku wymaga pewnego materiału i miejsca, które muszą być uwzględniane w rysunkach obrysowych zawierających informacje o prawidłowej obudowie akustycznej.

Podczas gdy niektóre z tych konstrukcji obudów będą wykazywały pewne zdolności izolacyjne dla utrzymywania ciepła, nie jest to ich przeznaczeniem projektowym. Jeżeli wymagane jest utrzymywanie temperatur powyżej temperatur otoczenia, potrzebna jest obudowa wejściowa.

Obudowa wejściowa: Ten termin obejmuje szeroki zakres obudów, które są budowane indywidualnie według indywidualnych specyfikacji odbiorcy. Zawierają one często tłumienie dźwięku, urządzenia przełączania mocy i monitorowania, oświetlenie, systemy przeciwpożarowe, zbiorniki paliwa, oraz inne urządzenia. Te rodzaje obudów są budowane zarówno jako opadające, jednoczęściowe, jak i zintegrowane zespoły z dużymi drzwiami lub zdejmowanymi płytami dla dostępu serwisowego. Te obudowy mogą być budowane z izolacją i możliwością ogrzewania.

Regiony nadmorskie: Inną sprawą do rozważenia w sprawach obudów jest pytanie, czy zespół znajduje się w regionie nadmorskim. Region nadmorski jest określany jako znajdujący się w odległości do 60 mil od zbiornika słonowodnego. W tych

miejskach obudowy stalowe, nawet, jeżeli są specjalnie powlekane, podstawy, zbiorniki paliwa, itp są bardziej podatne na korozję powodowaną wpływem słonej wody. W regionach nadmorskich zalecane są opcjonalne aluminiowe obudowy agregatów prądotwórczych (jeśli są oferowane).

**Uwaga:** Umieszczanie wewnątrz budynków obudów przeznaczonych do stosowania na zewnątrz budynków nie jest zalecaną praktyką z dwóch głównych powodów. Pierwszy, obudowy akustyczne stosują nadmierne ograniczenia wydajności wentylatorów w celu uzyskania zredukowania dźwięków pochodzących od wentylacji. W związku z tym nie może być ograniczeń dla wszelkich przewodów powietrznych, żaluzji lub innych urządzeń, które niezmiennie powodują ograniczenia. Drugi, układy wydechowe obudów przeznaczonych do użytkowania na zewnątrz niekoniecznie są układami szczelnymi, np. posiadają one połączenia zaciskane, suwliwe, zamiast połączeń gwintowanych lub kołnierzowych. Te mocowania zaciskowe mogą umożliwić wydostawanie się spalin do pomieszczenia.

## Alternatywne konfiguracje chłodzenia i wentylacji

Silniki chłodzone płynem s chłodzone poprzez pompowanie płynu chłodzącego (mieszaniny wody i środka przeciw zamarzaniu) przez kanały w bloku silnika i głowicach, za pomocą pompy napędzanej od silnika. Silnik, pompa i chłodnica lub wymiennik ciepła typu płyn-płyn tworzą zamknięty, ciśnieniowy układ chłodzenia. Zaleca się, by, gdzie jest to możliwe, agregat zawierał tego rodzaju montowaną w fabryce chłodnicę dla chłodzenia silnika i wentylacji. Wynikiem tej konfiguracji jest najniższy koszt, najlepsza niezawodność systemu i najlepsze osiągi ogólne systemu. Ponadto, producent takich agregatów prądotwórczych może wykonać test prototypu w celu zweryfikowania osiągnięć systemu.

Klasyfikacje układu chłodzenia: Większość agregatów prądotwórczych Cummins Power Generation posiadają opcjonalne klasy układu chłodzenia dostępne w montowanych fabrycznie modelach chłodnic. Często są dostępne układy chłodzenia są zaprojektowane do pracy w temperaturze otoczenia 40°C i 50°C. Sprawdzić poszczególne arkusze specyfikacji w celu sprawdzenia osiągnięć lub dostępności. Te klasy mają związane z nimi maksymalne zdolności ograniczenia statycznego. W celu uzyskania dalszych informacji w tym temacie – patrz Wentylacja w rozdziale *Projekt Mechaniczny*.

*Uwaga: Ostrożnie traktować porównywanie klasyfikacji układów chłodzenia, gdy ta klasyfikacja oparta jest temperaturze otoczenia, a nie powietrza w chłodnicy. Klasyfikacja powietrza w chłodnicy ogranicza temperaturę powietrza wpływającego do chłodnicy i nie pozwala na wzrost temperatury powietrza z powodu wydzielanej energii cieplnej silnika i alternatora. System klasyfikacji oparty na otoczeniu zalicza ten wzrost temperatury do zdolności chłodzenia.*

Alternatywy chłodzenia zdalnego: W niektórych zastosowaniach, ograniczenie przepływu powietrza może być zbyt duże, na przykład z powodu długich przebiegów duktów, by napędzany silnikiem wentylator chłodnicy zapewnił przepływ powietrza wymagany dla chłodzenia i wentylacji. W takich zastosowaniach, oraz tam, gdzie problemem jest hałas wentylatora, należy rozważyć zdalną chłodnicę lub wymiennik ciepła typu płyn-płyn. W tych zastosowaniach, nadal wymagane są przepływy dużych objętości powietrza wentylującego dla usuwania ciepła odprowadzanego przez silnik, generator, tłumik, rurociąg wydechowy i inne urządzenia, tak, by utrzymywać temperaturę pomieszczenia generatora na odpowiednich poziomach dla prawidłowego działania systemu.

Chłodnica zdalna: Konfiguracja zdalnej chłodnicy wymaga starannego zaprojektowania systemu dla zapewnienia odpowiedniego chłodzenia silnika. Szczególną uwagę należy przykładac do takich szczegółów, jak tarcie i ograniczenia ciśnienia statycznego pompy płynu chłodzącego silnika oraz do prawidłowego odpowietrzania, napełniania i usuwania płynu chłodzącego, jak również zbierania wszelkich wycieków środka przeciw zamarzaniu.

Wymiennik ciepła: Konfiguracja wymiennika ciepła typu płyn-płyn wymaga szczególnej uwagi dla zaprojektowania systemu, który zapewni medium do chłodzenia wymiennika ciepła. Trzeba zauważyć, że miejscowe przepisy ochrony wód i środowiska mogą nie pozwalać na używanie wody miejskiej jako medium chłodzącego, oraz że w regionach o zagrożeniu sejsmicznym, podczas trzęsienia ziemi dostawa wody miejskiej może być przerwana.

W celu uzyskania dalszych szczegółowych informacji dotyczących alternatyw chłodzenia – patrz rozdział *Projekt Mechaniczny*.

#### **Systemy utrzymywania poziomu oleju smarującego:**

Systemy utrzymywania poziomu oleju smarującego mogą być pożądane dla zastosowań, w których agregat prądotwórczy pracuje w warunkach zasilania głównego, lub w zastosowaniach nie nadzorowanego czuwania, gdy agregat może pracować dłużej, niż

normalna ilość godzin. Systemy utrzymywania poziomu oleju smarującego nie wydłużają czasokresów wymiany oleju w agregacie prądotwórczym, jeśli nie są również dodane specjalne filtrowania.

#### **Czuwające urządzenia grzewcze dla agregatów prądotwórczych**

Zimny start i przyjmowanie obciążenia: Ważnym punktem do rozważenia przez projektanta systemu jest czas, który potrzebuje system zasilania awaryjnego lub czuwającego dla wykrycia awarii zasilania, uruchomienia agregatu prądotwórczego i przesłania zasilania. Niektóre przepisy i normy dla awaryjnych systemów zasilania wymagają, by agregat prądotwórczy był zdolny do przejmowania całego obciążenia awaryjnego w ciągu dziesięciu sekund od awarii zasilania. Niektórzy producenci agregatów prądotwórczych ograniczają osiągi zimnego startu do wartości procentowej wartości czuwania agregatu prądotwórczego. Ta praktyka zakłada, że w wielu zastosowaniach tylko część wszystkich obciążeń, które mogą być podłączane, są obciążeniem awaryjnym (mniej ważne obciążenia mogą być podłączone później), oraz, że – trudno jest uruchamiać i uzyskiwać przyjęcie pełnego obciążenia w agregatach prądotwórczych napędzanych silnikami wysokoprężnymi.

Kryteria projektowania Cummins Power Generation dla zimnego uruchamiania i przyjmowania obciążenia są takie, by agregat prądotwórczy był zdolny do uruchomienia i przejęcia wszystkich obciążeń awaryjnych aż do wartości czuwania w ciągu dziesięciu sekund od awarii zasilania. Ten poziom osiągow zakłada wstępnie, że agregat prądotwórczy znajduje się w temperaturze otoczenia co najmniej 40°F (4°C) i że agregat jest wyposażony w grzejniki płynu chłodzącego. Musi to być uzyskane poprzez zainstalowanie agregatu prądotwórczego w ogrzewanym pomieszczeniu lub obudowie. Zewnętrzne obudowy chroniące przed wpływem pogody (włącznie z nazywanymi „przylegającymi”) są generalnie nie izolowane, a więc trudno jest utrzymywać ciepły agregat podczas zimniejszych temperatur otoczenia.

Poniżej 40°F (4°C), oraz do -25°F (-32°C), większość agregatów Cummins Power Generation będzie startować, ale mogą one nie przyjmować obciążenia w jednym kroku w ciągu dziesięciu sekund. Jeżeli agregat prądotwórczy musi być zainstalowany w nie ogrzewanej obudowie w miejscu o niskich temperaturach otoczenia, projektant powinien się konsultować z producentem. Operator obiektu jest odpowiedzialny za monitorowanie

działania grzejników płynu chłodzącego agregatu prądowórczego (do tego celu NFPA 110 wymaga alarmu niskiej temperatury płynu chłodzącego) i uzyskiwanie optymalnego gatunku paliwa dla warunków otoczenia.

Agregaty prądowórcze w zastosowaniach zasilania awaryjnego muszą startować i przejmować wszystkie obciążenia awaryjne w ciągu 10 sekund od awarii zasilania. Dla spełniania takich wymagań zwykle konieczne są grzałki płynu chłodzącego silnika, nawet w otoczeniu ciepłym, zwłaszcza dla agregatów z silnikiem wysokoprężnym. NFPA 110 posiada szczególne wymagania dla systemów Poziomu 1 (w których awaria systemu może spowodować poważne obrażenia lub utratę życia):

- Wymagane są grzałki płynu chłodzącego silnika, chyba, że temperatura w pomieszczeniu generatora nigdy nie będzie spadać poniżej 70°F (21°C).
- Wymagane są grzałki płynu chłodzącego dla utrzymywania bloku silnika w temperaturze nie niższej, niż 90°F (32°C), jeżeli temperatura w pomieszczeniu generatora może spadać do 40°F (4°C), ale nigdy poniżej. Zachowanie się w niższych temperaturach nie jest zdefiniowane. (W niższych temperaturach otoczenia agregat prądowórczy może nie wystartować w ciągu 10 sekund, lub może nie być w stanie tak szybko przejąć obciążenia. Również alarmy zbyt niskiej temperatury mogą zgłaszać problemy, ponieważ grzałka płynu chłodzącego nie utrzymuje temperatury bloku na wystarczająco wysokim poziomie dla 10-sekundowego startu.)
- Wymagane są grzejniki akumulatorów, jeżeli temperatura w pomieszczeniu generatora może opadać poniżej 32°F (0°C).
- Wymagany jest alarm zbyt niskiej temperatury silnika.
- Grzałki płynu chłodzącego i grzejniki akumulatorów muszą być zasilane z normalnego źródła.

**Grzałki płynu chłodzącego:** Dla szybkiego uruchamiania silnika i dobrego przyjmowania obciążenia przez agregaty, które są używane w zastosowaniach awaryjnych lub czuwania wymagane są termostatycznie sterowane grzałki płynu chłodzącego silnika<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> **Zapis Przepisów USA:** Dla systemów zasilania awaryjnego Poziomu 1, NFPA 110 wymaga, aby płyn chłodzący silnika był utrzymywany w temperaturze nie niższej, niż 90°F (32°C). NFPA 110 wymaga również, aby było zapewnione monitorowanie uszkodzenia grzałki w postaci alarmu zbyt niskiej temperatury silnika.

Ważne jest zrozumienie, że grzałka płynu chłodzącego jest zwykle przeznaczona do utrzymywania silnika w stanie dostatecznie ciepłym dla szybkiego i niezawodnego uruchamiania i przejmowania obciążenia, a nie do ogrzewania przestrzeni wokół agregatu prądowórczego. Więc, oprócz działania grzałki płynu chłodzącego w silniku, temperatura powietrza otaczającego agregat prądowórczy powinna być utrzymywana na poziomie co najmniej 40°F (10°C)<sup>3</sup>. Jeżeli przestrzeń wokół agregatu prądowórczego nie jest utrzymywana w tej temperaturze, należy rozważyć używanie specjalnego rodzaju paliwa lub ogrzewania paliwa (dla agregatów wysokoprężnych), grzejników alternatora, grzejników sterowania, oraz grzejników akumulatorów.

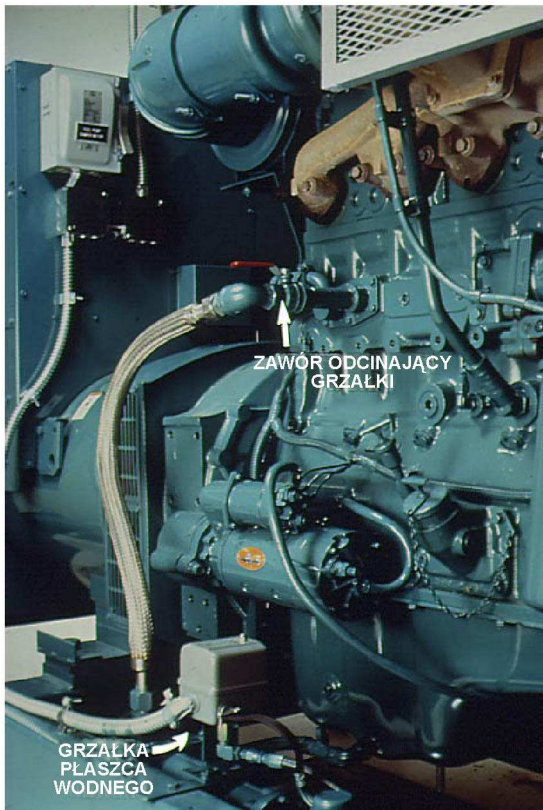
Niesprawność grzałki płaszczu wodnego lub obniżenie temperatury wokół silnika niekoniecznie uniemożliwi rozruch silnika, ale wpłynie na czas potrzebny do uruchomienia silnika oraz na to, jak szybko obciążenie może być podłączone do miejscowego systemu zasilania. Do agregatów prądowórczych dodawane są często funkcje alarmu zbyt niskiej temperatury w celu ostrzegania operatorów o tym potencjalnym problemie pracy silnika.

Grzałki płaszczu wodnego (patrz **Rysunek 4-21**) są przedmiotem obsługi konserwacyjnej, więc można oczekiwać, że ten element grzejny będzie musiał być wymieniany w pewnych okresach czasu podczas życia instalacji. W celu wymiany elementu grzejnego bez usuwania całego płynu z układu chłodzącego silnika, powinny być przewidziane zawory odcinające grzałki (lub inne środki).

Grzałki płaszczu wodnego mogą działać ze znacznie wyższymi temperaturami, niż przewody płynu chłodzącego silnika, więc w celu uniknięcia przedwczesnego uszkodzenia węży płynu chłodzącego związanego z grzałką płaszczu wodnego, pożądane jest używanie wysokiej jakości węży silikonowych, lub węży w oplocie metalowym. Podczas projektowania instalacji grzałki płynu chłodzącego należy zwracać uwagę, by unikać górnych pętli w przebiegu węży, które mogą powodować kieszenie powietrzne, które mogłyby powodować przegrzewanie systemu i uszkodzenia.

<sup>3</sup> **Zapis przepisów kanadyjskich:** CSA282-2000 wymaga, aby agregaty prądowórcze stosowane w zastosowaniach awaryjnych były zawsze instalowane w taki sposób, aby agregat prądowórczy zawsze znajdował się w środowisku o temperaturze nie niższej, niż 10°C (40°F)..

Grzałki płynu chłodzącego działają zwykle gdy agregat prądowórczy nie pracuje, więc są one podłączone do normalnego źródła zasilania. Gdy agregat prądowórczy pracuje, grzałka powinna być wyłączona. Można to uzyskać różnymi środkami, takimi, jak przełącznik ciśnieniowy oleju, lub układem elektronicznym w sterowaniu agregatu prądowórczego.



**Rysunek 4-21.** Instalacja grzałki płaszcza wodnego. Zwracamy uwagę na zawór odcinający grzałki, rodzaj węża oraz przebieg węża.

**Grzałki paliwa i oleju:** Dla zastosowań, w których agregat prądowórczy będzie narażony na niskie temperatury otoczenia (poniżej 0°F [-18°C]), mogą być również konieczne grzałki oleju smarującego, oraz grzałki przewodów paliwa i filtra paliwa, dla uniknięcia wydzielenia parafin z paliwa.

**Grzałki anty-kondensacyjne:** Dla zastosowań, w których agregat prądowórczy będzie narażony na wysoką wilgotność lub zmienne temperatury, dla zapobiegania kondensacji zalecane są grzałki dla generatora i skrzynki sterowania. Kondensacja w skrzynce sterowania, na obwodach sterowania lub uzwojeniach generatora mogą powodować korozję, uszkodzenia ścieżek obwodów drukowanych i izolacji uzwojeń generatora, a nawet powodować

zwarcia i przedwczesne zniszczenie izolacji.

### Zbiorniki paliwa (silniki wysokoprężne)

**Zbiorniki dzienne:** Zbiorniki przy agregacie prądowórczym, z których agregator pobiera swoje paliwo, są zwane zbiornikami dziennymi (choć niekoniecznie zawierają dostateczną ilość paliwa dla całodziennego działania). Są one używane dla wygody lub gdy nie jest praktyczne pobieranie paliwa bezpośrednio z głównego systemu przechowywania paliwa. Powodami stosowania zbiornika dziennego są: odległość do, wysokość poniżej lub powyżej, lub rozmiar zbiornika głównego. Wszystkie silniki wysokoprężne posiadają ograniczenia zdolności podnoszenia paliwa (lub ograniczenie pobierania paliwa), ciśnienia statycznego paliwa (zarówno zasilania, jak i powrotu) oraz temperatury dopływu paliwa. Paliwo jest przekazywane ze zbiornika głównego do zbiornika dziennego przy pomocy pompy przesyłowej, sterowanej często przez układ automatyczny wykorzystujący czujniki poziomu w zbiorniku dziennym. Jeżeli ten zbiornik jest mały, paliwo zwrotne jest pompowane z powrotem do głównego zbiornika paliwa w celu uniknięcia przegrzewania paliwa. Patrz Układy paliwowe w rozdziale *Projekt Mechaniczny*.

**Zbiorniki pod podstawą:** Zwykle większe, niż zbiornikiienne, te zbiorniki są albo wbudowane do ramy podstawy agregatu prądowórczego, albo tak skonstruowane, że podstawy agregatów prądowórczych mogą być montowane bezpośrednio na nich. Te zbiorniki mieszczą ilość paliwa na określoną liczbę godzin pracy, na przykład 12-godzinny lub 24-godzinny zbiornik pod podstawą. Zbiorniki pod podstawą posiadają często podwójne ścianki, tworząc zbiornik wtórny wokół pojemnika z paliwem, w celu zatrzymywania paliwa w przypadku nieszczelności zbiornika pierwotnego. Wiele przepisów miejscowych wymaga wtórnego zbiornika paliwa, jak np konstrukcja o podwójnych ściankach, wraz z monitorowaniem pojemników pierwotnego i wtórnego.

### Mocowanie izolatorów drgań

W celu zredukowania drgań przekazywanych do budynku lub konstrukcji mocującej, często agregaty prądowórcze są montowane na izolatorach drgań. Te izolatory składają się ze sprężyn lub podkładek gumowych, najczęściej są to izolatory sprężynowe. Skuteczność izolowania drgań wynosi generalnie 90% lub wyżej i często przekracza 95%. Dla tej skuteczności krytycznie ważne są



ciężar i prawidłowe umieszczenie. W przypadku większych agregatów prądotwórczych ze zbiornikami pod podstawą te izolatory są zwykle umieszczone pomiędzy zbiornikiem a rama podstawy.

### Urządzenia przełączania mocy

Urządzenia przesyłu mocy lub przełączające, takie, jak przełączniki przesyłu lub łącznice równoległe, chociaż nie są tematem tego podręcznika, są ważną częścią czuwającego systemu zasilania. Są one wymienione tutaj dla zaakcentowania ważności ich rozpatrywania ich oraz decydowania o tych urządzeniach na wczesnym etapie projektu. Schemat przełączania mocy dla projektu dotyczy bezpośrednio klasy agregatu prądotwórczego (patrz Projekt Wstępny), konfiguracji sterowania, oraz akcesoriów, które mogą być wymagane dla agregatu prądotwórczego. W celu uzyskania bardziej szczegółowych informacji dotyczących tego tematu, patrz inne podręczniki zastosowania: *T011 – Systemy Przesyłu Mocy*, oraz *T016 – Połączenia równoległe i Równoległa aparatura łączeniowa*.

Urządzenia wymagane dla równoległego łączenia agregatu prądotwórczego: Agregaty prądotwórcze w zastosowaniach równoległych powinny być wyposażone w następujące urządzenia, w celu poprawienia osiągnięć i zabezpieczenia systemu przed zwykle występującymi błędami:

- Tłumiki łączenia równoległego dla ochrony układu wzbudzenia generatora przed wpływami łączenia równoległego z niezgodnymi fazami.
- Zabezpieczenie przed utratą pola, które odłącza agregat od systemu, tak, że niesprawność silnika nie powoduje stanu odwrócenia mocy, co mogłoby uszkodzić agregat lub wyłączyć resztę systemu.
- Elektroniczną regulację izochroniczną dla umożliwienia stosowania aktywnych synchronizatorów i izochronicznych urządzeń podziału obciążenia.

- Urządzenia do sterowania bierną mocą wyjściową agregatu i prawidłowego rozdziału obciążeń z innymi pracującymi agregatami prądotwórczymi. Mogą to być regulatory kompensacji prądu lub bierne regulatory spadku.

Sterowniki przekaźnikowe lub przekaźnikowo/półprzewodnikowe będą wymagały dodatkowych urządzeń dla spełnienia powyższych wymagań.

Z punktu widzenia wygody i niezawodności, pożądanym jest zintegrowany sterownik mikroprocesorowy zawierający wszystkie powyższe funkcje (takie, jak system sterowania Power Command z Cummins Power Generation).

### Potrzeby dodatkowych urządzeń

W pewnych zastosowaniach, takich, jak zasilanie pierwotne lub ciągłe, średniego napięcia, pracujące równoległe z siecią i inne, mogą być pożądane lub wymagane dodatkowe urządzenia, i są one generalnie dostępne jako opcjonalne lub na specjalne zamówienie. Niektóre z nich to:

- RTD, urządzenia rezystancyjnego pomiaru temperatury w uzwojeniach alternatora do bezpośredniego monitorowania temperatury uzwojenia.
- Termistory na końcowych zwojach alternatora do monitorowania temperatury uzwojeń.
- Różnicowe CT do monitorowania uszkodzenia izolacji uzwojeń.
- Monitorowanie i zabezpieczenie przed niesprawnością uziemienia.
- Pirometry do pomiaru temperatury wydechu.
- Układy recyrkulacji oparów z odpowietrzenia skrzyni korbowej silnika.