

Joachim GMYREK
Instytut Fizyki

METODA OKREŚLANIA DROGI PAROWANIA KROPEL PALIWA W GAŹNIKU ULTRADŹWIĘKOWYM W ASPEKTCIE OPTIMALIZACJI WYMIARÓW KOMORY MIESZANIA

Streszczenie. Tematem pracy jest zagadnienie ruchu kropeł paliwa w strudze gazu oraz ich odparowanie w czasie ruchu. Przedstawiono również sposób wyznaczenia stałej parowania w warunkach pracy gaźnika ultradźwiękowego. Na tej podstawie określono optymalne rozmia-ry komory mieszania gaźnika.

1. Określenie celu pracy

W przemyśle szeroko stosuje się procesy, do których prawidłowego przebiegu niezbędne jest rozdrobnienie cieczy. Typowym przykładem mogą być urządzenia spalające. Warunkiem prawidłowego ich działania jest odpowiednie wymieszanie paliwa i powietrza tak, by wszystkie cząsteczki paliwa miały możliwość przereagowania z utleniaczem. Warunek ten może być spełniony jedynie przez rozdrobnienie paliwa na jak najmniejsze kropelki. Do tego celu dotychczas służą przeważnie gaźniki. Ale nawet najnowocześniejsze gaźniki dają bardzo niejednorodną mieszankę, co w efekcie prowadzi do nieoalkowitego wykorzystania paliwa i niekorzystnego składu gazów wylotowych. Dla osiągnięcia lepszego rozpylenia paliwa oraz większej jednorodności aerozolu podjęto w ramach Problemu Międzyresortowego MR I - 10 próby zastąpienia tradycyjnego gaźnika, gaźnikiem ultradźwiękowym. Jak wykazały badania przeprowadzona w latach 1979-81, gaźnik ultradźwiękowy posiada wiele zalet w stosunku do rozwiązań konwencjonalnych. Większa jednorodność i mały rozmiar kropeł aerozolu prowadzi do przewagi spalania kinetycznego nad dyfuzyjnym, a efektem tego jest mniejsze o ok. 20% zużycie paliwa oraz zmniejszenie toksyczności spalin. Wdrożenie gaźnika ultradźwiękowego do pracy w samochodzie wymaga jednak pokonania jeszcze wiele trudności.

Jednym z podstawowych problemów to dobranie takiego kształtu i wymiarów gaźnika, aby zapewniał oalkowite odparowanie kropeł paliwa w komorze mieszania. Badania mające na celu określenie optymalnych wymiarów komory mieszania są tematem niniejszego opracowania.

2. Odparowanie kropeł w ośrodku gazowym

Odparowanie paliwa w komorze mieszania ma istotny wpływ na proces spalania w silniku spalinowym. Proces odparowania zaczyna się z chwilą rozpylenia paliwa na czole koncentratora rozpylacza ultradźwiękowego i wyrzucenia drobnych kropełek do strugi powietrza płynącego przez układ dolotowy. Krople zmieniają swoją prędkość aż do momentu, kiedy ich prędkość względna w stosunku do strumienia gazu stanie się równa zero, jednocześnie odparowując. Szybkość odparowania zależy od fizykochemicznych własności cieczy i otaczającego ją gazu oraz warunków, w jakich przebiega proces (temperatura, zawierania strugi gazu, straty ciśnienia w układzie dolotowym silnika itp.).

Rozwiązując problem parowania kropeł przyjmuję następujące założenia:

- 1) kropla ma kształt kulisty, a strumień gazu wokół kropli jest laminarny,
- 2) prędkość odparowania zależy jedynie od dyfuzji,
- 3) całkowite ciepło doprowadzone do powierzchni kropli zostaje zużyte na jej odparowanie,
- 4) paliwo jest cieczą jednorodną o stałej gęstości i temperaturze wrzenia.

Przyjęcie stałej temperatury wrzenia i stałej gęstości na pewno zniekształca obraz procesu parowania. Wiadomo bowiem, że paliwo jest bardzo złożoną mieszaniną węglowodorów o różnych temperaturach wrzenia i początkowo odparowują najbardziej lotne składniki paliwa, pozostają zaś w kropli frakcje wysoko wrzące. Zmienia się zatem podczas procesu parowania kropli jej gęstość i temperatura wrzenia. Zmianę właściwości fizykochemicznych kropli można uwzględnić biorąc pod uwagę wyniki analizy frakcyjnej paliwa. Komplikuje to jednak znacznie obliczenia. Stosując standardowe metody przeprowadzono analizę frakcyjną stosowanego paliwa - styliny 94^x).

Biorąc pod uwagę wyniki tej analizy, można w rozważaniach (w pierwszym przybliżeniu) zastąpić mieszaninę równoważnym indywiduum chemicznym o identycznych właściwościach fizycznych jak przeciętne właściwości benzyny. Za takie równoważne indywiduum można uznać metylocykloheksan. Ten sposób postępowania pozwala uniknąć bardzo złożonych obliczeń niemożliwych do przeprowadzenia bez zastosowania EMC.

^x) Metodyka badań i szeregowe wyniki analizy frakcyjnej paliwa przedstawione zostały w sprawozdaniu z realizacji tematu "Opracowanie fizykalnych podstaw zastosowania akustycznej metody do rozpylenia paliw płynnych w aspekcie optymalizacji procesu rozpylenia" wykonywanego w 1982 r. na zlecenie Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Śląskiej w ramach problemu MRI-10.

2.1. Balistyka kropeł

Rozważmy ruch kropli wyrzuconej poziomo z prędkością v_0 do strugi gazu płynącego w tym samym kierunku z prędkością u . Na taką kroplę działają siły masowe, aerodynamiczne, siła wyporu oraz siła ciężkości. Zgodnie z II-gą zasadą dynamiki Newtona

$$m \frac{dv}{dt} = ma + F_{op} \quad (1)$$

gdzie:

$$m = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 \rho_c$$

a - przyspieszenie wywołane działaniem sił zewnętrznych,

D - średnica kropli,

ρ_c - gęstość cieczy.

Siła oporu ośrodka może być określona za pomocą wyrażenia

$$F_{op} = C(D) \left(\frac{D}{2}\right)^2 \rho_p \frac{(u-v)^2}{2} \pi \quad (2)$$

W tym wzorze $C(D)$ oznacza współczynnik oporu, którego wartość zależy nie tylko od kształtu poruszającego się obiektu ale od liczby Reynoldsa, natomiast ρ_p jest gęstością powietrza.

Dla laminarnego opływu kropli przez strugę gazu współczynnik oporu określa zależność [1]

$$C(D) = \frac{24}{Re} = \frac{24 \eta_p}{\rho_p D(u-v)} \quad (3)$$

gdzie:

η_p - współczynnik lepkości dynamicznej powietrza.

Wzór ten jest ściśle spełniony dla sztywnych, gładkich kul. W przypadku ciekłych kul występują pewne odstępstwa od wyrażenia (3); nie są one jednak duże.

W przypadku kropełek uzyskiwanych przy pomocy rozpylacza ultradźwiękowego, których średnica nie przekracza 10 - 20 μm , opływ będzie laminarny ($Re < 100$) nawet przy prędkości rzędu 70 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, a zatem dla każdego praktycznego przypadku.

Na podstawie wyrażeń (1), (2) i (3) można otrzymać

$$\frac{dv}{dt} = a + k \frac{u-v}{D^2} \quad (4)$$

gdzie:

$$k = \frac{18 \eta_{op}}{\rho_c} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Podczas ruchu następuje jednak zmiana rozmiarów kropli. Jeżeli wskutek odparowania promień kropli zmniejszy się w czasie dt o dr , to można zapisać, że

$$-\frac{dr}{dt} = \frac{\dot{m}_p}{\rho_c} \quad (5)$$

gdzie:

\dot{m}_p - ilość cieczy odparowująca z 1 m^2 powierzchni w ciągu 1 s. Ale wg [2]

$$\dot{m}_p = \frac{K \text{ Nu}}{2 r} \quad (6)$$

gdzie:

Nu - liczba kryterialna Nusselta

K - współczynnik parowania

Uwzględniając związek (6) w równaniu (5) oraz po scałkowaniu tego równania (przy przyjęciu, że dla $t=0$ $r = r_0$) otrzymuje się

$$\frac{1}{2}(r^2 - r_0^2) = -K \frac{\text{Nu}}{2 \rho_c} t \quad (7)$$

lub

$$D^2 = D_0^2 - \frac{4 K \text{ Nu}}{\rho_c} t = D_0^2 - \lambda t, \quad (7a)$$

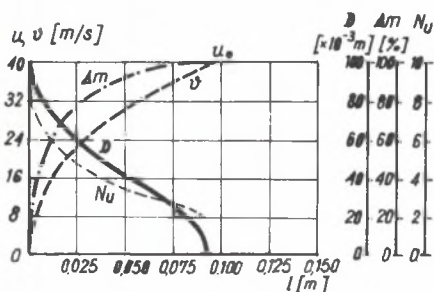
gdzie:

$$\lambda = \frac{4 K \text{ Nu}}{\rho_c} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad \text{ i } \quad D = 2 r - \text{średnica kropli.}$$

Zmiana średnicy kropli wskutek parowania została eksperymentalnie zbadała przez W. Ranza i W. Marshalla [3] dla kilku cieczy przy stałej prędkości przepływu gazu $2 - 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ względem kropli. Wyniki tych badań są zgodne ze wzorem (7a). Problem odparowania kapeł paliwa w układzie doletowym silnika jest jednak bardziej złożony, gdyż następuje zmiana prędkości względnej kapeł, a tym samym liczby kryterialnej Nusselta. Problem ten szczególnie przebadali metodami numerycznymi Miller, Szczeciński i Ziarko [4] dla kapeł o początkowej średnicy $D_0 = 100 \mu\text{m}$ i gęstości $\rho_0 = 730 \text{ kg/m}^3$ oraz stałej prędkości przepływu powietrza $u = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wyniki tych obliczeń przedstawia rys. 1.

Wyniki ich obliczeń nie można jednak przenieść bezpośrednio na warunki pracy rozpylacza ultradźwiękowego.

Czoło rozpylacza drga z częstotliwością $f = 40 \text{ kHz}$ i amplitudą do $40 \mu\text{m}$. Pozwala to ocenić początkową prędkość kapeł aerozolu na ok. 10 m/s . Ponieważ średnica układu doletowego do gaźnika ultradźwiękowego ma średnicę 80 mm , a natężenie przepływu gazu, do którego w przeciwnym kierunku wyrzucane



rys. 1. Przebieg parametrów parowania kropli w strumieniu powietrza: D - średnica kropli, Nu - liczba Nusselta, Δm - stopień odparowania (wg [4])

Wartość liczby Nusselta, określonej wzorem [2]

$$Nu = 2 + Re^{2/3} \quad (9)$$

zmienia się zatem w zakresie 2 do 3,4.

To oszacowanie pozwala w dalszych rozważaniach przyjąć, że w warunkach pracy rozpylacza ultradźwiękowego liczba Nusselta jest w przybliżeniu stała. Ten warunek nie był spełniony w pracy [4]. Przyjmijmy zatem, że wzór (7a) jest słuszny, a parametr λ stały oraz że prędkość strugi powietrza jest stała na całej drodze parowania L, tzn. $u_L = u_0 = \text{const.}$ oraz $v(t=0) = v_0$. Oznaczmy dalej $D^2 = s$ i $D_0^2 = S$. Uwzględniając te założenia można równanie ruchu kropli zapisać w postaci

$$s \frac{dv}{ds} = \frac{k}{\lambda}(v-u) - \frac{a}{\lambda}s = q(v-u) - \frac{a}{\lambda}s \quad (10)$$

gdzie:

$$q = k/\lambda$$

Dla rozwiązania tego równania różniczkowego można zastosować metodę uzmienniania stałej. Po wykonaniu prostych przekształceń otrzymuje się wyrażenie na prędkość kropli

$$v = \left[v_0 - u_0 - \frac{a S}{\lambda(q-1)} \right] y^q + \frac{a S}{\lambda(q-1)} y + u_0 \quad (11)$$

gdzie:

$$y = \frac{s}{S} = \left(\frac{D}{D_0} \right)^2$$

są kropelki paliwa wynosi $5 \text{ m}^3/\text{min}$, to prędkość przepływu powietrza można oszacować na około $u_0 = 16 \text{ m/s}$. W tych warunkach (przy założeniu maksymalnego rozmiaru kropli $D_{\text{max}} \approx 15 \mu\text{m}$) wartość liczby Reynoldsa wynosi

$$Re = \frac{\rho_p (u_0 - v_0)}{\eta_p} \approx 26 \quad (8)$$

A więc przy założeniu wariantu pesymistycznego wartość liczby Reynoldsa zmienia się w granicach 0 - 26.

Dla określenia drogi przebytej podczas odparowywania kropli, trzeba obliczyć wartość wyrażenia

$$x = \int_0^t v dt = -\frac{S}{\lambda} \int_i^y f(y) dy$$

Po wykonaniu działań otrzymuje się

$$x = \frac{S}{\lambda} \left[\frac{1}{q+1} (v_o - u_o - \frac{a S}{\lambda(q-1)}) (1 - y^{q+1}) + \frac{a S}{2\lambda(q-1)} (1 - y^2) + u_o (1 - y) \right] \quad (12)$$

Jeżeli przyjąć, że na drodze $x = L$ (gdzie L - rozmiar liniowy komory) ma nastąpić całkowite odparowanie kropli, tzn. $y = 0$ (lub $D = 0$), to rozwiązanie przyjmuje postać

$$L = \frac{S}{\lambda} \left[\frac{1}{q+1} (v_o - u_o - \frac{a S}{\lambda(q-1)}) + \frac{a S}{2\lambda(q-1)} + u_o \right] \quad (13)$$

Dla ruchu w kierunku poziomym $a = 0$ (brak zewnętrznych pól siłowych) i wtedy

$$L_x = \frac{v_o + q u_o}{\lambda(q+1)} D_o^2 \quad (13a)$$

Dla ruchu w kierunku pionowym, jeżeli strumień powietrza skierowany jest poziomo a czoło rozpylacza doń prostopadłe, otrzymuje się

$$L_y = \frac{a}{2(q+1)} \left(\frac{D_o^2}{\lambda} \right)^2 \quad (13b)$$

gdzie:

$$a = g \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_o} \right)$$

Praktyczne zastosowanie wzorów (13a) i (13b) wymaga znajomości stałych λ oraz q . Można je określić za pomocą stałej parowania K .

3. Wyznaczenie stałej parowania paliwa w warunkach pracy gaźnika ultradźwiękowego

Doświadczalne wyznaczenie stałej parowania w warunkach pracy gaźnika ultradźwiękowego jest sprawą trudną. Przeprowadzane w warunkach pseudopórównywalnych pomiary wykazały, że dla etyliny 94 stała parowania zmienia się w granicach $35 - 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ ze względu na odparowywanie w początkowej fazie lżejszych frakcji paliwa. Ujęcie tych zmian w opisie ruchu parujących kropli dodatkowo utrudniałoby obliczenia. Skorzystano zatem z możliwości teoretycznego wyznaczenia stałej parowania i balistyki parujących

kropel w oparciu o wyniki analizy frakcyjnej i zastąpienie złożonej mieszaniny równoważnym indywiduum chemicznym - metylocykloheksanem. Szczegółowe dane fizykochemiczne dla tej substancji można odczytać w tablicach stałych fizykochemicznych Landolta-Börnsteina [5] i Timmermansa [6].

W celu obliczenia stałej parowania wykorzystałem wyrażenie [2]

$$K = \frac{\lambda}{C_p \rho RT} (P_s - P_c) \quad (14)$$

gdzie:

- λ - współczynnik przewodnictwa cieplnego par paliwa $W/m^2 \cdot K$
- C_p - ciepło właściwe par paliwa pod stałym ciśnieniem $J/kg \cdot K$
- ρ - gęstość par paliwa kg/m^3
- R - indywidualna stała gazowa dla par paliwa $J/kg \cdot K$
- T - temperatura otoczenia K
- p_s - ciśnienie pary nasyconej paliwa N/m^2
- p_c - ciśnienie parcjalne par paliwa N/m^2 .

Wartości stałych λ , C_p , ρ , R oraz p_s dla metylocykloheksanu są w literaturze [5], [6] natomiast ciśnienie parcjalne par paliwa można określić ze wzoru [7]

$$p_c = \frac{p_m}{1 + \alpha L_o \frac{\mu_{pal}}{\mu_{pow}}} \quad (15)$$

gdzie:

- p_m - całkowite ciśnienie mieszanki paliwowo-powietrznej w gaźniku N/m^2
- α - współczynnik nadmiaru powietrza
- L_o - ilość powietrza potrzebna do całkowitego spalania 1 kg paliwa,
- μ_{pal}, μ_{pow} - masy molowe paliwa i powietrza.

Biorąc pod uwagę wyniki analizy frakcyjnej paliwa obliczyłem, że $\mu_{pal} = 98 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ oraz $L_o = 14,53 \frac{\text{kg powietrza}}{\text{kg paliwa}}$.

Gaźnik ultradźwiękowy ma spalać mieszankę ubogą. Dlatego też przyjąłem w obliczeniach współczynnik nadmiaru powietrza $\alpha = 1,15$. Założona wartość współczynnika α jest wartością \dot{c} ekon, tj. taką, przy której występuje najmniejsze jednostkowe zużycie paliwa. Zastosowanie większej niż normalnie

Układ pomiarowy, warunki eksperymentu i rezultaty badań nad wyznaczeniem stałej parowania etyliny 94 zostały przedstawione w sprawozdaniu z realizacji tematu. "Opracowanie fizykalnych podstaw zastosowania akustycznej metody do rozpylania paliw płynnych..." wykonywanego w 1982r. na zlecenie Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Śląskiej.

wartości α (przeważnie przyjmuje się $\alpha = 1$) ma tę dodatkową zaletę, że pozwala spalać benzynę o mniejszej liczbie oktanowej.

Zastosowanie takich wartości współczynnika nadmiaru powietrza możliwe jest jedynie w gaźniku ultradźwiękowym, wytwarzającym paliwo gazowe. Natomiast w przewodzie szącym przy maksymalnie otwartej przepustnicy ciśnienie mieszanki paliwowo-powietrznej wynosi w przeciętnych warunkach eksploatacyjnych $p_m = 708 \text{ mm Hg} = 94,4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$. Zatem ciśnienie parojalne par paliwa obliczone wg wzoru (15) wynosi $p_o = 12,19 \text{ mm Hg} = 1625 \text{ Pa}$. Wartości innych stałych występujących we wzorze (14) należy przyjmować dla temperatury mieszanki paliwowo-powietrznej T_m . Różni się ona od temperatury otoczenia T , gdyż w procesie parowania paliwa następuje spadek temperatury zarówno kropli paliwa jak i powietrza. Temperaturę mieszanki można określić na podstawie bilansu cieplnego przyjmując, że następuje całkowite odparowanie paliwa oraz że temperatura kropli odpowiada temperaturze mieszanki. Wtedy mamy:

$$T_m = T - \frac{L_{\text{par}}}{\alpha L_o C_{\text{pow}} + C_{\text{pal}}} \quad (16)$$

gdzie:

L_{par} - ciepło parowania paliwa [J/kg]

$C_{\text{pow}}, C_{\text{pal}}$ - ciepła właściwe pod stałym ciśnieniem powietrza i cieplego paliwa J/kg K

Przeprowadzone obliczenia pozwoliły stwierdzić, że temperatura mieszanki jest niższa od temperatury otoczenia o $\Delta T = T - T_m = 17,3 \text{ K}$ i wynosi w normalnych warunkach eksploatacyjnych (temperatura otoczenia 20°C) $T_m = 276 \text{ K}$.

Temperaturą, w której paliwo stanie się parą nasyconą wynosi $t_x = -0,26^\circ\text{C}$ a zatem najniższą dopuszczalną temperaturą, przy której możliwe jest całkowite odparowanie paliwa wynosi $t_{\text{par min}} = 17,04 \approx 17^\circ\text{C}$. Jeżeli temperatura powietrza jest niższa, wówczas niezbędne jest jego wstępne ogrzanie.

Po wstawieniu wartości stałych λ, C_p, ρ, R i p_s dla metylocykloheksanu w temperaturze $T_m = 276 \text{ K}$ i wyznaczonej wartości p_o do wzoru (14) otrzymałem wartość stałej parowania badanego paliwa równą $K = 1,91 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$.

4. Obliczenie drogi parowania kropli paliwa w gaźniku ultradźwiękowym

Biorąc pod uwagę wyniki obliczeń stałej K można wyznaczyć stałą równania (7a). Wynosi ona

$$\lambda = \frac{4K \text{Nu}}{\rho_o} = \frac{4 \cdot 1,91 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7}{763,5} = 2,70 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

W obliczeniach zastosowano średnią wartość liczby Nusselta w wariancie pesymistycznym $Nu \approx 2,7$. W rzeczywistości należy się liczyć z nieco mniejszymi wartościami liczby Nusselta dla większości kropeł rozpatrywanego aerozolu rzędu 2,1-2,2. Ponieważ stała $k = \frac{18 \sqrt{p}}{\rho c} = 40,1 \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{s}$ dla aerozolu paliwa w powietrzu, to $q = \frac{k}{a} = 14,85$.

W rozważaniach dotyczących procesu parowania kropeł paliwa w ośrodku gazowym zastosowałem średnią średnicę zbioru kropeł wg Sautera $D_{3,2} = \frac{\sum(D^3 \Delta n)}{\sum(D^2 \Delta n)}$, charakteryzującą zasięg kropeł oraz wymianę ciepła i masy między kroplami paliwa a ośrodkiem gazowym. W prowadzonych eksperymentach wartość ta zmieniała się w zależności od wydajności rozpylacza, jego mocy a przede wszystkim stanu powierzchni ozoła koncentratora (powierzchnia gładka, piaskowana, różna rodzaje porowatych nakładek) w granicach od kilku do kilkunastu μm . Biorąc pod uwagę najgorsze możliwe warunki pracy i obciążenia rozpylacza ultradźwiękowego przyjmuję w obliczeniach początkową średnicę kropli $D_0 = 15 \mu m$.

Na podstawie wzoru (13a) można określić drogę przybytą przez kroplę w kierunku poziomym do momentu jej całkowitego odparowania

$$L_x = \frac{v_0 + q u_0}{\lambda(q+1)} D_0^2 = \frac{10 + 14,85 \cdot 16}{2,7 \cdot 10^{-8} \cdot 15,85} (1,5 \cdot 10^{-5})^2 = 13,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Natomiast w kierunku pionowym zasięg kropli do momentu jej odparowania jest znikomo mały i ten rozmiar kamery mieszania jest całkowicie nieistotny. Zasięg ten wynosi

$$L_y = \frac{g(1 - \rho_p/\rho_0)}{2(q+1)} \left(\frac{D_0}{\lambda}\right)^2 = 2,15 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

Krople paliwa wyrzucane są z ozoła rozpylacza w przeciwnym kierunku do strugi gazu. Krople te zmieniają swój kierunek ruchu, tzn. osiągną prędkość względną w stosunku do strugi gazu równą 0 na drodze L'_x (obliczoną wg wzoru (13))

$$L'_x = \frac{D_0^2 u_0}{\lambda} \frac{-\frac{v_0}{u_0} - q + q(1 - \frac{v_0}{u_0})^{-1/q}}{q+1} = 3,27 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

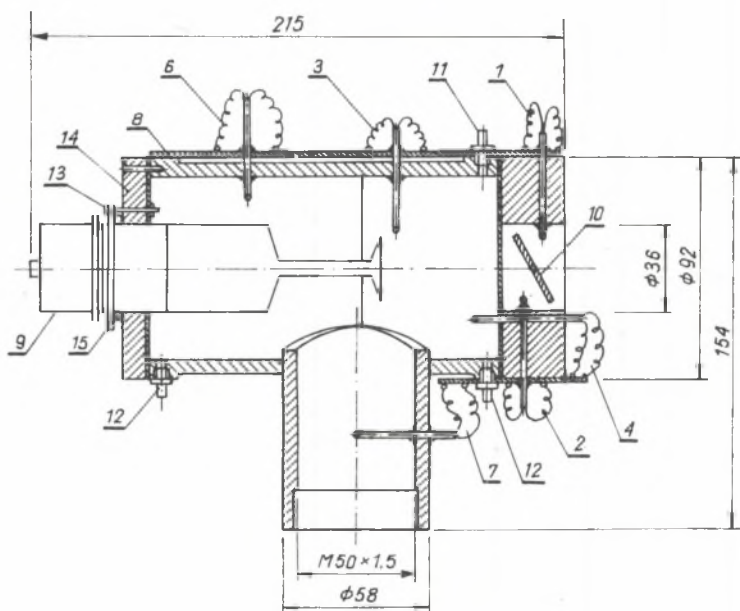
Uzyskany wynik świadczy o tym, że krople paliwa wyrzucane w przeciwnym kierunku do momentu całkowitego odparowania mogą padać wielokrotnie na ozoło rozpylacza ulegając dodatkowemu rozpyleniu, co przyspiesza będzie proces ich odparowania. Przy dużych natężeniach przepływu może to jednak prowadzić do koagulacji kropełek aerozolu. Jak wykazały badania Szezeińskiego i Klimowskiego [8], zawirowanie strumienia powietrza i paliwa w gaźniku prowadzi do zwiększenia współczynnika odparowania paliwa w stosunku do gaźnika konwencjonalnego o ok. 5-6%, co wyraźnie polepsza własności trakcyjne samochodu Fiat 126 P.

Dla osiągnięcia podobnego efektu w gaźniku ultradźwiękowym ukształtowano tak komorę mieszania, by strumień powietrza po osiągnięciu czoła rozpylacza i zawirowaniu za płytą rozpylającą musiał zmienić kierunek ruchu o 90° w kierunku kanału wylotowego, znajdującego się poniżej rozpylacza.

Wnioski wypływające z niniejszych rozważań zostały uwzględnione przy konstrukcji gaźnika ultradźwiękowego.

Konstrukcja gaźnika ultradźwiękowego nowej wersji została opisana w sprawozdaniu z pracy wykonywanej w 1982 r. w ramach problemu MRI-10 na zlecenie Instytutu Techniki Ciepłej Politechniki Śląskiej. Gaźnik z zabudowanymi termoparami do pomiaru zmian temperatury mieszanki w trakcie odparowania paliwa przedstawia rys. 2.

Skonstruowany gaźnik zamontowany został na stacjonarnym stanowisku badawczym na hamowni Zakładu Silników Spalinowych Politechniki Śląskiej, gdzie poddawany jest obecnie serii badań testowych.



Rys. 2. Gaźnik ultradźwiękowy przeciwprądowy z zabudowanymi termistorami
 1-7 - kolejny numer termistora, 8 - płytka połączeniowa, 9 - rozpylacz ultradźwiękowy, 10 - przepustnica, 11 - króciec do pomiaru podciśnienia, 12 - króciec odprowadzające skropliny, 13 - śruby mocujące rozpylacz do gaźnika
 14 - śruby mocujące tylną ściankę z komorą, 15 - uszczelka typu O-ring

LITERATURA

1. Kowalewicz A.: Systemy spalania szybkoobrotowych tłokowych silników spalinowych. WKŁ, Warszawa 1980.
2. Wójcicki St.: Spalanie. WNT, Warszawa 1969.
3. Ranz W., Marshall W.: Chem. Engng. Progr. 48, 141-146, 173-180 (1952).
4. Miller Z., Szozeński St., Ziarko F.: Technika Motoryzacyjna nr 1, (1978).
5. Landolt-Börnstein: Zahlenwerte und Funktionen t. IV, Springer Verlag, Berlin 1961.
6. Timmermans J.: Physico-chemical constants, of pure organic liquids, Amsterdam 1963.
7. Środulski T., Zabłocki M.: Gaźniki samochodowe, PWT, Warszawa 1960.
8. Szozeński St., Klimowski R.: Technika Motoryzacyjna nr 1, 1981 str.8 i nr 11-12, 1981 str. 2.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Ryszard Petela

Wpłynęło do Redakcji w październiku 1983 r.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУТИ ВОСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ ТОПЛИВА
В УЛЬТРАЗВУКОВОМ КАРБУРАТОРЕ В АСПЕКТЕ
ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ КАМЕРЫ СМЕШИВАНИЯ

Р е з ю м е

В статье рассматривается вопрос движения капель топлива в струе газа, а также их испарение во время движения. Приводится тоже способ определения постоянной испарения в условиях работы ультразвукового карбюратора. На этой основе были определены оптимальные размеры камеры смешивания карбюратора.

A METHOD OF DEFINING THE WAY OF VAPORIZATION
OF FUEL DROPS IN AN ULTRASONIC CARBURATOR
IN THE ASPECT OF THE OPTIMIZATION OF THE MIXING CELL

S u m m a r y

The subject of the paper is the problem of a movement of fuel drops in a gas stream and of their evaporation during the motion.

A method of calculating the vaporization constant index in working conditions of an ultrasonic carburetor is presented too.

Basing on the method the evaluation of optimal dimensions of the mixing cell in the carburetor is presented.