

Mateusz Rataj

Institut Nafty i Gazu, Kraków

Bezpieczeństwo użytkowania gazowych urządzeń grzewczych z otwartą komorą spalania

W artykule omówiono warunki powstawania ciągu wstecznego oraz opisano parametry znaczące, które mają wpływ na jego powstanie. Przedstawiono przeprowadzone badania wpływu napływu strumienia powietrza na pracę przykładowego urządzenia typu B.

Safety of using gas heating appliances with open combustion chambers

The article discusses the conditions under which back draft occurs and describes the significant parameters that have an impact on its creation. The presented studies show the impact of air flow on the work of equipment sample type B.

Wstęp

W polskich warunkach klimatycznych w okresie jesienno-zimowym nasila się ilość śmiertelnych zatruc tlenkiem węgla(II) w mieszkaniach i domach, w których do otrzymywania ciepłej wody użytkowej stosowane są urządzenia z otwartą komorą spalania (urządzenia typu B). Przyczyny tych wypadków mają w głównej mierze dwa źródła. Pierwszym z nich jest niewłaściwa eksploatacja urządzeń, do której zaliczamy:

- brak przeglądów kominarskich instalacji spalinowo-wentylacyjnej,
- brak konserwacji urządzeń gazowych,
- zła instalacja urządzeń.

Drugim źródłem zatruc jest powstawanie ciągu wstecznego (tzw. „cofka kominowa”), który nawet w przypadku sprawnych urządzeń potrafi sprawić, że stają się one wytwornicami tlenku węgla(II). Potwierdzają to badania

przeprowadzone w ramach niniejszej pracy. Z najgorszym przypadkiem mamy do czynienia w momencie nałożenia się obydwu czynników, czyli powstania ciągu wstecznego w instalacji spalinowej urządzenia, które nie jest konserwowane w odpowiedni sposób.

W artykule określono, które z parametrów mają znaczący wpływ na powstawanie ciągu wstecznego oraz przedstawiono propozycje mogące przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa użytkowania urządzeń z otwartą komorą spalania.

Zainteresowanie tym tematem wynika z faktu, że jednym z głównych powodów zatruc użytkowników urządzeń gazowych typu B jest właśnie ciąg wsteczny. Zjawisko to jest słabo przebadane i nie do końca wyjaśniono, jakie parametry mają wpływ na jego powstawanie. W artykule sprawdzono, jaki wpływ na powstanie ciągu wstecznego mają takie parametry jak właściwości fizyczne powietrza oraz wiatr.

Ciąg wsteczny – co to jest?

Zgodnie z ludzką mentalnością wraz z obniżeniem się temperatury zewnętrznej pojawia się ciągle dążenie do „doszczelniania” pomieszczeń mieszkaniowych, ograniczenia wszelkimi możliwymi sposobami dostępu zimnego powietrza z zewnątrz: zmieniamy zatem okna na bardziej szczelne, do-

szczelniamy drzwi, odcinamy się od otaczającego nas świata w ciepłych mieszkaniach. Jednak prawa fizyki pozostają niezmiennie. Powietrze, które ogrzewa się w mieszkaniu, zmniejsza swoją gęstość. Ciepłe powietrze zaczyna przez to unosić się ku sufitowi mieszkania, a następnie kanała-

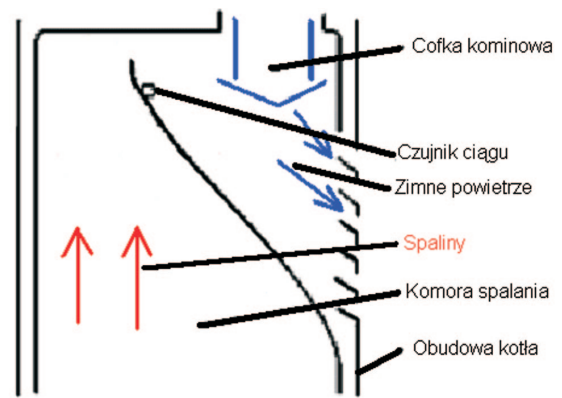
mi wentylacyjnymi ponad powierzchnię budynku, na jego miejsce napływa zimne powietrze z zewnątrz. W przypadku starych okien powietrze dostaje się do mieszkania przez nieszczelności, przy oknach nowoczesnych powinno ono dostać się do pomieszczeń mieszkalnych poprzez mikrowentylację. Niestety nie zawsze mikrowentylacja jest montowana wraz z nowoczesnymi oknami, nie wszystkie ją posiadają, a w sporadycznych przypadkach dochodzi do „świadomego” jej zatknięcia.

Powietrze do mieszkania zaczyna wtedy napływać innymi dostępnymi kanałami, są to – między innymi – kanały wentylacyjne lub kanały spalinowe domowych urządzeń z otwartą komorą spalania. W przypadku napływu powietrza do mieszkania przez przewód kominowy mówimy o powstaniu ciągu wstecznego. Ciąg wsteczny może również powstawać w przypadku montowania w mieszkaniach, w których używa się urządzeń z otwartą komorą spalania, wyciągowych okapów kuchennych. W takim przypadku dochodzi do sytuacji, że wydajność wentylatora przewyższa wydajność mikrowentylacji; w mieszkaniu dochodzi do powstawania podciśnienia, które doprowadza do zasysania powietrza kanałami spalinowymi.

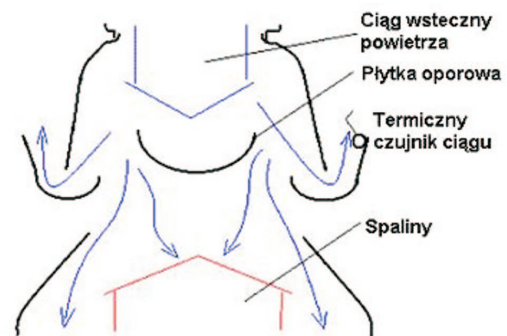
W momencie powstawania ciągu wstecznego powietrze może napłynąć do pomieszczenia przez urządzenie z otwartą komorą spalania. W zależności od konstrukcji przerywacza ciągu, napływ powietrza przez ten element konstrukcyjny może się odbywać w dwojaki sposób. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z sytuacją, kiedy powietrze napływające do pomieszczenia wypływa poprzez przerywacz ciągu (rysunek 1) [2]. W takim przypadku, gdy nastąpi odpalenie palnika urządzenia, gorące i lekkie spaliny zamiast trafić góra czopucha do komina są blokowane przez zimne powietrze i kierowane na termiczny czujnik ciągu, czego efektem jest przerwanie pracy urządzenia.

W drugim przypadku, przy niepoprawnej budowie przerywacza ciągu (rysunek 2), gorące spaliny są blokowane w komorze spalania i dochodzi do duszenia płomienia. Spaliny o bardzo wysokiej zawartości tlenku węgla(II) wydostają się poniżej palnika do pomieszczenia (rysunek 3).

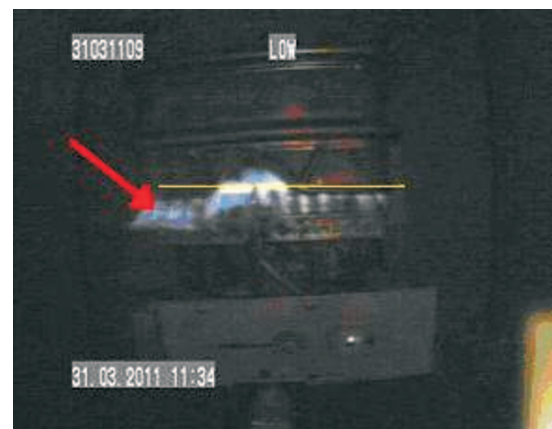
W badaniach prowadzonych w cytowanej pracy [6] stężenie tlenku węgla(II) w spalinach wydostających się poniżej linii palnika z urządzenia dochodziło do 22 tys. ppm, co może



Rys. 1. Ciąg wsteczny, napływ powietrza do mieszkania [2]



Rys. 2. Wadliwa konstrukcja przerywacza ciągu [2]



Rys. 3. Płomień ściągany poniżej linii palników. Linia żółta wyznacza koniec palników [6]

doprowadzić do śmierci po 2-3 wdechach. Podany przykład pokazuje jak bardzo niebezpieczne konsekwencje niesie za sobą zjawisko ciągu wstecznego.

Parametry znaczące dla przepływu powietrza

Dzięki wyporowi hydrostatycznemu ciepłe powietrze unosi się i przez kanały spalinowe oraz wentylacyjne wydostaje się z pomieszczenia na zewnątrz. Efekt ten jest spowodowany tym, że powietrze w mieszkaniu prawie zawsze jest cieplejsze niż powietrze znajdujące się na zewnątrz. Z tego powodu powietrze w mieszkaniu posiada mniejszą

gęstość. Prowadzi to do powstania w pomieszczeniu ciśnienia czynnego Δp , czyli różnicy ciśnień wywieranych przez słup powietrza zewnętrznego i wewnętrznego. Ciśnienie czynne opisuje następujący wzór:

$$\Delta p = (\rho_z - \rho_w) \cdot h \cdot g \tag{1}$$

gdzie:

ρ_z – gęstość powietrza zewnętrznego [kg/m^3],
 ρ_w – gęstość powietrza wewnętrznego [kg/m^3],
 h – wysokość przewodu kominowego [m],
 g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2].

Powietrze, w tym przypadku, można traktować jako gaz doskonały, a jego gęstość w danej temperaturze T można obliczyć z równania stanu gazu doskonałego [5]:

$$\frac{\rho \cdot T}{p} = \text{const} = \frac{1,2929 \cdot 273,15}{101325} \quad (2)$$

gdzie:

ρ – szukana gęstość [kg/m^3],
 T – temperatura powietrza [K],
 p – ciśnienie powietrza [Pa].

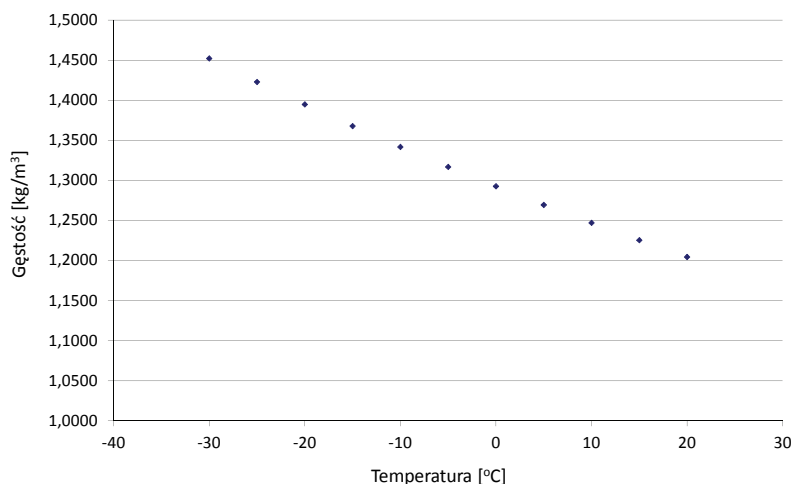
Wartości podane w równaniu odnoszą się do właściwości powietrza w następujących warunkach: $p = 1013,25 \text{ hPa}$, $T = 273,15 \text{ K}$.

Jak widać na zaprezentowanym wykresie (rysunek 4), zmiana temperatury powietrza o 50 K wywołuje zmianę gęstości powietrza aż o 20%. W wysokim budynku prowadzi to do powstania różnicy ciśnień na poziomie prawie 100 Pa. Różnica ciśnień wymusza ruch powietrza, co w przypadku szczelnego zamknięcia napływu powietrza przez okna i drzwi powoduje jego napływ do pomieszczenia poprzez kanały spalinowe.

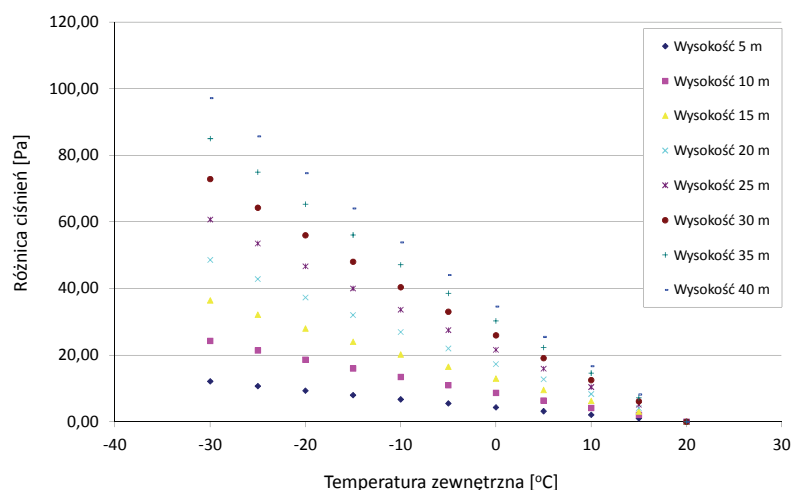
W powietrzu, które nas otacza, zawsze znajduje się wilgoć. Ilość wody w powietrzu determinuje temperatura. Na rysunku 6 przedstawiono stan nasycenia powietrza w zależności od temperatury, czyli maksymalną masę wody, jaka w danej temperaturze może znajdować się w powietrzu w normalnych warunkach ciśnienia. Jak widać na rysunku 6, wzrost temperatury powoduje wzrost maksymalnej zawartości wilgoci w powietrzu, pozwala to w konsekwencji na zmniejszenie gęstości powietrza. Wilgotne powietrze w interesującym nas zakresie temperatur może zawierać maksymalnie około 20 g/m^3 pary wodnej.

Podsumowując tę część artykułu, należy stwierdzić, że głównym parametrem determinującym powstawanie ciągu wstecznego jest:

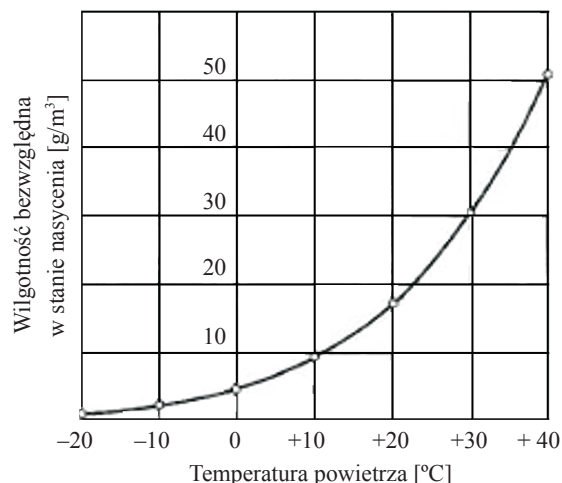
- gradient temperatury pomiędzy mieszkaniem a otoczeniem, gdyż ma on wpływ na wartość pozostałych parametrów,



Rys. 4. Zmiana gęstości powietrza wraz z temperaturą



Rys. 5. Różnica ciśnień w zależności od różnicy wysokości



Rys. 6. Maksymalna zawartość wilgoci w powietrzu w zależności od temperatury [9]

- różnica wysokości pomiędzy pomieszczeniem a wylotem przewodów.

Wpływ wiatru na ciąg kominowy

Powstawanie ciągu wstecznego może zostać również wywołane poprzez lokalne warunki wiatrowe. Wiatr w większości przypadków jest czynnikiem sprzyjającym poprawnemu ciągowi kominowemu, lecz w pewnych przypadkach może doprowadzać do powstawania ciągu wstecznego. Jest to spowodowane sytuacją, w której dochodzi do zawiewania powietrza do przewodów spalinowych i wentylacyjnych. Na rysunku 7 przedstawiono strefy wiatrowe w Polsce [10].

Numerami 2 i 3 zostały oznaczone strefy, w których może dochodzić do powstawania wiatru zaburzającego ciąg kominowy. Stopień zaburzenia jest zależny od konstrukcji budynku (rysunek 8), a złożoność procesów aerodynamicznych utrudnia dokładną analizę przyczyn powstawania tego zjawiska.

Silny wiatr, w szczególności opadający, prowadzi do blokowania wylotów wentylacyjno-kominowych. Przykładem takiego wiatru jest np. halny. Lokalne przeciągi lub zawirowania powietrza mogą powodować również inne budynki i drzewa. Na rysunku 8 przedstawiono powstawanie stref nadciśnienia powietrza w okolicach wyprowadzenia prze-



Rys. 7. Strefy wiatrowe w Polsce [10]

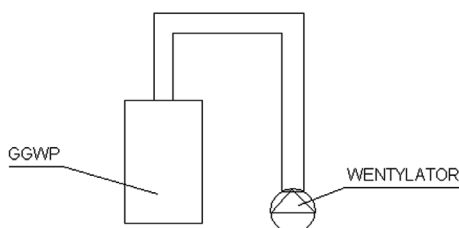
wodów spalinowo-wentylacyjnych dla różnych konstrukcji budynku mieszkalnego.



Rys. 8. Zaburzenia przepływu powietrza w okolicach przewodów wentylacyjno-spalinowych [8]

Badanie wpływu ciągu wstecznego na działanie urządzenia typu B

W celu przeprowadzenia symulacji wpływu ciągu wstecznego na działanie urządzeń typu B stworzono stanowisko pomiarowe, w skład którego weszło urządzenie gazowe firmy Junkers Typ WRP250-8KG o mocy nominalnej 17,4 kW, wyprodukowane w 2002 roku (rysunek 9).



Rys. 9. Schemat stanowiska pomiarowego

Urządzeniem użytym w celu analizy składu spalin był analizator firmy Wohler A500. Badania wykonano dla następujących masowych przepływów powietrza przez kanał spalinowy [kg/h], których zakres wynikał z możliwości stanowiska pomiarowego:

- 211,9 kg/h,
- 182,7 kg/h,
- 160,8 kg/h,
- 146,2 kg/h,
- 127,9 kg/h,
- 109,6 kg/h.

Niepewność pomiaru została oszacowana na podstawie odchylenia standardowego z serii wykonanych pomiarów.

W celu ustalenia punktu odniesienia dokonano pomiaru jakości spalania urządzenia w warunkach normalnej pracy, tzn. bez działania na palnik ciągu wstecznego, a urządzenie było zasilane gazem G20 [4, 7] pod ciśnieniem 20 mbar (warunki zasilania zostały zachowane również dla badania przy występowaniu ciągu wstecznego). W warunkach normalnej pracy urządzenia uzyskano parametry jakości spalania przedstawione w tabelicy 1.

Zaprezentowane wyniki wskazują, że jakość spalania urządzenia jest bardzo dobra i spełnia wymagania normy odniesienia dla tego typu urządzenia (wartość graniczna dla CO to 1000 ppm [3]). Kolejnego pomiaru urządzenia dokonano przy strumieniu przepływu powietrza przez komin w ilości 211,9 kg/h. Pomiar spalin wykonano poniżej poziomu palnika, gdyż spaliny wydostawały się z urządzenia w tym miejscu. Jak widać na rysunku 10, płomień zawijane są poniżej linii palnika, a następnie omywają wymiennik cie-



Rys. 10. Wygląd palnika przy przepływie powietrza 211,9 kg/h

pla z zewnątrz. Przy takim przepływie spalin czujnik temperatury nie jest przez nie omywany, a więc nie dochodzi do wyłączenia urządzenia.

Uzyskane w tej serii badań wyniki oceny jakości spalania (skład spalin wydostających się do pomieszczenia) zamieszczono w tabelicy 2.

Zaprezentowane wyniki wykazały, że stężenie tlenu węgla(II) w spalinach wydostających się z urzą-

dzenia jest śmiertelne. Już jeden wdech w takich warunkach doprowadza do utraty przytomności, a w ciągu kilku sekund dochodzi do śmierci użytkownika.

Tabela 1. Pomiar jakości spalania w warunkach normalnej pracy

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 5,6 | 5,4 | 5,6 | 0,0934 |
| CO ₂ | % | 8,7 | 8,7 | 8,6 | 0,0471 |
| CO | ppm | 41 | 43 | 36 | 2,9440 |
| CO przeliczone* | ppm | 56 | 58 | 49 | - |

* CO przeliczone na suche spaliny dla zawartości CO₂ 11,7%.

W kolejnym przypadku strumień powietrza został zmniejszony do wartości 182,7 kg/h; wyniki tego pomiaru zaprezentowano w tabelicy 3. W tym przypadku średnie stężenie tlenu węgla(II) obniżyło się w stosunku do poprzedniego pomiaru, lecz nadal pozostawało na poziomie, który w bardzo krótkim czasie jest w stanie doprowadzić do śmierci użytkownika tego typu urządzenia.

W trzecim przypadku strumień masy powietrza napływającego do pomieszczenia poprzez odwrócony ciąg kominowy został zmniejszony do poziomu 160,8 kg/h. Także tutaj spalanie następowało w sposób, który prowadził do wydostawania się płomienia wraz ze spalinami poniżej palnika. Wyniki tych badań jakości spalania przedstawiono w tabelicy 4.

W porównaniu z poprzednim pomiarem zawartość tlenu węgla(II) była około 50% niższa, lecz dalej o wiele wyższa niż dopuszczają normy.

W kolejnym przypadku, gdy strumień został obniżony do poziomu 146,2 kg/h, nastąpiła stabilizacja płomienia na palniku, lecz nie na całej jego powierzchni. Podobnie jak w poprzednio opisanych przypadkach odnotowano zmniejsze-

Tabela 2. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 211,9 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 20,7 | 20,7 | 20,7 | 20,7 | 0 |
| CO ₂ | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| CO | ppm | 732 | 641 | 555 | 571 | 69,858 |
| CO przeliczone* | ppm | 51 240 | 44 870 | 38 850 | 39 970 | - |

Tabela 3. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 182,7 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 0 |
| CO ₂ | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| CO | ppm | 372 | 393 | 348 | 370 | 15,928 |
| CO przeliczone* | ppm | 39 060 | 41 265 | 36 540 | 38 850 | - |

nie ilości spalin wydostających się spod palnika, do wartości zaprezentowanych w tabelicy 5.

Podczas tego badania zaobserwowano również wydostawanie się spalin do pomieszczenia badawczego poprzez przerywacz ciągu. Wypływ spalin następował jednak w sposób, który nie spowodował zadziałania zabezpieczenia przeciw zanikowi ciągu. W miejscu wydostawania się spalin do pomieszczenia uzyskano zawartości tlenu węgla(II) w spalinach przedstawione w tabelicy 6.

Poziom zawartości tlenu węgla(II), który wydostawał się do pomieszczenia, w znaczny sposób zagraża życiu osób przebywających w nim.

W kolejnym przypadku, po obniżeniu strumienia do wartości 127,9 kg/h, nie doszło do wydostawania się spalin poniżej poziomu palnika, lecz tylko poprzez dolną część przerywacza ciągu – w sposób, który nie doprowadził do wyłączenia urządzenia przez czujnik. Skład spalin wydostających się do pomieszczenia przedstawiono w tabelicy 7.

W ostatnim z przypadków strumień masowy powietrza napływającego do pomieszczenia wyniósł

109,6 kg/h, a urządzenie pracowało w sposób identyczny jak w poprzednim przypadku, czyli nie doszło do zadziałania

Tablica 4. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 160,8 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 0 |
| CO ₂ | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| CO | ppm | 186 | 281 | 188 | 290 | 49,358 |
| CO przeliczone* | ppm | 19 530 | 29 505 | 19 740 | 30 450 | - |

Tablica 5. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 146,2 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 20,8 | 0 |
| CO ₂ | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| CO | ppm | 120 | 86 | 86 | 112 | 15,264 |
| CO przeliczone* | ppm | 12 600 | 9 030 | 9 030 | 11 760 | - |

Tablica 6. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 146,2 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 19,5 | 19,3 | 19,5 | 19,6 | 0,109 |
| CO ₂ | % | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,071 |
| CO | ppm | 2 484 | 2 056 | 2 456 | 2 164 | 184,272 |
| CO przeliczone* | ppm | 34 776 | 25 398 | 34 384 | 32 460 | - |

Tablica 7. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 127,9 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 18,1 | 18,2 | 18,1 | 18,1 | 0,043 |
| CO ₂ | % | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 0,043 |
| CO | ppm | 187 | 176 | 254 | 182 | 31,562 |
| CO przeliczone* | ppm | 1 354 | 1 320 | 1 839 | 1 318 | - |

Tablica 8. Pomiar jakości spalania przy strumieniu powietrza 109,6 kg/h

| Wartość mierzona | Jednostka | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 | Odchylenie standardowe |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| O ₂ | % | 17,6 | 17,6 | 17,6 | 17,6 | 0 |
| CO ₂ | % | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 0 |
| CO | ppm | 82 | 72 | 82 | 78 | 4,093 |
| CO przeliczone* | ppm | 506 | 445 | 506 | 482 | - |

zabezpieczenia na przerywaczu ciągu, lecz jakość spalania uległa poprawie, co prezentuje tablica 8.

Sposób zapobiegania

Powstawanie ciągu wstecznego jest zjawiskiem bardzo niebezpiecznym dla użytkownika, mogącym w bardzo krótkim czasie doprowadzić do jego śmierci, dlatego na-

leży zastanowić się nad sposobami zapobiegania tego typu zjawiskom.

Jednym z najlepszych, lecz jednocześnie najbardziej

drastycznych sposobów jest zakazanie montowania urządzeń typu B w nowo powstających mieszkaniach i domach. Koszty zakupu i instalacji urządzenia typu C [1] są wyższe od nakładów finansowych włożonych przy montowaniu urządzeń typu B, lecz urządzenia typu C podnoszą nasze bezpieczeństwo oraz cechują się wyższą efektywnością energetyczną.

Kolejnym sposobem zapobiegania możliwości powstania ciągu wstecznego jest zwiększenie kontroli kominarskich, podczas których powinno się zwracać uwagę nie tylko na fakt, czy występuje ciąg kominowy i wentylacyjny, ale również na warunki pomiaru. Zdarza się, że kominarze sprawdzają działanie tych systemów, lecz niewielu z nich zwraca uwagę na to, czy w czasie pomiaru nie było otwartych okien, które poprawiają działanie systemu, jednak w okresie zimowym zostaną zamknięte. Błędem jest również prowadzenie kontroli przy otwartych drzwiach mieszkania. W takich warunkach są bardzo duże szanse na pozytywne wyniki kontroli, gdyż znaczne strumienie powietrza napłyną otwartymi drzwiami.

Najlepszym ze sposobów zapobiegania następstwom ciągu wstecznego w urządzeniach typu B byłby czujnik przepływu powietrza przez instalację spalinową, określający kierunek przepływu. Blokowałby on urządzenie w momencie stwierdzenia, że przepływ powietrza do pomieszczenia następuje poprzez układ spalinowy. Oprócz funkcji zapobiegawczej system ten dawałby również informację o nieprawidłowości pracy układu wentylacyjno-spalinowego.

Najtańszym, ale najmniej skutecznym sposobem jest montowanie czujników tlenu węgla(II). Urządzenia te nie

chronią w momencie, gdy dojdzie do wypływu spalin poniżej urządzenia gazowego, w szczególności, gdy takie urządzenie jest zamontowane w niewielkiej odległości od umywalki czy wanny. Związane jest to z faktem, że zanim spaliny dotrą do czujnika, osoba korzystająca z ciepłej wody może być poddana działaniu chwilowego, wysokiego stężenia tlenu węgla(II), a jak wynika z przeprowadzonych badań – stężenie to osiąga wartości, które powodują śmierć w bardzo krótkim czasie. Kolejną wadą czujników tlenu węgla(II) jest ich niefachowe zamontowanie. W wielu wypadkach czujnik jest zamontowany za daleko od urządzenia gazowego (w jednym kącie pomieszczenia znajduje się urządzenie gazowe, w drugim czujnik) lub na złej wysokości. Czujniki tlenu węgla(II) są montowane przeważnie na wysokości około 160 cm, gdyż jest to najwygodniejsza wysokość dla monterów, którzy wykonują otwory pod urządzenie. Tak zamontowany czujnik zareaguje na obecność tlenu węgla(II) w pomieszczeniu za późno. Dzieje się tak dlatego, że spaliny z racji swojej wysokiej temperatury będą się gromadzić pod sufitem i – w miarę napełniania pomieszczenia – najpierw osiągną wysokość narządów oddechowych osoby użytkującej pomieszczenie, a dopiero później czujnika.

Ochronę przed powstawaniem ciągu wstecznego wywołanego prądami wiatrowymi dają nasady kominowe, które uniemożliwiają zatłaczanie przez wiatr powietrza do przewodów. Rozwiązanie takie niestety chroni tylko przed ciągiem wstecznym wywołanym wiatrem, nie daje jednak żadnej ochrony w przypadku powstawania ciągu wstecznego wywołanego różnicą temperatur i doszczelnieniem mieszkania.

Podsumowanie

Jak wynika z zaprezentowanych rozważań, głównymi czynnikami mającymi wpływ na powstawanie ciągu wstecznego są:

- temperatura, a dokładnie różnica temperatur pomiędzy pomieszczeniem a temperaturą powietrza na zewnątrz budynku,
- doszczelnienie pomieszczenia, czyli ograniczenie dopływu powietrza do pomieszczenia z zewnątrz kanałami takimi jak okna i drzwi,
- zawirowania wiatru w okolicach wylotu przewodów spalinowych i powietrznych.

Problem zawirowania powietrza spowodowanego wiatrem jest w miarę prosty do wyeliminowania poprzez zamontowanie nasad kominowych, które określają wpływ powietrza w taki sposób, aby nie było ono kierowane w głąb kanału.

Problem związany z różnicą temperatur oraz doszczelnieniem pomieszczeń jest z jednej strony prosty, z drugiej zaś

bardzo trudny do wyeliminowania. Łatwość rozwiązania go wynika z tego, że należy jedynie pamiętać o pozostawianiu mikrowentylacji, która zapewni prawidłowy napływ powietrza do pomieszczeń mieszkalnych i uniemożliwi odwrócenie ciągu. Trudność związana jest z mentalnością ludzi i ich przyzwyczajeniami; okazuje się, że nie zawsze pamiętamy o konieczności otwierania lub rozszczelniania okien w momencie uruchamiania urządzeń gazowych z otwartą komorą spalania.

Należy również nadmienić, iż w mieszkaniach z zamontowanymi urządzeniami z otwartą komorą spalania zakazane jest stosowanie okapów kuchennych z wentylatorem mechanicznym oraz mechanicznej wentylacji.

Istotna jest również coroczna konserwacja urządzeń typu B oraz regularne przeglądy kominarskie instalacji spalinowo-wentylacyjnej. Nie zapewniają one jednak stuprocentowego bezpieczeństwa i nie zwalniają użytkownika od zachowania szczególnej ostrożności przy korzystaniu z tego

typu systemu podgrzewania wody użytkowej. Użytkownik powinien zwracać szczególną uwagę na sposób działania urządzenia w szczególności po okresach dłuższego przestoju oraz w warunkach spadku temperatur zewnętrznych.

Najprostszym dostępnym sposobem sprawdzenia działania urządzenia jest zwrócenie uwagi na to, czy przed uruchomieniem go nie dochodzi do wydobywania się powietrza spod urządzenia lub z przerywacza ciągu.

Literatura

- [1] Dziedzic T.: *Koszty stosowania gazowych kotłów grzewczych kondensacyjnych, w stosunku do kotłów gazowych niskotemperaturowych i kotłów opalanych paliwami stałymi*. „Nafta-Gaz” 2010, nr 8.
- [2] Gebhardt Z.: *Normalizacja a bezpieczeństwo urządzeń gazowych typu B_{11BS}*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2007, nr 6.
- [3] PN-EN 26:2007 *Gazowe przepływowe ogrzewacze wody do celów sanitarnych, wyposażone w palniki atmosferyczne*.
- [4] PN-EN 437+A1:2012 *Gazy do badań – Ciśnienia próbne – Kategorie urządzeń*.
- [5] Sokołowska D.: *Jak to działa? Komin*. FOTON 92, wiosna 2006.
- [6] Sysło D.: *Stanowisko do badania urządzeń gazowych typu B_{11BS} w warunkach występowania ciągu wstecznego*. Praca magisterska. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, 2011.
- [7] Wojtowicz R.: *Zagadnienia wymienności paliw gazowych, wymagania prawne odnośnie jakości gazów rozprawdzanych w Polsce oraz możliwe kierunki dywersyfikacji*. „Nafta-Gaz” 2012, nr 6.
- [8] Ciąg wsteczny w kanałach wentylacyjnych: www.fachowy-instalator.pl – dostęp 9.08.2009 r.
- [9] www.muratorplus.pl/technika/izolacje/fizyka-budowli-podstawy_59136.html
- [10] <http://www.dachyplaskie.info.pl/technika-i-technologie/mocowania-na-dachach-plaskich-zgodnie-z-nowa-norma-wiatrowa-wytyczne-dafa/>



Mgr inż. Mateusz RATAJ – absolwent Wydziału Paliw i Energii Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie. Pracuje w Zakładzie Użytkowania Paliw Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie, na stanowisku asystenta.

ZAKŁAD UŻYTKOWANIA PALIW

Zakres działania:

- prace badawczo-rozwojowe z zakresu użytkowania paliw;
- badania typu według norm zharmonizowanych z Dyrektywą 90/396/EWG, dotyczącą urządzeń spalających paliwa gazowe;
- badania sprawności kotłów wodnych zasilanych paliwami gazowymi i olejowymi na zgodność z Dyrektywą 92/42/EWG;
- badania instalacji elektrycznych urządzeń gazowych i drobnego sprzętu domowego na zgodność z Dyrektywą Niskonapięciową 73/23/EWG;
- badania urządzeń grzewczych typu kominki oraz kuchnie i kotły na paliwo stałe, w oparciu o normy zharmonizowane z Dyrektywą 89/106/EWG;
- badania zapalniczek gazowych i ich zgodności z wymaganiami normy PN-EN ISO 9994 oraz ich zabezpieczenia przed uruchomieniem przez dzieci, zgodnie z normą PN-EN 13869;
- badania kominów metalowych i ceramicznych na zgodność z normami zharmonizowanymi z Dyrektywą Budowlaną 89/106/EWG;
- badania zakłóceń przewodzonych (wprowadzanie do sieci, odporność), w odniesieniu do Dyrektywy Kompatybilności Elektromagnetycznej;
- badania i wydawanie opinii technicznych o możliwości bezpiecznego użytkowania przemysłowych urządzeń zasilanych gazem;
- projektowanie i wykonanie mieszalni gazów oraz badanie zamienności paliw;
- ekspertyzy sądowe w zakresie użytkowania gazu.

Kierownik: dr inż. Zdzisław Gebhardt

Adres: ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków

Telefon: 12 653-25-12 w. 162

Faks: 12 653-16-65

E-mail: zdzislaw.gebhardt@inig.pl