

► Andrzej Strugała, Grzegorz Czerski, Zbigniew A. Tałach¹

Koncentryczne systemy powietrzno-spalinowe – perspektywy rozwoju w budownictwie mieszkaniowym

W ramach jednej z prac statutowych na Akademii Górniczo-Hutniczej przeprowadzono badania koncentrycznych przewodów spalinowych. Uzyskane w trakcie obliczeń rezultaty potwierdziły, że wstępne podgrzewanie powietrza w koncentrycznym przewodzie powietrzno-spalinowym ma znaczny wpływ na efektywność wykorzystania gazu ziemnego w urządzeniach z zamkniętą komorą spalania z zastosowaniem zarówno pojedynczych, jak i zbiorczych systemów kominowych. O tym jaki jest jednak wzrost sprawności – więcej w artykule.

■ Z kart historii przewodów

Stosowane w Europie od wielu wieków kominy w ostatnich latach uległy zasadniczym przeobrażeniom. W III i IV wieku naszej ery w Europie zapoczątkowano bu-

dowę kominów otwartych bezpośrednio nad paleniskami, wychodzących ponad dach w formie wąskich kanałów przeznaczonych do odprowadzania spalin, do których obudowy jako materiału konstrukcyjnego stosowano naturalny kamień.

¹ Andrzej Strugała – Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków
Grzegorz Czerski – Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków
Zbigniew A. Tałach – Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego

W średniowieczu rozpoczęto budowę kominów wykonywanych z cegły wypalanej. Takie konstrukcje kominów przetrwały do początków XX wieku, tzn. do końca epoki paliwa stałego (drewna i węgla) [1].

Głównymi czynnikami rozwoju systemów kominowych stało się szerokie wykorzystanie gazowych i ciekłych paliw węglowodorowych oraz konieczność poprawy bezpieczeństwa użytkowników urządzeń grzewczych.

W technice kominowej wprowadzono istotne zmiany, od momentu kiedy zaczęto powszechnie stosować gaz ziemny, gaz płynny propan-butan i oleje opałowe. Spalaniu tych paliw węglowodorowych zawsze towarzyszy wydzielanie się znacznej ilości pary wodnej, która z innymi składnikami spalin (związki siarki i azotu) tworzy kwaśny kondensat. Spaliny z gazowych urządzeń grzewczych silnie oddziałują termicznie i chemicznie na strukturę kominów wykonanych z cegły na zaprawie wapiennej, stąd powstała konieczność zabezpieczenia struktur konstrukcyjnych komina przed destrukcyjnym działaniem kondensatu [2]. W Polsce w latach 70. ubiegłego wieku zaczęto stosować zabezpieczenie kominów poprzez stosowanie wkładów cementowo-azbestowych, pojawiły się też pierwsze konstrukcje kominów wykonanych z rur ceramicznych, często glazurowanych.

Alternatywne rozwiązanie pojawiło się w latach 50. ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych, powstały tam pierwsze wkłady kominowe wykonane ze stali stopowych kwasoodpornych. Technologia produkcji metalowych wkładów kominowych i kominów została szeroko rozpropagowana na przełomie lat 70. i 80. w krajach europejskich, w Polsce po roku 1990 powstało kilkanaście fabryk zajmujących się wysoko wyspecjalizowaną produkcją kominów metalowych ze stali kwaso- i żaroodpornej. Ubocznym skutkiem prowadzonych w ostatnich latach na szeroką skalę działań termomodernizacyjnych jest duża liczba wypadków zatruć tlenkiem węgla, w tym niestety także śmiertelnych. Zaczadzenia spowodowane są najczęściej ograniczeniem dopływu powietrza do spalania paliw węglowodorowych do pomieszczeń wyposażonych w urządzenia z otwartą komorą spalania, poprzez zastosowanie szczelnej stolarki budowlanej. W takiej sytuacji koniecznością staje się zastąpienie tradycyjnych urządzeń gazowych urządzeniami z zamkniętą komorą spalania, które całkowicie eliminują niebezpieczeństwo przedostania się CO do powietrza w pomieszczeniach. Urządzenia te mają też wysoką sprawność energetyczną, a ponadto ich stosowanie obniża wymagania odnośnie skuteczności wentylacji pomieszczeń,

SPRAWDŹ OFERTĘ PRODUCENTÓW

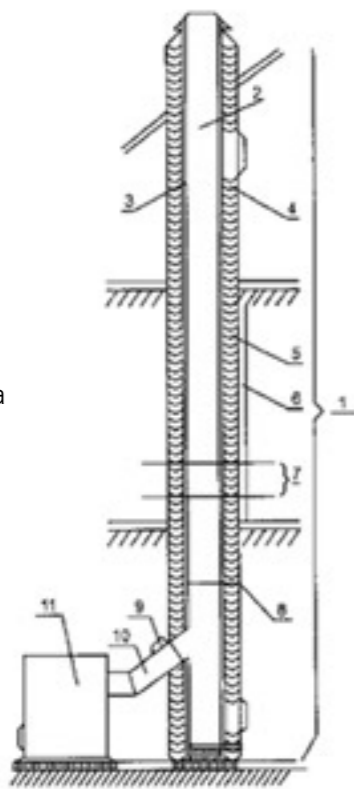


„PRESTO” Sp. z o.o.
ul. Mehoffera 86, 03-118 Warszawa
tel. 22 374 74 67, 889 56 75
faks 22 435 78 33, 207 24 36
www.presto-kominy.pl
biuro@presto-kominy.pl



„Komin-Flex” Sp. z o.o.
ul. Górnośląska 1, 43-200 Pszczyna
tel. 32 210 11 44, faks 32 210 40 10
www.kominflex.com.pl
komin@kominflex.com.pl

- 1 – kanał spalinowy
- 2 – wewnętrzna warstwa komina
- 3 – izolacja termiczna
- 4 – zewnętrzna ściana przewodu kominowego
- 5 – obudowa lub okładzina
- 6 – odcinek komina
- 7 – komin (wielościenny), wielowarstwowy
- 8 – kształtka kominowa
- 9 – łącznik (czopuch)
- 10 – urządzenie grzewcze



1 Komin i jego elementy [3]

w których są usytuowane (zmniejszenie strat ciepła z powietrzem wentylacyjnym). Urządzenia z zamkniętą komorą spalania wymagają jednak całkowicie nowego rozwiązania układów kominowych, a mianowicie systemów powietrzno-spalinowych. Ich zadaniem jest nie tylko skuteczne odprowadzanie spalin z urządzenia gazowego, ale także doprowadzanie do niego powietrza potrzebnego do spalania [3, 4].

Podział i klasyfikacja współczesnych kominów

Norma PN EN 1443:2005 definiuje komin w sposób jednoznaczny: jest drogą przenoszenia spalin w przypadku komina spalinowego i drogą przenoszenia zużytego powietrza w przypadku komina wentylacyjnego (rys. 1).

Obudową komina jest wszystko to, co go otacza, czyli jest to konstrukcja, stanowiąca integralną część budowli, lub też wolno stojąca murowana, betonowa, metalowa lub inna zawierająca jeden lub więcej pionowych przewodów. Kminy można dzielić i klasyfikować na wiele sposobów [5].

Ze względu na pełnioną funkcję [3]:

- kminy dymowe – służą do odprowadzenia spalin zawierających poza tlenkami azotu i węgla również pyły i sadzę oraz parę wodną z palenisk opalanych paliwem stałym;
- kminy spalinowe – służą do odprowadzenia spalin z palenisk gazowych i opalanych paliwem ciekłym;
- kminy wentylacyjne – nawiewne służą do dostarczania powietrza koniecznego do procesu spalania oraz wywiewne do wymiany zużytego powietrza w pomieszczeniu.

Ze względu na temperaturę spalin [2]:

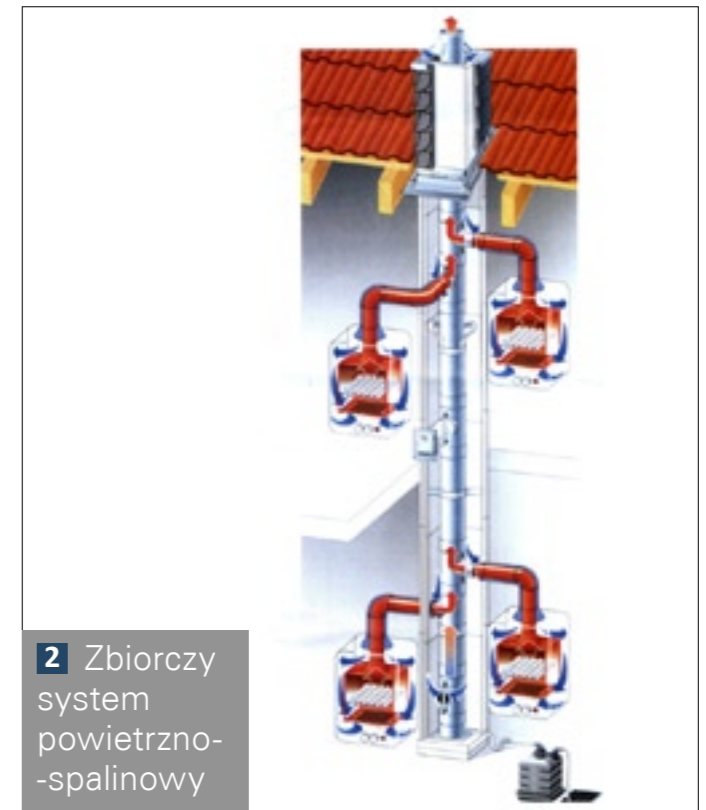
- kminy niskotemperaturowe o zakresie pracy 80–100°C, w mokrym trybie pracy, przeznaczone do niskotemperaturowych kotłów centralnego ogrzewania, kotłów kondensacyjnych, itp.;
- kminy średnotemperaturowe o zakresie pracy 50–200°C, w suchym trybie pracy, przeznaczone do kotłów centralnego ogrzewania, przepływowych ogrzewaczy wody, term, wysokosprawnych urządzeń na paliwa stałe;
- kminy wysokotemperaturowe o zakresie pracy >220–300°C, pracujące w warunkach podciśnienia, przeznaczone dla urządzeń na paliwa stałe: drewno, węgiel, pelety.

Ze względu na występujące w nich ciśnienie [5]:

- kminy pracujące w warunkach podciśnienia – dla ciśnienia wewnątrz komina niższego od atmosferycznego a podciśnienie to ma wartość od 2 do 20 Pa;
- kminy pracujące w warunkach nadciśnienia – dla ciśnienia wewnątrz komina wyższego od atmosferycznego, a nadciśnienie to ma wartość od 20 do 200 Pa;
- kminy pracujące w warunkach wysokiego nadciśnienia – dla ciśnienia wewnątrz komina znacznie wyższego od atmosferycznego, a nadciśnienie to ma wartość od 200 Pa do 5000 Pa.

Ze względu na konstrukcję obudowy [3]:

- kminy jednowarstwowe, w których ściana przewodu jest jednorodna np. kminy murowane, ze stali grubościenniej, cementowo-szamotowe itp.;
- kminy wielowarstwowe, w których ściana komina składa się z kilku warstw np. kminy betonowe jako warstwa nośna, z izolacją termiczną i okładziną wewnętrzną odporną na działanie spalin, kminy ze szlachetnej stali kwasoodpornej w otulinie termoizolacyjnej w płaszczu osłonowym. Do kominów wielowarstwowych należy również zaliczyć najnowocześniejsze konstrukcje SPS, czyli koncentryczne systemy powietrzno-spalinowe, gdzie przewód wewnętrzny odprowadza spaliny, a przewód zewnętrzny dostarcza powietrze do spalania;
- kminy wewnętrzne – przewody kominowe różnego przeznaczenia grupowane w kminy, prowadzone wewnątrz budynku jako samodzielna konstrukcja niezwiązana z budynkiem, lub też związana ze ścianą nośną i prowadzona, jako ściana kominowa;



2 Zbiorczy system powietrzno-spalinowy

– kminy zewnętrzne – prowadzone na zewnątrz budynku, które mogą być konstrukcyjnie powiązane z budynkiem, lub też ich szczególny rodzaj – komin wolno stojący niezwiązany z budynkiem. W urządzeniach z otwartą komorą spalania stosuje się kminy podciśnieniowe (o ile nie jest zainstalowany w nich wentylator). Dla zapewnienia prawidłowej pracy urządzenia i bezpieczeństwa w układzie kominowym musi panować zawsze określony przez producenta urządzenia grzewczego minimalny ciąg kominowy w przedziale 1–15 Pa. Siła ciągu w kanałach spalinowych zależy od ich wysokości i różnicy temperatury spalin i powietrza zewnętrznego. Efektywną długością komina jest w przypadku kominów dymowego i spalinowego odległość od paleniska aż do jego wylotu, natomiast dla komina wentylacyjnego odległość od miejsca włączenia wentylacji do wylotu [3, 4, 6].

Wymagania podstawowe dla konstrukcji kominów

Zgodnie z wymaganiami Dyrektywy Unii Europejskiej 89/106/EWG „Wyroby budowlane” kominy jako elementy budynków i budowli powinny spełniać wymagania podstawowe dla wyrobów budowlanych [7]:

- bezpieczeństwo konstrukcji,
- bezpieczeństwo pożarowe,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrona środowiska,
- ochrona przed hałasem i drganiami,
- oszczędność energii i odpowiednia izola-

cyjność cieplna przegród. Ponadto współczesne systemy kominowe muszą spełniać szereg wymagań dodatkowych [6]:

- być odporne na działanie produktów spalania, często wilgotnych i agresywnych chemicznie,
- zachowywać bezwzględną szczelność (dotyczy to tzw. urządzeń „turbo” wyposażonych w wentylator nadciśnieniowy),
- mieć możliwość dostosowania parametrów pracy do zmieniających się wydajności pracy urządzenia gazowego (np. przy modulacji mocy palników),
- charakteryzować się wysoką trwałoś-

cią i możliwością dostosowania do warunków zabudowy.

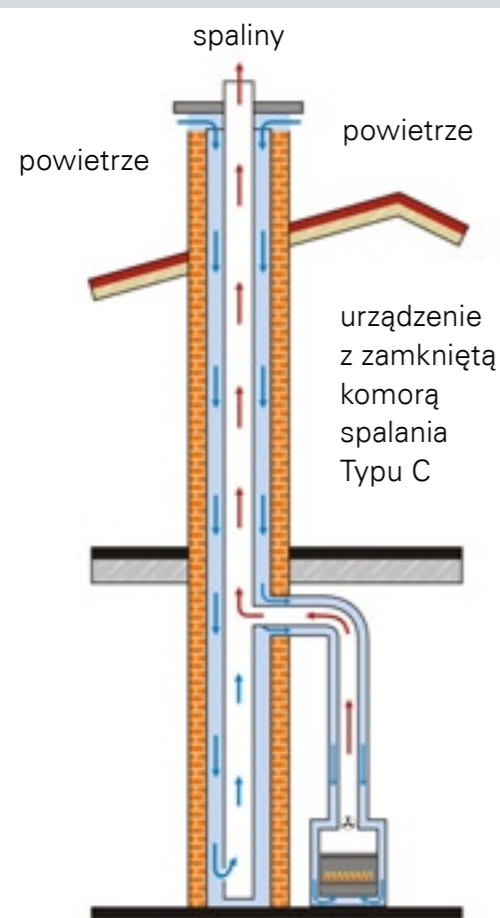
Ze względu na niską temperaturę spalin w nowoczesnych urządzeniach grzewczych, co jest przyczyną wykrapłania się kondensatu, praktycznie wszystkie obecnie stosowane kominy odprowadzające spalinę z urządzeń gazowych mają wykładzinę odporną na działanie skroplin, bądź są wykonane z materiałów kwasoodpornych. Najczęściej wykorzystywana jest stal kwasoodporna, ponadto stosowane są materiały ceramiczne, takie jak szamot kwasoodporny lub specjalnie szklwiolna i wypalana ceramika, której elementy

łączone są za pomocą odpowiednich zapraw żar- i kwasoodpornych [3, 6].

Konstrukcje kominowych systemów powietrzno – spalinowych (SPS)

Rozwój nowoczesnych urządzeń grzewczych, szczególnie urządzeń na paliwa gazowe (kotły centralnego ogrzewania, kotły gazowe dwufunkcyjne, przepływowe ogrzewacze wody itp.) doprowadził do opracowania konstrukcji urządzeń z zamkniętą komorą spalania. Istotą tych rozwiązań jest fakt, iż komora spalania jest

Efektywność energetyczna koncentrycznych systemów powietrzno-spalinowych



3 Schemat działania koncentrycznego systemu spalinowego

System koncentryczny jest najbardziej efektywnym energetycznie układem odprowadzania spalin z urządzeń z zamkniętą komorą spalania. W takim przypadku system powietrzno-spalinowy pełni rolę przeponowego wymiennika ciepła (rys. 3), w którym płynące do urządzenia powietrze w przeciwnym kierunku do spalin odbiera od nich ciepło. Wstępne podgrzewanie powietrza występujące w koncentrycznych przewodach powietrzno-spalinowych jest czynnikiem poprawiającym sprawność urządzeń gazowych. Zbiorcze przewody powietrzno-spalinowe charakteryzują się wyższą efektywnością energetyczną od przewodów pojedynczych, ponieważ ze wzrostem długości przewodu zwiększa się powierzchnia wymiany ciepła, co skutkuje wyższą temperaturą powietrza doprowadzanego do spalania w urządzeniu. W takim układzie każde urządzenie gazowe ma różną efektywność energetyczną, a urządzenie znajdujące się na najniższym poziomie charakteryzuje się najwyższą sprawnością ze względu na najwyższą temperaturę powietrza dopływającego do komory spalania [3, 4]. Koncentryczne systemy powietrzno-spalinowe można traktować jako wymienniki ciepła rura w rurze, gdzie przepływ spalin i powietrza odbywa się w przeciwnym kierunku. Spaliny z urządzenia gazowego płyną rurą koncentryczną do góry, natomiast powietrze niezbędne do spalania w urządzeniu z zamkniętą komorą płynie w przeciwnym kierunku z góry do palnika kotła. Na podstawie badań doświadczalnych trudno jest precyzyjnie określić, za jaką część wzrostu sprawności w urządzeniach gazowych od-

powiada wstępne podgrzewanie powietrza w przewodach powietrzno-spalinowych. Do obliczenia efektywności energetycznej systemów powietrzno-spalinowych użyć można równań kryterialnych opisujących wymianę ciepła [9]:

$$Nu = C \cdot Re^A \cdot Pr^B \quad (1)$$

gdzie: Nu – liczba Nusselta $Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda}$, [-]

Re – liczba Reynoldsa $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\eta}$, [-]

Pr – liczba Prantla $Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{\lambda}$, [-]

α – współczynnik wnikania ciepła, [W/(m²·K)]

D – średnica hydrauliczna przewodu, [m]

λ – współczynnik przewodzenia ciepła, [W/(m²·K)]

ρ – gęstość, [kg/m³]

w – prędkość liniowa, [m/s]

η – lepkość dynamiczna, [kg/(m·s)]

Dla gazów o małej lepkości i wielkości przepływu, dla którego $Re > 2100$, współczynniki przyjmują wartości:

$$C=0,023 \quad A=0,8 \quad B=0,4$$

odseparowana od pomieszczenia, w którym urządzenie jest zamontowane, a dopływ powietrza i odprowadzenie spalin odbywa się za pomocą specjalnie do tego przeznaczonego systemu kominowego, tj. przewodów powietrzno-spalinowych (SPS) [3, 4, 6].

Systemy powietrzno-spalinowe mogą być stosowane zarówno w budynkach jednorodzinnych, jak i wielokondygnacyjnych. W przypadku tych pierwszych najczęściej instaluje się pojedynczy przewód powietrzno-spalinowy, natomiast w wielokondygnacyjnych budynkach mieszkalnych zazwyczaj podłącza się kilka urządzeń gazowych do zbior-

czego systemu kominowego (rys 2). Liczba urządzeń grzewczych podłączonych do jednego przewodu spalinowego zależy od mocy urządzeń oraz wysokości i przekroju poprzecznego przewodu spalinowego. Oprócz tradycyjnego odprowadzania spalin przez komin może się ono również odbywać bezpośrednio przez ścianę budynku, z tym, że w Polsce przepisy ograniczają maksymalną moc urządzeń do 21 kW dla domów jednorodzinnych wolno stojących oraz do 5 kW dla pozostałych budynków [3]. W systemach takich wykorzystuje się dwa podstawowe rozwiązania [4, 6, 8]:

- doprowadzenie powietrza i odprowadze-

- doprowadzenie powietrza i odprowadzanie spalin dwoma niezależnymi przewodami.

Jak już wspomniano, układy koncentryczne zaliczane są do grupy kominów wielowarstwowych. Podstawowym atutem systemów koncentrycznych jest zwiększenie przez nie efektywności energetycznej urządzeń grzewczych, a ich dodatkową zaletą jest skuteczne izolowanie przewodu spalinowego, co praktycznie eliminuje ryzyko przedostawania się spalin do pomieszczeń mieszkalnych. Stosowane są dwa rozwiązania systemów koncentrycznych [2, 3, 6, 8]:

- dostarczanie powietrza i odprowadzanie spalin przy wykorzystaniu przewodu powietrzno-spalinowego składającego się ze współosiowych rur (rura w rurze),
- odprowadzanie spalin poprzez wewnętrzną rurę, natomiast dostarczanie powietrza przez pozostałą przestrzeń w kanale kominowym.

W systemach z oddzielnym doprowadzaniem powietrza i odprowadzaniem spalin nie ma możliwości odzysku ciepła ze spalin. Najczęściej w takich układach powietrze doprowadzane jest przewodem wyprowadzonym przez ścianę boczną pomieszczenia, w którym znajduje się urzą-

Efektywność energetyczna koncentrycznych systemów powietrzno-spalinowych

W systemach powietrzno-spalinowych traktowanych jako wymienniki ciepła wyznaczenie współczynnika wnikania ciepła od strony powietrza i spalin można dokonać za pomocą uproszczonych wzorów Schacka:

$$\alpha = \varphi \cdot \frac{w_0^{0,75}}{d^{0,25}} \quad (2)$$

gdzie: w_0 – prędkość gazu w temperaturze 0°C i pod ciśnieniem 760 mmHg, [m/s],

φ – funkcja Schacka,
 d – średnica rury, [m].

Funkcja Schacka dla przepływu burzliwego gazów w rurach przybiera następujące postaci:

– dla powietrza $\varphi = 3,55 + 0,168 \frac{t}{100} \quad (3)$

– dla spalin $\varphi = 3,6 + 0,22 \frac{t}{100} \quad (4)$

gdzie: t – temperatura, [°C].

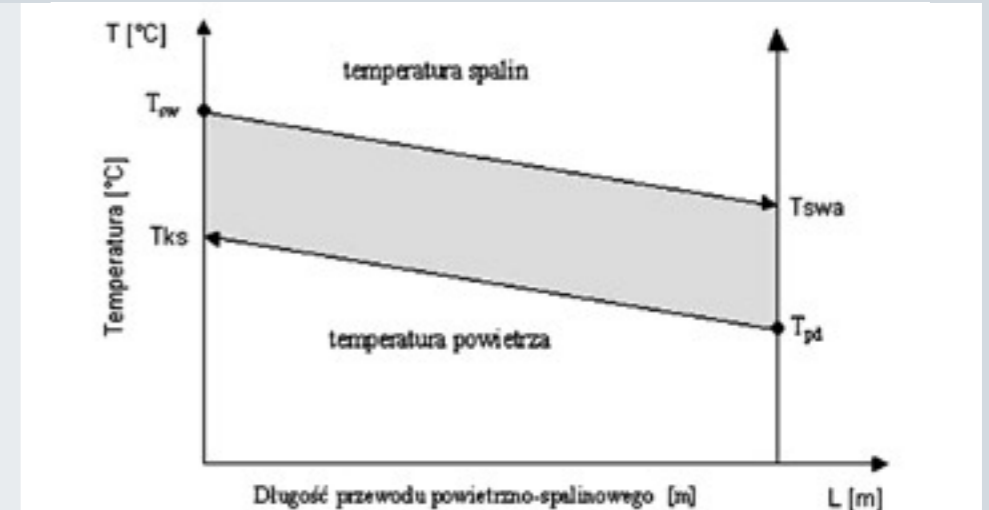
Współczynnik przenikania ciepła dla tego systemu można wyznaczyć za pomocą następującego równania:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (5)$$

gdzie: k – współczynnik przenikania ciepła, [W/(m²·K)]
 s – grubość rury, [m]
 λ – współczynnik przewodności rury, [W/(m·K)]
 α_1 i α_2 – współczynnik wnikania ciepła od strony powietrza i spalin, [W/(m²·K)].

Przebieg wymiany ciepła w koncentrycznych przewodach powietrzno-spalinowych obrazuje rys. 4, na którym przedstawiono wpływ długości przewodu na temperaturę spalin opuszczających system kominowy oraz temperaturę powietrza dostarczanego do spalania [9].

Do obliczeń zjawiska wymiany ciepła w tego typach systemów kominowych i jej wpływu na efektywność energetyczną urządzeń gazowych można wykorzystać oprogramowanie CFD (Computational Fluid Dynamics) Fluent. Programy CFD pozwalają uzyskać niezbędne informacje o przepływie płynu (rozkład pola prędkości, pole ciśnienia), ruchu ciepła (pole temperatury) i masy (w tym reakcje che-



T_{sw} – temperatura spalin opuszczających urządzenie;
 T_{pd} – temperatura powietrza wlotowego do systemu powietrzno-spalinowego

4 Rozkład temperatury w przewodach powietrzno-spalinowych

miczne). Osiąga się to poprzez numeryczne rozwiązanie równań opisujących wymianę pędu, bilansu energii i masy. Przy pomocy oprogramowania Fluent przeprowadzono obliczenia symulacyjne, które miały na celu określenie wpływu zastosowania koncentrycznych przewodów po-

dzenie, a spaliny odprowadzane są ponad dach. Istnieje możliwość odprowadzania spalin indywidualnie z każdego urządzenia lub za pomocą zbiorczego przewodu spalinowego.

Ponadto można stosować doprowadzanie powietrza i odprowadzanie spalin przez przewód wyprowadzany ponad dach, jednak tego typu system stosuje się najczęściej w sytuacji, gdy urządzenie gazowe jest umieszczone na najwyższej kondygnacji budynku [6].

Istotnym problemem jest dostosowanie układów powietrzno-spalinowych dla potrzeb powszechnego budownictwa wie-

lokondygnacyjnego. Instalacja takich systemów jest prostsza w przypadku nowo wznoszonych budynków, natomiast trudniejsza w istniejących budynkach (wymiana urządzeń i związana z tym adaptacja istniejącego systemu spalinowego). Kluczową sprawą w przypadku adaptacji budynków wielokondygnacyjnych, w celu instalacji w nich nowoczesnych systemów powietrzno-spalinowych stosowanych dla urządzeń z zamkniętą komorą spalania, jest optymalne wykorzystanie istniejących w budynku instalacji wentylacyjnej i spalinowej. Istnieje szereg sposobów takiej adaptacji i możliwe jest wykorzystywanie tego typu roz-

wiązania na większą niż dotychczas skalę [4]. Na szczególną uwagę ze względów zarówno ekonomicznych, jak i technicznych zasługuje dopuszczone niedawno rozwiązanie C9, polegające na wprowadzaniu przewodu spalinowego do istniejącego komina i wykorzystanie przestrzeni pomiędzy rurą a kominem jako przewodu powietrznego [8].

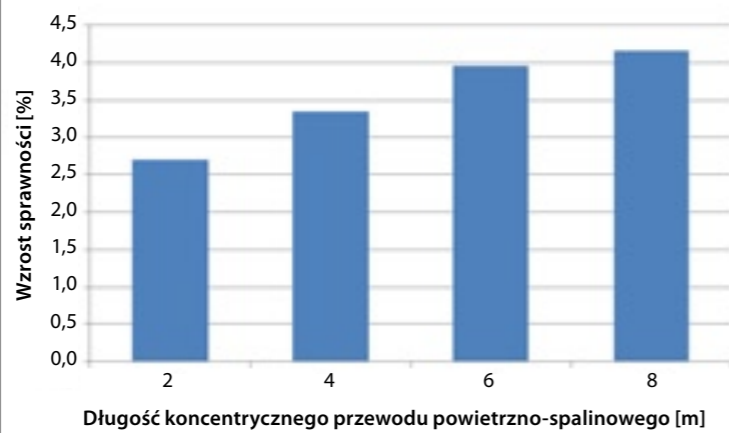
Podsumowanie

Systemy kominowe w ostatnich latach uległy zasadniczym przeobrażeniom i obec-

nie są to nowoczesne układy dostosowane do wymagań obecnych na rynku urządzeń grzewczych. Głównymi czynnikami rozwoju systemów kominowych było szerokie wykorzystanie gazowych i ciekłych paliw węglowodorowych oraz konieczność poprawy bezpieczeństwa użytkowników urządzeń grzewczych. Coraz większa liczba instalowanych urządzeń grzewczych z zamkniętą komorą spalania wymaga zastosowania wraz z nimi systemów powietrzno-spalinowych służących do odprowadzania spalin i doprowadzania powietrza do spalania. Szczególnie zalecanym rodzajem takich systemów kominowych są koncentryczne

Efektywność energetyczna koncentrycznych systemów powietrzno-spalinowych

5 Wzrost sprawności urządzeń gazowych spowodowany wstępnym podgrzewaniem powietrza w pojedynczych przewodach powietrzno-spalinowych dla różnych długości przewodów

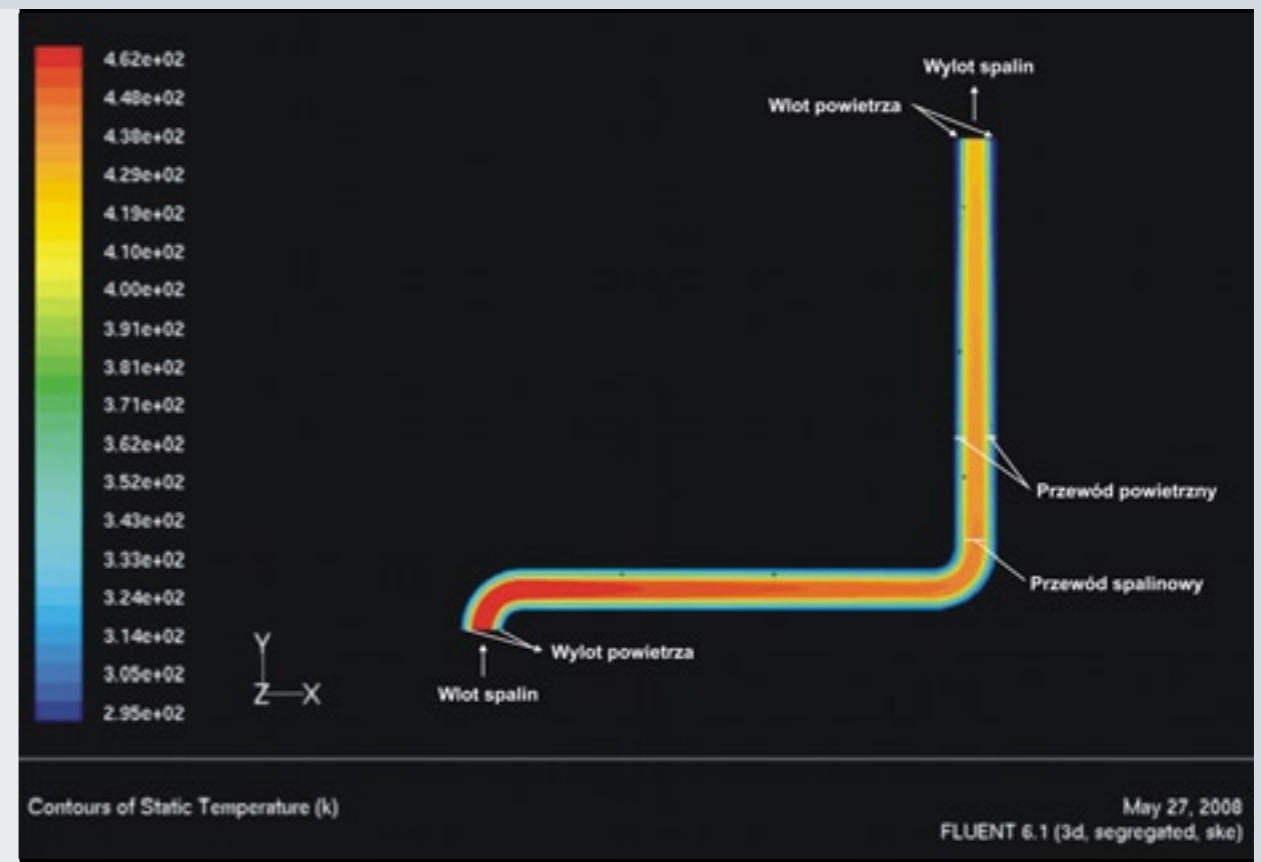
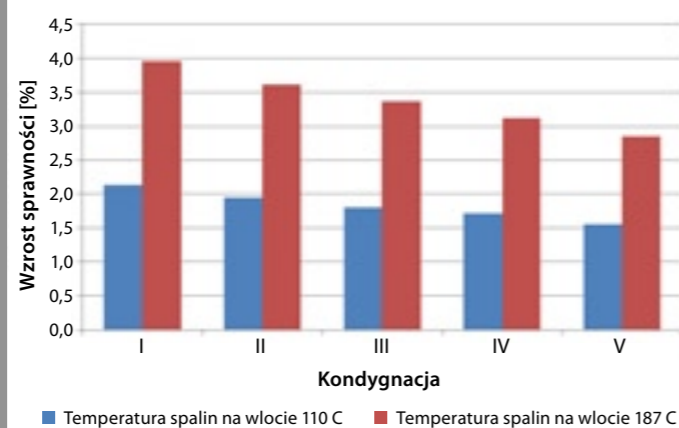


wietrzno-spalinowych na efektywność energetyczną i zużycia gazu w urządzeniach z zamkniętą komorą spalania [10]. Obliczenia dotyczyły urządzenia gazowego o mocy nominalnej 19,5 kW podłączonego wariantowo do:

- koncentrycznych przewodów pojedynczych o różnej długości (przyjęto temperaturę spalin na wlocie do przewodu spalinowego 187°C) – rys. 5,
- koncentrycznych przewodów zbiorczych dla różnych kondygnacji budynku pięciokondygnacyjnego (przyjęto dwie różne temperatury spalin na wlocie do przewodu spalinowego: 110 i 187°C) – rys. 6.

Przyjęte do obliczeń wartości temperatury spalin są typowe

6 Wzrost sprawności urządzeń gazowych spowodowany wstępnym podgrzewaniem powietrza w zbiorczych koncentrycznych przewodach powietrzno-spalinowych dla poszczególnych kondygnacji i dla różnych temperatur spalin na wlocie



dla powszechnie stosowanych urządzeń gazowych, tj. kotłów gazowych (ok. 110°C) i przepływowych ogrzewaczy wody (187°C).

7 Przykładowy rozkład temperatury [K] dla przewodu powietrzno-spalinowego o długości 2 m

przewody powietrzno-spalinowe, ze względu na ich korzystny wpływ na efektywność urządzeń grzewczych.

Do zalet nowoczesnych systemów powietrzno-spalinowych zaliczyć można:

- eliminację zagrożeń zatrucia tlenkiem węgla w budownictwie mieszkaniowym,
- zwiększenie efektywności energetycznej urządzeń grzewczych,
- poprawę wentylacji w pomieszczeniach, w których zamontowane są urządzenia grzewcze, a co za tym idzie komfortu życia mieszkańców,
- obniżenie kosztów inwestycyjnych budowy kominów,

- zmniejszenie strat kominowych,
- zmniejszenie kosztów eksploatacji,
- zmniejszenie zużycia paliwa przez urządzenia grzewcze. ■

Artykuł został przygotowany w ramach pracy statutowej AGH nr 11.11.210.172

LITERATURA:

1. A. Kaczkowska – Podstawy kominiarstwa, Wydawnictwo i Handel Książkami „KaBe” s.c., Krosno, 2008.
2. O. E. Fischer, G. Schoppenhauer – Hausschornsteine, 1996 Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin.
3. J. Budzynowski, Z. Tałach, Odprowadzanie spalin

z urządzeń gazowych. Współczesne kierunki, Rynek Instalacyjny 7-8/2001, s. 50.

4. G. Czerski, A. Strugała – Chimney systems used for gas appliances with a closed combustion chamber in multi-storey residential buildings, Monografia: "Proceedings of Research Works of the Faculty of Fuels and Energy AGH-University of Science and Technology in Krakow and Department Chemistry of Fuels VSB-Technical University Ostrava", November 2008.
5. Norma PN EN 1443:2005, Kominy. Wymagania ogólne.
6. P. Cembala – Dostosowanie współczesnych systemów kominowych do wymogów Unii Europejskiej, II Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Eko-Komin „Nowoczesne i bezpieczne

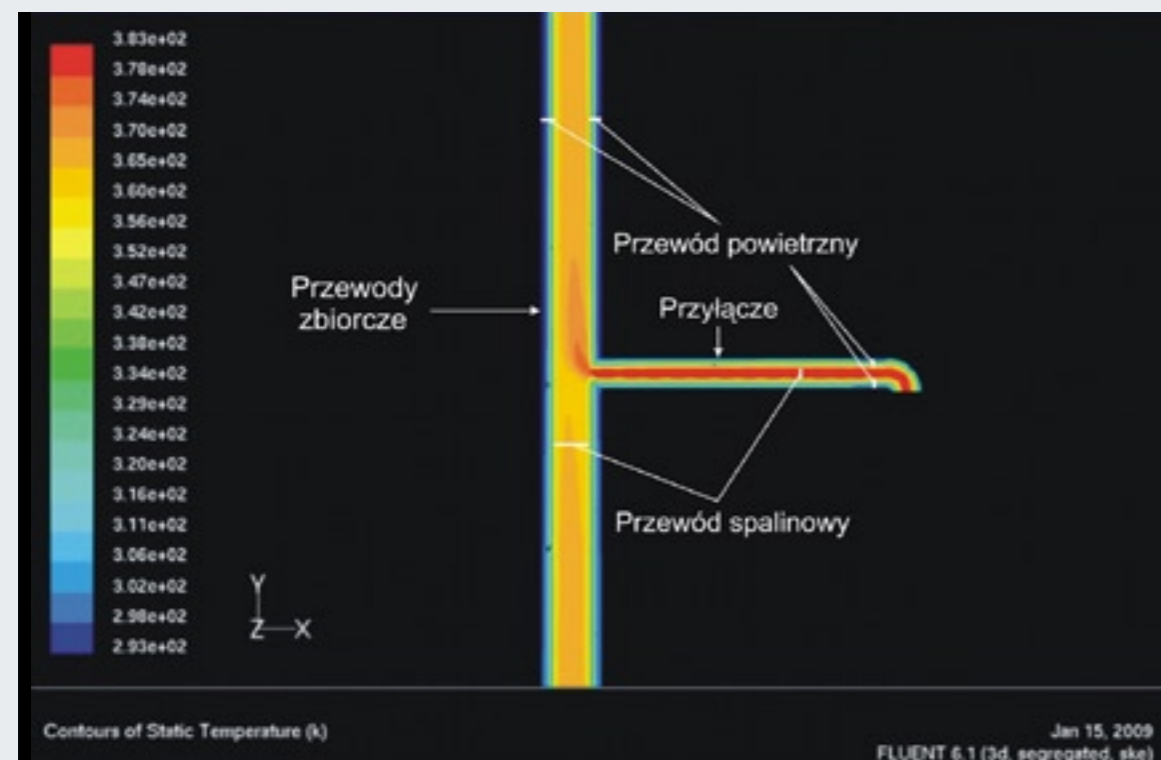
systemy kominowe i wentylacyjne w budownictwie mieszkaniowym”, Kraków, 2006, s. 55-68.

7. Dyrektywa Unii Europejskiej 89/106/EWG „Wyroby budowlane”.
8. Raport CEN (European Committee for Standardization) TR-1749 – European scheme for the classification of gas appliances according to the method of evacuation of the combustion products (types).
9. T. Hobler – Ruch ciepła i wymienniki, (wyd. III), WNT Warszawa.
10. G. Czerski – Chimney systems used for gas appliances with a closed combustion chamber in multi-storey residential buildings, Mineral Resources Management, 2008, Tom 24, Zeszyt 3/3, s. 49–56.

Efektywność energetyczna koncentrycznych systemów powietrzno-spalinowych

Przykładowe rozkłady temperatury w koncentrycznych przewodach powietrznym i spalinowym przedstawiono na rys. 7 i rys. 8.

W tablicach 1 i 2 przedstawiono oszacowane zmniejszenia zużycia gazu w wyniku wzrostu sprawności urządzenia gazowego.



8 Przykładowy rozkład temperatury [K] dla fragmentu zbiorczego koncentrycznego systemu kominowego

Wielkość	Długość przewodu powietrzno-spalinowego				
	0 m	2 m	4 m	6 m	8 m
Zużycie gazu wysokometanowego E [m ³ /h]	2,294	2,224	2,208	2,193	2,188
Zmniejszenie zużycia gazu [%]	–	3,1	3,7	4,4	4,6

Tablica 1. Zmniejszenie zużycia gazu spowodowane stosowaniem pojedynczych koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych

Wielkość	Kondygnacja				
	I	II	III	IV	V
Dla temperatury spalin na wlocie 110°C					
Zużycie gazu wysokometanowego E [m ³ /h]	2,238	2,243	2,246	2,249	2,253
Zmniejszenie zużycia gazu [%]	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8
Dla temperatury spalin na wlocie 187°C					
Zużycie gazu wysokometanowego E [m ³ /h]	2,193	2,201	2,207	2,213	2,220
Zmniejszenie zużycia gazu [%]	4,4	4,0	3,8	3,5	3,2

Tablica 2. Zmniejszenie zużycia gazu spowodowane stosowaniem zbiorczych koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych na poszczególnych kondygnacjach

Uzyskane w trakcie obliczeń rezultaty potwierdziły, że wstępne podgrzewanie powietrza w koncentrycznym przewodzie powietrzno-spalinowym ma znaczny wpływ na efektywność wykorzystania gazu ziemnego w urządzeniach z zamkniętą komorą spalania z zastosowaniem zarówno pojedynczych, jak i zbiorczych systemów kominowych. Stosowanie takich przewodów o krótkiej długości (2 m) znacznie zmniejsza zużycie gazu w urządzeniach gazowych. W przypadku przewodów pojedynczych jest to wzrost sprawności w zależności od długości przewodu od 2,7 do 4,2%, natomiast dla systemów zbiorczych dla tej samej temperatury spalin w zależności od kondygnacji 2,9–3,9%. Zastosowanie koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych wpływa na zmniejszenie zużycia gazu o 1,8–4,6% w zależności od ich długości, kondygnacji, jak i temperatury spalin. W rzeczywistości uzyskane sprawności powinny być wyższe, ponieważ w obliczeniach nie uwzględniano zjawiska kondensacji pary wodnej w przewodzie spalinowym. Uzyskane rezultaty można odnosić zarówno dla gazowych ogrzewaczy wody, jak i małych kotłów gazowych o zbliżonych mocach (ok. 20 kW), dla których przepływające strumienie powietrza i spalin są podobne. W kotłach występować będzie zazwyczaj niższa temperatura spalin i z tego względu przyrosty sprawności spowodowane wstępnym podgrzewaniem powietrza będą mniejsze, jednak sprawność nominalna tych urządzeń będzie wyższa z powodu mniejszej straty kominowej.