



Sposób sterowania urządzeniem grzewczym montowanym zwłaszcza w przedziałach sanitarnych ambulansów uwzględniający intensywność nagrzewania szacowaną rekurencyjnie za pomocą średniej z transformacji

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania urządzeniami grzewczymi montowanymi zwłaszcza w przedziałach sanitarnych ambulansów uwzględniający intensywność nagrzewania szacowaną rekurencyjnie za pomocą średniej z transformacji, mający zastosowanie w układach elektronicznych sterowania nagrzewaniem ambulansu.

Systemy ogrzewania i chłodzenia ambulansu w przedziale pacjenta powinny być sterowane niezależnie od systemu przedziału kierowcy. Ogrzewanie/chłodzenie przedziału pacjenta może być zapewnione w systemie połączonym.

Oprócz ogrzewania przedziału kierowcy powinien istnieć niezależny, regulowany system zapewniający:

- ogrzewanie dla ambulansów drogowych typu A i B;
- ogrzewanie świeżym powietrzem dla ambulansów drogowych typu C.

System ten powinien działać w taki sposób, aby przy temperaturze zewnętrznej i wewnętrznej wynoszącej 5 °C, ogrzewanie do temperatury co najmniej 22 °C nie powinno trwać dłużej niż 15 minut. Pomiar temperatury powinien odbywać się w środku noszy i w punkcie środkowym od wylotów nagrzewnicy (jeśli dostępnych jest kilka wylotów).

Ogrzewanie powinno być sterowane za pomocą regulowanego termostatu lub elektronicznego systemu kontroli klimatyzacji

Rzeczywista temperatura nie może różnić się od ustalonej (założonej) temperatury o więcej niż 5°C. System grzewczy powinien być w stanie spełnić kryteria wydajności przy wyłączonym systemie wentylacji i systemie ogrzewania ustawionym na recyrkulację powietrza w przedziale pacjenta.

Instalacja systemu nie może powodować przedostawania się gazów spalinyowych do kabiny pacjenta.

Dotychczas nie jest znana metoda wykorzystania metody najmniejszych kwadratów do optymalizacji pracy urządzeń grzewczych ambulansu.

Ze stanu techniki, z opisu chińskiego wynalazku CN117477102A znany jest system sterowania ogrzewaniem akumulatorów pojazdu. System sterowania ogrzewaniem składa się z zestawu akumulatorów samochodowych, modułu klimatyzatora, pompy wodnej, moduł sterującego podzespołami pojazdu, układ czynnika z zaworem sterującym. Moduł sterujący pojazdu może ustawić wartość progową ogrzewania, zestaw akumulatorów może przesyłać w czasie rzeczywistym temperaturę ogniów akumulatora do całego modułu sterującego pojazdu za pośrednictwem zespołu wykrywania temperatury, a gdy temperatura ogniów akumulatora w czasie rzeczywistym osiągnie wartość progową nagrzewania, cały moduł sterujący pojazdu wysyła sygnał do układu sterującego zaworem.

Z innego chińskiego opisu wynalazku CN117460633A znane jest urządzenie sterujące ogrzewaniem i program sterujący urządzeniem. Urządzenie sterujące ogrzewaniem przechowuje mapę wzrostu temperatury wskazującą zależność między natężeniem przepływu chłodziwa a szybkością wzrostu temperatury chłodziwa po stronie wylotowej grzejnika, gdy ilość ogrzewania przez grzejnik jest wartością przewidzianą. W początkowym trybie ogrzewania szybkość wzrostu temperatury cieczy chłodzącej obliczana jest na podstawie temperatury cieczy chłodzącej zarejestrowanej przez pierwsze urządzenie do pomiaru temperatury, a szybkość wzrostu temperatury cieczy chłodzącej obliczana jest na podstawie na podstawie temperatury cieczy chłodzącej wykrytej przez drugie urządzenie do pomiaru temperatury.

Zależność przyrostu temperatury w czasie określamy za pomocą wzoru

$$T_t = T_0 + (T_{max} - T_0)(1 - e^{-\lambda t}) \quad (1)$$

gdzie T_t oznacza temperaturę w momencie t , λ – stałą określającą efektywność ogrzewania obiektu, wielkość $T_{max} - T_0$ - maksymalny przyrost temperatury podczas ogrzania obiektu.

Równanie (1) możemy przedstawić w postaci

$$\frac{1}{t} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_t} \right) = \lambda \quad (2)$$

Na podstawie obserwacji zachowania temperatury $\{(T_{t_j}, t_j)\}_{0 \leq j \leq n}$ ogrzewanego obiektu wyznaczamy wartość estymatora parametru intensywności ogrzewania. Najlepszym estymatorem w sensie średniokwadratowym parametru

intensywności jest średnia z ciągu realizacji transformacji temperatur, tzn. średnią z ciągu $\left\{ \frac{1}{t_j} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_j}} \right) \right\}_{0 \leq j \leq n}$.

Celem rozwiązania wedle wynalazku jest opracowanie metody optymalizacji pracy urządzenia grzejnego powierzchni sanitarnej ambulansu, opracowanie metody pozwalającej na wyznaczenie przyrostu temperatury do wymaganej normą według normy PN-EN 1789, gdzie poziom referencyjny $T_0 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, wymagana temperatura przedziału sanitarnego $T_{req} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ w czasie $t_{req} = 15 \text{ min}$ oraz ustalonej maksymalnej temperatury ogrzania na przykład $T_{max} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ wielkość parametru λ określającego efektywność ogrzewania wynosi 0,0896.

Sposób sterowania urządzeniami grzewczymi montowanymi zwłaszcza w przedziałach sanitarnych ambulansów uwzględniający intensywność nagrzewania szacowaną rekurencyjnie za pomocą średniej z transformacji, w którym to dokonuje się pomiaru temperatury za pomocą co najmniej jednego czujnika temperatury zamontowanego w punkcie krzyżowania się osi wylotów nagrzewnicy lub w środku noszy, **charakteryzuje się tym, że** na podstawie ciągu odczytów temperatury $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ w momentach $t_0 \leq t_1 \leq \dots \leq t_n < t_{req}$, gdzie moment ostatniego pomiaru jest mniejszy niż wymagany czas ogrzewania ambulansu wyznacza się wartość estymatora λ określającego efektywność ogrzewania rekurencyjnie za pomocą wzoru:

$$\hat{\lambda}_n = \frac{n-1}{n} \hat{\lambda}_{n-1} + \frac{1}{nt_n} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_n}} \right) \quad (3)$$

z warunkiem początkowym

$$\hat{\lambda}_1 = \frac{1}{t_1} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_1}} \right)$$

gdzie:

T_{max} – maksymalna temperatura ogrzania;

T_0 – poziom referencyjny, równy temperaturze początkowej pomiaru;

T_{t_j} – wartość temperatury w momencie t_j , $0 \leq j \leq n$;

T_{req} – minimalny wymagany poziom temperatury po czasie t_{req} ;

t_{req} – wymagany czas ogrzewania ambulansu, dla którego temperatura przedziału sanitarnego powinna być nie mniejsza niż T_{req} ,

następnie wyznacza się minimalną wymaganą efektywność (ogrzewania) przyrostu temperatury przedziału sanitarnego za pomocą wzoru:

$$\lambda_{min} = \frac{1}{t_{req}} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{req}} \right). \quad (4)$$

Jeżeli na podstawie obserwacji $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ oraz $t_n < t_{req}$ spełniona jest nierówność $\hat{\lambda}_n < \lambda_{min}$ to należy zwiększyć moc urządzenia grzewczego, aby w momencie t_{req} temperatura przedziału sanitarnego przekroczyła wymaganą wartość T_{req} ,

jeżeli natomiast na podstawie obserwacji $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ oraz $t_n < t_{req}$ spełniona jest nierówność $\hat{\lambda}_n \geq \lambda_{min}$ to należy przyjąć, iż minimalna wymagana wielkość temperatury T_{req} przedziału sanitarnego po czasie t_{req} zostanie osiągnięta.

Korzystnie, poziom referencyjny wynosi $T_0 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, wymagana temperatura przedziału sanitarnego $T_{req} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ w czasie $t_{req} = 15 \text{ min}$ oraz ustalonej maksymalnej temperatury ogrzania w szczególności $T_{max} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ wielkość parametru λ_{min} określającego minimalną efektywność ogrzewania wynosi 0,0896.

Korzystnie, pomiar temperatury może nie być ciągły, tzn. pomiar może być dokonywany w równych czasokresach, w odstępach 1 sekunda, 5 sekund, 10 sekund do momentu t_{req} .

Korzystnie, wyznacza się minimalna efektywność ogrzewania λ_{min} oraz na podstawie odczytów temperatury $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ przedziału sanitarnego do momentu t_{req} wyznacza się wartość estymatora efektywności ogrzewania za pomocą wzoru (4) w pamięci urządzenia elektronicznego, komputera oraz określa się możliwość spełnienia wymagań ogrzania ambulansu do temperatury T_{req} w czasie t_{req} .

Korzystnie, za pomocą urządzenia komputerowego, mikrokontrolera steruje się mocą urządzenia grzewczego Φ w celu osiągnięcia minimalnej wymaganej wielkość temperatury T_{req} przedziału sanitarnego Θ w czasie t_{req} .

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na załączonym rysunku, na którym Fig. 1 zaprezentowano wymagany wzrost temperatury w czasie dla ogrzewania przedziału ambulansu według normy PN-EN 1789, Fig. 2 przedstawiono pomiar wzrostu temperatury w czasie oraz prognoza ogrzania przedziału sanitarnego ambulansu, Fig. 3 uwidoczniono zmiany wartości parametrów intensywności ogrzewania przedziału sanitarnego w czasie oraz minimalny wymagany poziom intensywności ogrzania.

Procedura testowania systemu ogrzewania powinna być stosowana dla wszystkich typów karetek (A, B, C) i powinna spełniać następujące założenia:

- nie należy podłączać zewnętrznego źródła zasilania,
- w razie potrzeby zainstaluj czujnik temperatury płynu chłodzącego na przyłączy T nagrzewnicy (po stronie silnika).

Procedurę tworzą poniższe etapy:

- otworzyć drzwi przedziału pacjenta;
- schładzać pojazd przez co najmniej 6 godzin w temperaturze określonej w punkcie 4.4.7.1;
- sprawdzić, czy system ogrzewania przedziału pacjenta jest wyłączony;
- uruchomić silnik;
- uruchomić ogrzewanie kabiny kierowcy w najkorzystniejszej pozycji;
- uruchomić silnik do osiągnięcia normalnej temperatury roboczej (silnik jest uważany za gorący po dwóch otwarciach termostatu);
- zamknąć drzwi przedziału pasażerskiego, uruchomić system ogrzewania przedziału pasażerskiego (regulator w pozycji maksymalnej/pokrętło w położeniu maksymalnym), z silnikiem na biegu jałowym lub przyspieszonym biegu jałowym, jeśli uruchomi się on podczas testu bez ręcznego sterowania.

W raporcie z testu należy wskazać, czy podczas testu zadziałał przyspieszony bieg jałowy. Test:

- początek testu $t_0 = 0$;
- zapis temperatury w czasie;
- koniec testu: $t_0 + 20$ min;

- zatwierdzenie testu: czujniki temperatury powinny osiągnąć wartości wynoszące co najmniej 22°C w czasie $t_0 + 15$ min.

Pomiary zarejestrowane na jednym czujniku na środku noszy powinny spełniać kryteria. Biorąc pod uwagę zmienne warunki użytkowania ambulansów, ustawioną temperaturę należy sprawdzać wyłącznie poprzez porównanie wyświetlanej temperatury (22°C) po 15-minutowym wzroście temperatury. Zmierzona temperatura nie powinna różnić się o więcej niż 5°C .

Przykład

Sposób sterowania urządzeniami grzewczymi montowanymi zwłaszcza w przedziałach sanitarnych ambulansów uwzględniający intensywność nagrzewania szacowaną rekurencyjnie za pomocą średniej z transformacji, w którym to dokonuje się pomiaru temperatury za pomocą czujnika temperatury zamontowanego w punkcie krzyżowania się osi wylotów nagrzewnicy lub w środku noszy. Pomiaru można dokonywać za pomocą dowolnego czujnika, w szczególności czujnika temperatury na podczerwień.

W pamięci komputera na podstawie ciągu odczytów temperatury $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ w momentach $t_0 \leq t_1 \leq \dots \leq t_n < t_{req}$, gdzie moment ostatniego pomiaru jest mniejszy niż wymagany czas ogrzewania ambulansu, wyznacza się wartość estymatora $\hat{\lambda}$ określającego efektywność ogrzewania rekurencyjnie za pomocą wzoru:

$$\hat{\lambda}_n = \frac{n-1}{n} \hat{\lambda}_{n-1} + \frac{1}{nt_n} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_n}} \right) \quad (3)$$

z warunkiem początkowym

$$\hat{\lambda}_1 = \frac{1}{t_1} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_1}} \right)$$

gdzie:

T_{max} – maksymalna temperatura ogrzania;

T_0 – poziom referencyjny, równy temperaturze początkowej pomiaru;

T_{t_j} – wartość temperatury w momencie t_j , $0 \leq j \leq n$;

T_{req} – minimalny wymagany poziom temperatury po czasie t_{req} ;

t_{req} – wymagany czas ogrzewania ambulansu, dla którego temperatura przedziału sanitarnego powinna być nie mniejsza niż T_{req} ,

następnie wyznacza się minimalną wymaganą efektywność (ogrzewania) przyrostu temperatury przedziału sanitarnego za pomocą wzoru:

$$\lambda_{min} = \frac{1}{t_{req}} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{req}} \right). \quad (4)$$

Jeżeli na podstawie obserwacji $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ oraz $t_n < t_{req}$ spełniona jest nierówność $\hat{\lambda}_n < \lambda_{min}$ to należy zwiększyć moc urządzenia grzewczego, aby w momencie t_{req} temperatura przedziału sanitarnego przekroczyła wymaganą wartość T_{req} ,

jeżeli natomiast na podstawie obserwacji $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ oraz $t_n < t_{req}$ spełniona jest nierówność $\hat{\lambda}_n \geq \lambda_{min}$ to należy przyjąć, iż minimalna wymagana wielkość temperatury T_{req} przedziału sanitarnego po czasie t_{req} zostanie osiągnięta. Poziom referencyjny wynosi $T_0 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, wymagana temperatura przedziału sanitarnego $T_{req} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ w czasie $t_{req} = 15 \text{ min}$ oraz ustalonej maksymalnej temperatury ogrzania np. $T_{max} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ wielkość parametru λ_{min} określającego efektywność ogrzewania wynosi 0,0896. Pomiar temperatury może nie być ciągły, tzn. pomiar może być dokonywany w równych czasokresach, np. w odstępach 1 sekunda, 5 sekund, 10 sekund itd... do momentu t_{req} . Wyznacza się minimalną efektywność ogrzewania λ_{min} oraz na podstawie odczytów temperatury $\{T_{t_j}\}_{0 \leq j \leq n}$ przedziału sanitarnego do momentu t_{req} wyznacza się wartość estymatora efektywności ogrzewania za pomocą wzoru (4) w pamięci urządzenia elektronicznego, komputera oraz określa się możliwość spełnienia wymagań ogrzania ambulansu do temperatury T_{req} w czasie t_{req} . Za pomocą urządzenia komputerowego, mikrokontrolera steruje się mocą urządzenia grzewczego w celu osiągnięcia minimalnej wymaganej wielkość temperatury T_{req} przedziału sanitarnego w czasie t_{req} .

Przykład identyfikacji efektywności urządzenia grzewczego oraz reguła sterowania ogrzewaniem.

Zależność przyrostu temperatury w czasie określamy za pomocą wzoru

$$T_t = T_0 + (T_{max} - T_0)(1 - e^{-\lambda t}) \quad (1)$$

gdzie T_t oznacza temperaturę w momencie t , λ – stałą określającą efektywność zamontowanego urządzenia do ogrzania obiektu, wielkość $T_{max} - T_0$ - maksymalny przyrost temperatury.

Zgodnie z normą PN-EN 1789 (punkt 4.4.7.2) przyjmujemy

$T_0 = 5$ - poziom referencyjny;

$T = 22$ - minimalny wymagany poziom po 15 min

oraz ustalamy maksymalną temperaturę ogrzania ambulansu np. $T_{max} = 28^\circ\text{C}$.

Dla wymagań według normy PN-EN 1789 po 15 min powinna być spełniona nierówność $T_{15} \geq T$. Korzystając ze wzoru (4) spełnienie nierówności $T_{15} \geq T$ jest równoważne spełnieniu warunku, że wielkość intensywności ogrania $\lambda \geq 0.0896$. Na Fig. 1 przedstawiono wymagania dotyczące ogrzewania w ambulansach według normy PN-EN 1789.

Identyfikacja efektywności urządzenia grzewczego obejmuje następujące czynności:

1. Wykonanie pomiaru.

dokonyjemy pomiaru temperatury obiektu w czasie $\{(T_{t_j}, t_j)\}_{0 \leq j \leq n}$, gdzie $t_n \leq 15$ (obserwujemy do wymaganego czasu 15 min). W chwili 0 włączamy urządzenie grzewcze. Wielkość T_0 -temperatura w chwili zero jako poziom referencyjny, t_j - czas ogrzewania do j -go momentu odczytu, $0 \leq j \leq n$.

2. Estymacja efektywności.

Na podstawie ciągu odczytów $\{(T_{t_j}, t_j)\}_{0 \leq j \leq n}$ temperatury w czasie wyznaczamy wartość estymatora efektywności ogrzewania za pomocą wzoru

$$\hat{\lambda}_n = \frac{n-1}{n} \hat{\lambda}_{n-1} + \frac{1}{nt_n} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_n}} \right) \quad (3)$$

z warunkiem początkowym

$$\hat{\lambda}_1 = \frac{1}{t_n} \log \left(\frac{T_{max} - T_0}{T_{max} - T_{t_1}} \right).$$

Ze wzoru (3) wartość estymatora ogrzewania przedziału sanitarnego wyznaczamy w każdym momencie odczytu jako kombinacja liniowa wartości z chwili poprzedniej i transformacji temperatury z chwili bieżącej. Wraz ze wzrostem n większa waga jest przypisywana wartości estymatora w chwili poprzedniej.

3. Reguła sterowania urządzeniem grzewczym.

Jeżeli na podstawie obserwacji $\{(T_{t_j}, t_j)\}_{0 \leq j \leq n}$ wielkość $\hat{\lambda}_n < \lambda_{min}$ to należy zwiększyć moc urządzenia grzewczego, aby spełnić wymagania normy PN-EN 1789.

Jeżeli na podstawie obserwacji $\{(T_{t_j}, t_j)\}_{0 \leq j \leq n}$ wielkość $\hat{\lambda}_n \geq \lambda_{min}$ to ambulans zostanie nagrany do 22C w czasie 15 min (wymagania normy zostaną spełnione).

Przykładowo dokonujemy pomiarów co 10 sek (6 pomiarów na minutę) w czasie 10 min (61 odczytów: początkowy oraz 60 pomiarów). Tabela poniżej przedstawia przykładowe odczyty oraz wartości estymatorów intensywności ogrzewania.

Tabela 1. Przykłady pomiarów temperatury w przedziale ambulansu oraz wartości estymatorów intensywności ogrzewania:

Moment	t_j , [min]	T_{t_j} , [C] (przykład 1)	λ_n^1 (przykład 1)	T_{t_j} , [C] (przykład 2)	λ_n^2 (przykład 2)
0 min 0 sek	0.00	5.00	NA	5.00	NA
0 min 10 sek	0.17	5.30	0.07723	5.57	0.14762
0 min 20 sek	0.33	5.54	0.07461	5.70	0.12064
0 min 30 sek	0.50	5.77	0.07244	5.94	0.10824
0 min 40 sek	0.67	5.95	0.07007	6.29	0.10272
0 min 50 sek	0.83	6.32	0.07030	6.74	0.10113
1 min 0 sek	1.00	6.73	0.07162	7.38	0.10248

Moment	t_j , [min]	T_{t_j} , [C] (przykład 1)	λ_n^1 (przykład 1)	T_{t_j} , [C] (przykład 2)	λ_n^2 (przykład 2)
1 min 10 sek	1.17	7.14	0.07331	7.40	0.10130
1 min 20 sek	1.33	7.23	0.07373	7.73	0.10051
1 min 30 sek	1.50	7.35	0.07352	8.35	0.10100
1 min 40 sek	1.67	7.44	0.07288	8.53	0.10088
1 min 50 sek	1.83	7.88	0.07290	8.93	0.10102
2 min 0 sek	2.00	8.16	0.07299	9.07	0.10071
2 min 10 sek	2.17	8.30	0.07286	9.55	0.10078
2 min 20 sek	2.33	8.40	0.07256	9.65	0.10051
2 min 30 sek	2.50	8.53	0.07217	10.13	0.10054
2 min 40 sek	2.67	9.05	0.07219	10.44	0.10057
2 min 50 sek	2.83	9.11	0.07204	10.55	0.10039
3 min 0 sek	3.00	9.46	0.07203	10.80	0.10020
3 min 10 sek	3.17	9.48	0.07183	11.06	0.10000
3 min 20 sek	3.33	9.88	0.07182	11.41	0.09991
3 min 30 sek	3.50	10.00	0.07174	11.74	0.09987
3 min 40 sek	3.67	10.10	0.07158	12.07	0.09988
3 min 50 sek	3.83	10.37	0.07149	12.32	0.09988
4 min 0 sek	4.00	10.71	0.07148	12.54	0.09986
4 min 10 sek	4.17	10.92	0.07148	12.72	0.09979
4 min 20 sek	4.33	10.99	0.07141	13.16	0.09984
4 min 30 sek	4.50	11.10	0.07130	13.21	0.09978
4 min 40 sek	4.67	11.44	0.07126	13.38	0.09968
4 min 50 sek	4.83	11.63	0.07124	13.83	0.09970
5 min 0 sek	5.00	11.96	0.07126	14.01	0.09969
5 min 10 sek	5.17	12.05	0.07125	14.22	0.09967
5 min 20 sek	5.33	12.10	0.07119	14.61	0.09973
5 min 30 sek	5.50	12.40	0.07117	14.75	0.09975
5 min 40 sek	5.67	12.60	0.07116	14.98	0.09976
5 min 50 sek	5.83	12.75	0.07114	15.08	0.09974
6 min 0 sek	6.00	12.81	0.07108	15.38	0.09975

Moment	t_j , [min]	T_{t_j} , [C] (przykład 1)	λ_n^1 (przykład 1)	T_{t_j} , [C] (przykład 2)	λ_n^2 (przykład 2)
6 min 10 sek	6.17	13.07	0.07105	15.47	0.09971
6 min 20 sek	6.33	13.40	0.07107	15.61	0.09966
6 min 30 sek	6.50	13.49	0.07107	16.03	0.09968
6 min 40 sek	6.67	13.73	0.07108	16.20	0.09969
6 min 50 sek	6.83	13.83	0.07108	16.41	0.09971
7 min 0 sek	7.00	14.07	0.07109	16.55	0.09970
7 min 10 sek	7.17	14.17	0.07109	16.68	0.09969
7 min 20 sek	7.33	14.18	0.07105	17.02	0.09971
7 min 30 sek	7.50	14.42	0.07103	17.06	0.09970
7 min 40 sek	7.67	14.62	0.07102	17.42	0.09973
7 min 50 sek	7.83	15.00	0.07106	17.57	0.09976
8 min 0 sek	8.00	15.02	0.07107	17.60	0.09975
8 min 10 sek	8.17	15.05	0.07106	17.78	0.09974
8 min 20 sek	8.33	15.38	0.07108	18.00	0.09974
8 min 30 sek	8.50	15.48	0.07109	18.02	0.09971
8 min 40 sek	8.67	15.50	0.07107	18.35	0.09972
8 min 50 sek	8.83	15.69	0.07107	18.56	0.09974
9 min 0 sek	9.00	15.74	0.07104	18.76	0.09977
9 min 10 sek	9.17	15.75	0.07100	18.80	0.09978
9 min 20 sek	9.33	15.98	0.07098	18.98	0.09979
9 min 30 sek	9.50	16.11	0.07095	19.19	0.09981
9 min 40 sek	9.67	16.35	0.07094	19.24	0.09981
9 min 50 sek	9.83	16.42	0.07092	19.42	0.09982
10 min 0 sek	10.00	16.72	0.07092	19.47	0.09981

Za pomocą wzoru (3) wyznaczamy wartość estymatora efektywności ogrzewania w sposób rekurencyjny. Natomiast za pomocą wzoru (1) dokonujemy prognozy wzrostu temperatury. Wyniki zostały przedstawione na Fig. 2.

Dla przykładu 1 wartość estymatora efektywności ogrzewania po 10 min od rozpoczęcia ogrzewania wynosi $\hat{\lambda} = 0.07092 \leq \lambda_{min} = 0.0896$. Zatem

ambulans nie zostanie nagrany do 22°C w czasie 15 min. Pomiar temperatury jest przedstawiony na Fig. 2, za pomocą krzywej koloru czerwonego, natomiast prognozowane zachowanie wzrostu temperatury przedziału pacjenta w ambulansie jest przedstawione krzywą przerywaną koloru czerwonego. Zgodnie z reguła sterowania należy zwiększyć moc urządzenia grzewczego aby spełnić wymagania normy PN-EN 1789.

Dla przykładu 2 wartość estymatora efektywności ogrzewania po 10 min od rozpoczęcia ogrzewania wynosi $\hat{\lambda} = 0.09981 \geq \lambda_{min} = 0.0896$. Zatem ambulans zostanie nagrany do 22°C w czasie 15 min. Pomiar temperatury jest przedstawiony na Fig. 2 za pomocą krzywej koloru granatowego. Prognozowane zachowanie wzrostu temperatury przedziału pacjenta w ambulansie jest przedstawione krzywą przerywaną koloru granatowego. Zgodnie z regułą sterowania moc urządzenia grzewczego można pozostawić bez zmian, wymagania normy PN-EN 1789 zostaną spełnione.

Fig. 2 przedstawia odczyty temperatury przedziału ambulansu oraz prognozę. Fig. 3 przedstawia wartości estymatora efektywności ogrzewania w każdym momencie odczytu temperatury. W początkowych odczytach widzimy większą zmienność estymatora, natomiast wraz ze wzrostem liczby odczytów stabilizację. Dla przykładu 1 w każdym momencie odczytu temperatury wartość estymatora efektywności ogrzewania jest poniżej λ_{min} , co oznacza że od początkowych odczytów wymagania normy PN-EN 1789 nie są spełnione. Dla Fig. 2 w każdym momencie odczytu temperatury wartość estymatora efektywności ogrzewania jest powyżej λ_{min} , co oznacza że wymagania normy PN-EN 1789 są spełnione w każdym momencie pomiarów.

Instytut Transportu Samochodowego
Politechnika Lubelska
Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego

Pełnomocnik:
Bartłomiej Tomaszewski
Rzecznik patentowy