



JAK TO DZIAŁA?

Komin

Dagmara Sokółowska

W mroźne zimowe dni, kiedy temperatura powietrza spada nawet do -20°C , a ciśnienie jest wyjątkowo wysokie, nasilają się zgłoszenia zatrucia tlenkiem węgla osób przebywających w mieszkaniach wyposażonych w łazienkowe piecyki gazowe lub piece opalane węglem. Z kolei w upalne lub wyjątkowo wietrzne dni może wystąpić efekt zadymienia w pomieszczeniach z piecem kaflowym albo kominkiem. Dlaczego tak się dzieje?

Komin służy do odprowadzania zużytego powietrza, spalin lub dymu z zamkniętych pomieszczeń (budynki, kopalnie, lokomotywa parowa) do atmosfery. Istnieją trzy podstawowe rodzaje kominów: wentylacyjne, spalinowe i dymowe. W większości budynków mieszkalnych wszystkie te kominy działają na zasadzie wentylacji grawitacyjnej. Polega ona na samoistnym przepływie powietrza od podstawy komina w górę do jego wylotu, na skutek wypychania powietrza z wnętrza budynku przez napływające do środka kanałami nawiewnymi zewnętrzne powietrze, bez konieczności stosowania pomp tłoczących. Dzięki wyporowi hydrostatycznemu ciepłe powietrze unosi się do góry w postaci prądu konwekcyjnego i kominem wydostaje się na zewnątrz. Dzieje się tak dlatego, że niemal zawsze powietrze znajdujące się wewnątrz budynków mieszkalnych jest cieplejsze, a co za tym idzie – charakteryzuje się mniejszą gęstością ρ_w niż zimne powietrze zewnętrzne (o gęstości ρ_z). Prowadzi to do powstania u podstawy komina, czyli w pomieszczeniu zamkniętym, tzw. *ciśnienia czynnego*, Δp . Ciśnienie czynne jest różnicą ciśnień hydrostatycznych pomiędzy ciśnieniem wywieranym przez słup powietrza zewnętrznego o gęstości ρ_z a ciśnieniem wywieranym przez słup powietrza wewnętrznego o gęstości ρ_w . Ponieważ ciśnienia te wyznacza się na poziomie odpowiadającym podstawie komina o wysokości h (rys. 1), to ciśnienie czynne dane jest wzorem:

$$\Delta p = (\rho_z - \rho_w) \cdot h \cdot g, \quad (1)$$

gdzie g – przyspieszenie ziemskie. Im większa wartość ciśnienia czynnego, tym lepszy ciąg powietrza.

Z kolei gęstość powietrza ρ w danej temperaturze T , pod dowolnym ciśnieniem p można wyznaczyć z równania stanu gazu doskonałego (powietrze w przybliżeniu można uznać za taki właśnie gaz):

$$\rho \frac{T}{p} = const = 1,2928 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot \frac{273,15 [\text{K}]}{101325 [\text{Pa}]}, \quad (2)$$

gdzie liczby z prawej strony równania dotyczą gęstości, temperatury i ciśnienia powietrza w warunkach normalnych. Okazuje się, że przy przeciętnej różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej $\Delta T = 10 \div 20 \text{ K}$ i tym samym ciśnieniu powietrza panującym wewnątrz i na zewnątrz niskiego budynku mieszkalnego (5÷10 m) ciśnienie czynne, powodujące ruch ciepłego powietrza w górę, jest niewielkie, rzędu kilku paskali (w kominach wentylacyjnych) lub od kilkunastu do kilkudziesięciu paskali (w kominach spalinowych i dymowych, gdzie efektywna różnica temperatur wewnętrznej i zewnętrznej może być rzędu kilkuset kelwinów).

Ze względów bezpieczeństwa w prawidłowo skonstruowanych budynkach musi zostać zapewniona stała wymiana powietrza, co jest możliwe dzięki kanałom wentylacyjnym i otworom nawiewnym. Na przykład, co może być zaskakujące, zgodnie z polskimi normami dotyczącymi bezpieczeństwa, niezależnie od wielkości powierzchni mieszkalnej, w kuchni z kuchenką gazową w ciągu godziny powinno być wymieniane powietrze o objętości 70 m^3 , a w łazience – o objętości 50 m^3 . Jeżeli nie byłoby z zewnątrz stałego dopływu powietrza do pomieszczeń zamkniętych, to po pewnym czasie w pomieszczeniach tych wytworzyłoby się *podciśnienie*, związane ze stałym ubytkiem masy gazu ze szczelnie zamkniętej objętości, które to podciśnienie w konsekwencji doprowadziłoby do zassania powietrza kominem wentylacyjnym, dymowym lub spalinowym z powrotem w dół (tzw. *ciąg wsteczny*). Ciąg wsteczny ustaje po wyrównaniu się ciśnień u podstawy komina, ale nawet jego krótkotrwałe występowanie może doprowadzić do bardzo groźnych skutków, takich jak zatrucie tlenkiem węgla (z przewodów spalinowych lub dymowych), ponieważ substancja ta jest groźna dla zdrowia nawet w niewielkim stężeniu. Na taki efekt szczególnie narażeni są mieszkańcy starych budynków, w których wymieniono okna na nowe, gdyż w takim przypadku wydajność wentylacyjna otworów nawiewnych, dostosowanych do starych typów nieszczelnych okien jest zbyt mała dla zapewnienia prawidłowego funkcjonowania systemu.

Tlenek węgla jest produktem powstającym w wyniku niepełnego spalania węgla, które może mieć miejsce m.in. w przypadku niedostatecznego dopływu tlenu do paleniska. Zatem występowanie podciśnienia w pomieszczeniach działa podwójnie niekorzystnie – zwiększa ilość wydzielanego tlenku węgla i jednocześnie powoduje jego wtłaczanie do pomieszczeń.

Kominy muszą spełniać wiele wymogów, m.in. muszą być proste i muszą odpowiednio wystawać ponad otoczenie w celu zniwelowania zawirowań powietrza u ich wylotu. Komin musi być także ocieplony, aby powietrze poruszające się

w górę w nim zbyt szybko się nie wychładzało, gdyż powoduje to zmniejszenie efektywnej wysokości słupa ciepłego powietrza h , a co za tym idzie – prowadzi do zmniejszenia ciśnienia czynnego, zgodnie z równaniem (1).

W czasie srogiej zimy bardziej uszczelniamy mieszkania, bojąc się utraty ciepła. Jeżeli w związku z tym dojdzie do zwiększenia ciśnienia zewnętrznego w stosunku do wewnętrznego, a jednocześnie do wychłodzenia górnych części komina, może wystąpić odwrócenie cyrkulacji wentylacyjnej, powodujące wtłaczanie gazów (np. tlenku węgla) do pomieszczeń zamkniętych. Podobny efekt może nastąpić przy zbyt silnych podmuchach wiatru, który wytwarzając dodatkowe ciśnienie hydrodynamiczne u wylotu komina, nadmiarowe w stosunku do ciśnienia powietrza napływającego otworami nawiewnymi, może spowodować wtłaczanie powietrza, spalin i dymu w dół przewodów kominowych. W obu tych przypadkach pomoc może rozszczelnienie okien lub ocieplenie komina. Należy także dbać o regularne przeglądy kominów, gdyż wszelkie przegrody w kanale wentylacyjnym mogą spowodować niekorzystne cofanie się gazów do wnętrza budynków (por. artykuł Teresy Jaworskiej-Gołąb na temat konwekcji, *Foton* 62).

Z kolei w upalny dzień cyrkulacja powietrza może zostać odwrócona ze względu na wyższą temperaturę powietrza na zewnątrz niż wewnątrz zacienionego budynku (patrz równania 1, 2). W tym przypadku powrót do korzystnej wentylacji może być utrudniony i możliwy tylko poprzez wytworzenie silnego *przeciągu*.

