że zawartości tlenku węgla w połączeniu z hemoglobiną w organizmie poszkodowanego. Pomiar taki pozwala obiektywnie stwierdzić, czy u osoby przebywającej w pomieszczeniu, w którym doszło do emisji tlenku węgla, doszło do zatrucia, czy nie, a co za tym idzie – ułatwia podejmowanie dalszych decyzji. Warto chyba także przypomnieć, że urządzenia pomiarowe należy przygotować do pracy poza strefą, w której prowadzone będą pomiary. Jeśli mają być one prowadzone w budynku, to urządzenie bezwarunkowo należy włączyć na zewnątrz.

Istnieją dwie główne grupy przyczyn występowania niebezpiecznego stężenia tlenku węgla w pomieszczeniach. Pierwsza to zdarzenia związane z cofnięciem się dymu do pomieszczeń bądź pożarami. Druga – problemy natury technicznej występujące w urządzeniach lub przewodach spalinowych. Przy zdarzeniach zaliczanych do pierwszej grupy po zakończeniu czynności ratowniczo-gaśniczych należy pomieszczenia oddymić i dopiero wtedy zmierzyć stężenie tlenku węgla. Jeśli przyczyną zdarzenia było cofnięcie się spalin z przewodu kominowego pieca, to bezpośrednio po tym nim największe stężenie tlenku węgla będzie występowało oczywiście w jego sąsiedztwie i we wszystkich miejscach, które nie mogły być przewietrzone, czyli np. w ślepych odnogach piwnicy.

Tlenek węgla wraz z dymem penetruje wszystkie dostępne obszary, poruszając się zgodnie z prawami opisanymi w początkowej części artykułu. Stąd też, jeśli źródło skażenia znajduje się w piwnicy, w pierwszej kolejności zadymiana jest piwnica, następnie spaliny przedostają się na klatkę schodową i zaczynają przemieszczać się do góry (ponieważ są cieplejsze, a przez to lżejsze od otaczającego je powietrza). Wysokość, do której dotrą, jest zmienna, zależy od ilości spalin, czasu uwalniania, budowy klatki schodowej, warunków pogodowych. Dlatego prowadząc pomiary stężenia tlenku węgla w takich warunkach, należy również skontrolować jego stężenia w górnych partiach budynku. Pamiętajmy, by na czas pomiarów zatrzymać wentylator oddymiający, gdyż pracujący wentylator spalinowy także emituje tlenek węgla. Złe ustawienie tego urządzenia może być przyczyną wprowadzania kolejnych porcji trującego gazu do wentylowanych pomieszczeń. Nie zapominajmy też, że usunięcie dymu z pomieszczenia nie jest równoznaczne z oczyszczeniem go z tlenku węgla – czad usuwa się o wiele dłużej.

W przypadku zdarzeń zaliczanych do drugiej grupy, czyli tych, w których doszło do wypadku na skutek np. nieszczelności w przewodach spalinowych, sytuacja jest nieco odmienna. Najczęściej mają one miejsce w przestrzeniach zamkniętych o bardzo małej lub źle działającej wentylacji. Jako przestrzeń zamkniętą można tu potraktować zarówno pomieszczenie, jak i całe mieszkanie czy nawet dom jednorodzinny. Do tego typu akcji jednostki ratowniczo-gaśnicze wysyłane są po stosunkowo długim czasie, dlatego też ważne jest, by w pierwszej kolejności w związku z istniejącym zagrożeniem pamiętać o sprzęcie zabezpieczającym drogi oddechowe ratownika. Zawsze łatwiej jest zdjąć aparat oddechowy niż ratować podtrutego. Stężenie tlenku węgla oraz jego rozkład w pomieszczeniach uzależnione są od czasu emisji. Niemniej jednak najwyższe stężenie zawsze występuje w pomieszczeniu, w którym doszło do emisji (przy czym nie musi to być bezpośrednie sąsiedztwo źródła emisji, jeśli ustała ona dużo wcześniej; może to być uzależnione od ruchu powietrza i/lub wentylacji w danym pomieszczeniu). Jeżeli emisja tlenku węgla nastąpiła w szczelnie zamkniętym, słabo wentylowanym mieszkaniu, w którym drzwi wewnętrzne były otwarte, to po odpowiednio długim czasie rozkład stężeń będzie prawie równomierny w całej jego przestrzeni.

Jedną z pierwszych czynności podejmowanych przez ekipy ratownicze podczas opisywanych działań jest otwarcie okien w celu przewietrzenia mieszkania, a tym samym zwiększenia własnego bezpieczeństwa. Ratownik prowadzący pomiary stężenia tlenku węgla nie powinien ustawiać się bezpośrednio przy oknach ani w strefie napływu świeżego powietrza. Prawidłowe pomiary podczas działań w zdarzeniu, w którym zostali poszkodowani ludzie, mają kluczowe znaczenie dla dalszego postępowania dochodzeniowego. Należy więc wykonać je sumiennie w każdym pomieszczeniu. Trzeba też skontrolować poziom stężenia tlenku węgla w pomieszczeniach z tym samym przewodem kominowym (spalinowym lub wentylacyjnym) na pozostałych kondygnacjach, szczególnie zwracając uwagę na kondygnacje położone powyżej miejsca zdarzenia. Podsumowując: w przestrzeniach, w których doszło do uwolnienia tlenku węgla bez pożaru czy cofnięcia spalin, należy:

- pamiętać o zabezpieczeniu ratowników w sprzęt izolujący drogi oddechowe;
- wykonać pomiary:
  - w pobliżu wszystkich urządzeń mogących być przyczyną skażenia,
  - we wszystkich pomieszczeniach w miejscu zdarzenia,
  - w pomieszczeniach na kondygnacji/kondygnacjach położonych powyżej miejsca zdarzenia,
  - w miejscu jak najmniejszego ruchu powietrza (nie bezpośrednio przy oknach),
  - przy kratkach wentylacyjnych – by określić, czy zdarzenie nie miało przyczyny zewnętrznej.

Rozkład stężeń tlenku węgla (CO) w pomieszczeniach

- najwyższe stężenia występują w bezpośrednim sąsiedztwie źródła emisji,
- bezpośrednio po uwolnieniu im dalej od źródła gazu, tym stężenia niższe,
- gaz ten przemieszcza się do góry, więc jego stężenia mogą wystąpić także na kondygnacjach powyżej miejsca emisji,
- wyższe stężenia występują w przestrzeniach znajdujących się na tym samym poziomie, co źródło CO, których nie można aktywnie przewietrzyć (np. w ślepych pomieszczeniach),
- najniższe stężenia występują w polu efektywnej pracy wentylatora oddymiającego.

Bezpieczeństwo

Pomiary stężenia tlenku węgla często traktowane są przez ratowników Państwowej Straży Pożarnej jako czynność pomocnicza i wykonywane bez środków ochrony indywidualnej. Podejście takie może okazać się katastrofalne w skutkach. Prowadzący pomiary może nagle znaleźć się w strefie dużego stężenia, a narażenie organizmu na stężenie tlenku węgla większe niż 20 ppm przez dłuższy czas, zwłaszcza w warunkach dużego obciążenia organizmu, może prowadzić do podtrucia. Stan taki nie ujawnia się w postaci powszechnie znanych objawów, lecz powoduje mikrouszkodzenia w organach wewnętrznych czułych na niedobory tlenu (np. w mózgu i sercu).

Tlenek węgla nie bez przyczyny nazywany jest „cichym zabójcą", dlatego prowadząc działania ratowniczo-gaśnicze, właściwie zawsze należałoby kontrolować jego stężenie. Logiczne wydaje się, by mierniki tego gazu znajdowały się we wszystkich JRG. Ważna jest także świadomość zagrożenia – pozwoli ona bowiem na jego zminimalizowanie wszędzie tam, gdzie to możliwe. Na koniec warto podkreślić, że wszystkie pracujące urządzenia spalinowe mogą być źródłem emisji tlenku węgla. Miernik przeznaczony do pomiarów jego stężenia trzeba przygotowywać do pracy w strefie czystej, a samych pomiarów nie należy prowadzić w strefie napływu świeżego powietrza.

Mł. kpt. Iwona Maj pełni służbę w JRG 2 w Katowicach

[1] *Zatrucia tlenkiem węgla i tlenkami azotu*, opr. Irena Kolenkiewicz, Państwowa Inspekcja Sanitarna Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji, Białystok 2003.

[2] Rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU nr 217, poz. 1833).