

Agnieszka Stachowicz

*Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno*

## Badania czystości powietrza w środowisku oraz na stanowiskach pracy w zakładach naftowych, zgodnie z obowiązującymi wymogami UE

### Wprowadzenie

Powietrze atmosferyczne zawiera składniki występujące w stężeniach stałych i zmiennych, biologicznie czynne i bierno. Stałym, biologicznie czynnym składnikiem powietrza jest tlen, mający największy wpływ na czynności życiowe organizmu ludzkiego. Do stałych, biologicznie biernych składników powietrza należą azot i gazy szlachetne, natomiast do zmiennych, biologicznie czynnych składników powietrza należy ditlenek węgla i ozon. W powietrzu atmosferycznym mogą także znajdować się różnego rodzaju zanieczyszczenia będące substancjami chemicznymi, które albo nie są jego naturalnymi składnikami, albo będąc nimi, występują w stężeniach przekraczających właściwy dla nich zakres. Zanieczyszczenia te negatywnie oddziałują na organizm człowieka. Niektóre z nich są substancjami pogarszającymi samopoczucie, inne mogą wywoływać schorzenia. Są jednak wśród nich również związki toksyczne, kancerogenne, teratogenne oraz takie, które poprzez swoje właściwości palne, wybuchowe lub korodujące mogą wprowadzać do środowiska pracy szereg zagrożeń. Do najważniejszych zanieczyszczeń powietrza należą: pyły (popioły lotne,

sadza, stałe związki organiczne, azbest, pestycydy), gazy (tlenki siarki, azotu i węgla, węglowodory, ozon, radon, fluor) oraz zanieczyszczenia biologiczne (mikroorganizmy – wraz z produktami ich metabolizmu, oraz makroorganizmy, np. grzyby).

Wymagania Unii Europejskiej w zakresie ochrony powietrza określa Ramowa Dyrektywa Rady 96/62/WE z 27 września 1996 r., w sprawie oceny i zarządzania jakością otaczającego powietrza, oraz dyrektywy pomocnicze, transponowane do polskiego prawa poprzez ustawę Prawo Ochrony Środowiska, a także akty wykonawcze (rozporządzenia). Dyrektywa definiuje poziomy określonych substancji w powietrzu, harmonizuje metody oceny jakości powietrza i poprawia zarządzanie jakością w celu ochrony zdrowia ludzkiego i zachowania ekosystemów.

W dalszej części niniejszego artykułu przedstawiono wytyczne do wykonywania badań zanieczyszczenia atmosfery na stanowiskach pracy oraz w środowisku. Zamieszczono także wyniki badań przeprowadzonych miernikiem pozwalającym na bezpośredni, automatyczny odczyt stężenia takich gazów jak: CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S i CH<sub>4</sub>.

### Metodyka wykonywania badań zanieczyszczeń atmosfery w kanale przepływowym i w środowisku oraz interpretacja wyników

#### Emisja

Pobór reprezentatywnych próbek gazów w kanale przepływowym może odbywać się metodami ekstrakcyjnymi lub nieekstrakcyjnymi. Aby zapewnić reprezentatywność próbki należy uwzględnić wpływ wielu czynników, takich jak:

- charakterystyka źródła emisji (niejednorodność przepływających gazów, uchodzenie aspirowanych gazów lub przedostawanie się powietrza do układu pobierania próbki, występowanie reakcji chemicznych składników gazowych między sobą, błędy przypadkowe),

- charakterystyki robocze procesu, z którego emitowane są gazy będące przedmiotem pobierania próbek (sposób prowadzenia procesu, zużycie i skład surowca, zużycie i skład paliwa, typowe robocze wartości temperatury i ciśnienia gazów, wydajność robocza i skuteczność usuwania zanieczyszczeń charakteryzujące urządzenia do ochrony środowiska),
- konfiguracje sieci kanałów, w których ma być prowadzone pobieranie próbek, pod względem możliwości wystąpienia uwarstwienia przepływających w nich gazów,
- wartości strumienia objętości gazu,
- przewidywany skład gazu i prawdopodobna obecność substancji przeszkadzających.

Lokalizując przekroje pomiarowe należy zapewnić reprezentatywność mierzonych stężeń gazów dla średnich stężeń panujących w kanale przepływowym oraz sprawdzić warunki charakteryzujące miejsca pomiarów, w celu oceny takich czynników jak: bezpieczeństwo personelu, miejsca występowania zakłóceń przepływu gazu w kanale, dostępność przekroju pomiarowego, dostępna przestrzeń dla wyposażenia do pobierania próbek i aparatury pomiarowej, dostępność przyłączy oraz rozmieszczenie króćców pomiarowych oraz zachowanie warunków bezpieczeństwa.

Kilkakrotne wykonanie pomiarów w poszczególnych punktach pomiarowych pozwoli na otrzymanie ich profili przestrzennych i czasowych. Pomiaru te mają na celu stwierdzenie, czy lokalizacja punktu pomiarowego jest właściwa oraz czy warunki w kanale przepływowym są odpowiednie. Zaleca się zwracanie uwagi na to, by w trakcie i po pobraniu próbki nie dochodziło do zmiany jej składu – m.in. przez właściwy dobór sprzętu pomiarowego.

### **Imisja**

Miejsca pobierania próbek należy wybierać z uwzględnieniem spodziewanych stężeń zanieczyszczeń w otoczeniu

źródła ich emisji, lub równomiernie na terenie dużych jednostek osadniczych. Punkty pobierania próbek należy lokalizować w taki sposób, aby wykazać maksymalne stężenie zanieczyszczeń na otwartym i przewietrzanym ze wszystkich stron terenie o niepyłającej powierzchni, na koncentrycznych okręgach kół, w centrum których znajduje się źródło zanieczyszczeń oraz w punktach przecięcia okręgów kół z prostymi wytyczającymi kierunki stron świata. Promień głównego okręgu koła powinien być w przybliżeniu równy 20 wysokościom źródła zanieczyszczeń (emitora). Przy pomiarach w smudze wydalanych zanieczyszczeń pobieranie próbek powinno być przeprowadzone zgodnie z kierunkiem wiatrów, w punktach przecięcia się osi smugi i koncentrycznych okręgów kół. Oprócz tego jeden punkt lokalizuje się z nawietrznej strony źródła zanieczyszczeń, w odległości eliminującej wpływ tego źródła na wielkość stężeń zanieczyszczeń.

Liczbę punktów pobierania próbek wyznacza się według danych eksperymentalnych, z uwzględnieniem powierzchni jednostki osadniczej i ukształtowania terenu oraz rozwoju przemysłu i jego rozmieszczenia, a także usytuowania obszarów chronionych i specjalnie chronionych. Czas pobierania próbki jednorazowej wynosi 30 minut. Próbkę średniodobową należy pobierać bez przerwy przez 24 godziny lub cyklicznie w ciągu doby pobrać 6 próbek jednorazowych. Próbkę należy pobierać na wysokości 0,5–3,5 m od powierzchni ziemi.

Z wyników otrzymanych dla pobranych próbek oblicza się stężenie zanieczyszczeń: średniodobowe, średniomiesięczne oraz średnioroczne, jako średnią arytmetyczną wyników oznaczeń stężeń uzyskanych w ciągu danego czasu, w próbkach z jednego punktu pobierania.

Zasady oceny poziomów substancji w powietrzu określone są w poszczególnych Dziennikach Ustaw i Rozporządzeniach [1–5, 9, 10, 13, 16, 17].

## **Metodyka wykonywania badań zanieczyszczeń powietrza na stanowiskach pracy oraz interpretacja wyników**

Określenie narażenia zawodowego na zanieczyszczenia powietrza w sposób reprezentatywny jest zadaniem trudnym i złożonym. Niezbędne jest zebranie informacji oraz ocena i zminimalizowanie narażenia na czynniki chemiczne.

Strategia pomiarowa narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne składa się z oceny narażenia zawodowego, gdzie narażenie jest porównywane z wartością dopuszczalną oraz z pomiarów okresowych służących do regularnego sprawdzania, czy zmieniły się warunki narażenia.

Krajowe przepisy oparte na dyrektywach europejskich dotyczą oceny potencjalnego narażenia pracowników na

czynniki chemiczne występujące w powietrzu na stanowiskach pracy. Jedną z metod oceny tego narażenia jest pomiar stężenia czynnika chemicznego w strefie oddychania pracownika. Procedury używane w tego rodzaju pomiarach powinny zapewniać uzyskiwanie wiarygodnych i poprawnych wyników – w taki sposób, aby po porównaniu ich z ustalonymi wartościami dopuszczalnymi można było podjąć właściwą decyzję.

Procedury pomiarowe, ze względu na ich ważną rolę w procesie oceny narażenia, powinny spełniać określone wymagania, podane w odpowiednich normach.

Procedury pomiarowe klasyfikuje się według zadań pomiarowych. Wyróżnia się następujące zadania pomiarowe:

- pomiary rozpoznawcze średnich ważonych stężeń,
- pomiary rozpoznawcze zmienności stężenia w czasie i/lub w przestrzeni,
- pomiary w pobliżu źródła emisji,
- pomiary do porównania z wartościami dopuszczalnymi,
- pomiary okresowe.

Zaplanowanie badań należy poprzedzić zebraniem informacji wstępnych, dotyczących:

- rodzaju i przebiegu procesów technologicznych stosowanych w zakładzie pracy,
- czynników występujących w określonych sytuacjach technologicznych i stwarzających zagrożenia dla zdrowia zatrudnionych osób,
- charakteru działania biologicznego i właściwości fizykochemicznych występujących substancji,
- stanowisk pracy, związanych z narażeniem zdrowia na działanie substancji chemicznych,
- chronometrażu pracy poszczególnych pracowników,
- liczby pracowników zatrudnionych na poszczególnych stanowiskach pracy lub przy wykonywaniu poszczególnych czynności zawodowych,
- stosowania profilaktycznych środków technicznych, organizacyjnych i sprzętu ochrony osobistej,
- prowadzonych poprzednio wyników pomiarów stężeń substancji chemicznych w środowisku pracy.

Próbki powietrza należy pobrać w sposób umożliwiający ocenę stężenia ważonego dla całej zmiany roboczej oraz dla stężeń chwilowych. W przypadku substancji, dla których ustalono wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń pułapowych (NDSP), strategia pomiarowa powinna umożliwić określenie, czy nie zostały one przekroczone. Na podstawie wyników pomiarów, obliczonych w postaci wskaźników narażenia, należy przeprowadzić ocenę zgodności warunków pracy z wymaganiami odnośnie najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS), z uwzględnieniem narażenia złożonego i najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego (NDSCh) lub najwyższego dopuszczalnego stężenia pułapowego (NDSP).

Interpretacja wyników uzyskanych z pomiarów obejmuje:

- ocenę zgodności warunków pracy z NDS – warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli stężenie średnie ważone lub wskaźniki narażenia nie przekraczają wartości NDS dla danej substancji. Jeżeli pracownik lub grupa pracowników w czasie zmiany roboczej narażeni są kolejno lub jednocześnie na więcej niż jedną substancję o podobnym charakterze działania

toksycznego, współczynnik łącznego narażenia, obliczony jako suma ilorazów stężeń poszczególnych substancji i odpowiadających im wartości NDS, nie powinien przekraczać jedności. Warunki pracy należy uznać za szkodliwe, jeżeli stężenie średnie ważone lub wskaźniki narażenia są większe od wartości NDS dla danej substancji, a także gdy współczynnik łącznego narażenia jest większy od jedności.

- ocenę zgodności warunków pracy z NDSCh – warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli stężenie w żadnej z pobranych próbek nie przekracza wartości NDSCh dla danej substancji. Warunki pracy należy uznać za niezgodne z normatywami, jeżeli: stężenie w jakiegokolwiek próbce jest wyższe od NDSCh, stężenie równe NDSCh utrzymuje się w środowisku pracy dłużej niż 15 minut lub występuje częściej niż dwukrotnie, bądź gdy odstęp między dwoma okresami, w których stężenie substancji jest równe NDSCh wynosi mniej niż 1 godzinę.
- ocenę zgodności warunków z NDSP – warunki pracy mogą być uznane za bezpieczne, jeżeli żaden z wyników oznaczeń próbek pobranych do oceny narażenia zawodowego nie przekracza wartości NDSP dla danej substancji. Aby warunki pracy mogły być uznane za bezpieczne, wszystkie wymienione wcześniej wymagania dotyczące NDS, NDSCh i NDSP powinny być spełnione jednocześnie.

Przy ustalaniu częstotliwości przeprowadzania pomiarów zanieczyszczenia powietrza na stanowiskach pracy należy kierować się określonymi zasadami.

Badań i pomiarów czynnika szkodliwego dla zdrowia występującego w środowisku pracy nie przeprowadza się, jeżeli wyniki dwóch ostatnio przeprowadzonych badań i pomiarów nie przekroczyły 0,1 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia lub natężenia określonego w przepisach wydanych na podstawie art. 228 § 3 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, a w procesie technologicznym lub w warunkach występowania danego czynnika nie dokonała się zmiana mogąca wpływać na wysokość stężenia, bądź natężenia czynnika szkodliwego dla zdrowia. W przypadku występowania w środowisku pracy czynnika szkodliwego dla zdrowia, nieposiadającego działania rakotwórczego i mutagennego, badania i pomiary przeprowadza się co najmniej raz w roku (przy stwierdzeniu w ostatnio przeprowadzonym badaniu/pomiarze stężenia lub natężenia czynnika szkodliwego dla zdrowia – powyżej 0,5 wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia) lub co najmniej raz na dwa lata (przy stwierdzeniu w ostatnio przeprowadzonym badaniu/pomiarze stężenia lub natężenia

czynnika szkodliwego dla zdrowia – powyżej 0,1 do 0,5 wartości NDS) oraz w każdym przypadku wprowadzenia

zmiany w warunkach występowania tego czynnika [8, 11, 12, 14, 18].

### Badania zanieczyszczenia powietrza na stanowiskach pracy w obiektach naftowych i sposób obliczenia wskaźników narażenia

Badania czystości powietrza na stanowiskach pracy w 7 obiektach przemysłu naftowego wykonywano za pomocą miernika Mini Warn Dräger, z zamontowanymi sensorami dla CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S i CH<sub>4</sub> – zgodnie z zamieszczoną w literaturze dokumentacją formalnoprawną w zakresie wykonywania badań zanieczyszczeń powietrza.

Obliczenia wskaźników narażenia przeprowadzono zgodnie z PN-Z-04008-7, stosując tryb postępowania dotyczący przypadku, gdy pracownik obsługuje jedno, dwa lub trzy stanowiska pracy w ciągu zmiany roboczej, który to przypadek miał miejsce podczas wszystkich dokonanych pomiarów.

Oblicza się wówczas dla każdego stanowiska pracy kolejno:

- logarytmy dziesiętne stężeń otrzymanych w wyniku oznaczania poszczególnych próbek ( $\overline{X}_i$ ),
- średnią arytmetyczną logarytmów (logarytm średniej geometrycznej) wyników otrzymanych z oznaczania pobranych próbek ( $\lg \overline{X}_g$ ), ze wzoru:

$$\lg \overline{X}_g = \frac{\sum_{i=1}^n \lg X_i}{n}$$

gdzie:  $n$  – liczba pobieranych próbek.

Wielkość ta po odlogarytmowaniu stanowi średnią geometryczną wyników oznaczeń ( $\overline{X}_g$ ).

- logarytm geometrycznego odchylenia standardowego ( $\lg S_g$ ), ze wzoru:

$$\lg S_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lg \overline{X}_g - \lg X_i)^2}{n-1}}$$

- logarytm górnej granicy przedziału ufności dla średniej wyników pomiarów ( $\lg GG$ ), ze wzoru:

$$\lg GG = \lg \overline{X}_g + t \times \frac{\lg S_g}{\sqrt{n}}$$

gdzie:  $t$  – wartość parametru rozkładu Studenta dla prawdopodobieństwa 0,95 i liczby stopni swobody  $n-1$ .

$$\lg GG = \lg \overline{X}_g + t \times \frac{\lg S_g}{\sqrt{n}}$$

- logarytm dolnej granicy przedziału ufności dla średniej z wyników pomiarów ( $\lg DG$ ), ze wzoru:

$$GG_w = \frac{GG_1 \times t_1 + GG_2 \times t_2 + \dots + GG_k \times t_k}{t_1 + t_2 + \dots + t_k}$$

- wskaźniki narażenia – górną ( $GG_w$ ) i dolną ( $DG_w$ ) granicę przedziału ufności dla stężenia średniego ważonego dla całej zmiany roboczej, ze wzorów:

$$DG_w = \frac{DG_1 \times t_1 + DG_2 \times t_2 + \dots + DG_k \times t_k}{t_1 + t_2 + \dots + t_k}$$

- średnią ważoną średnich geometrycznych ( $\overline{X}_{gw}$ ) dla całej zmiany roboczej, ze wzoru:

$$\overline{X}_{gw} = \frac{\overline{X}_{g1} \times t_1 + \overline{X}_{g2} \times t_2 + \dots + \overline{X}_{gk} \times t_k}{t_1 + t_2 + \dots + t_k}$$

gdzie:

$t_1, t_2, \dots, t_k$  – czas trwania poszczególnych okresów pomiarowych [min],

$k$  – liczba okresów pomiarowych,

lub

$t_1, t_2, \dots, t_k$  – czas przebywania pracownika na poszczególnych stanowiskach pracy [min],

$k$  – liczba stanowisk pracy.

Suma okresów pomiarowych we wzorach powinna wynosić 8 h (480 min).

Jeżeli pracownik lub grupa pracowników w czasie zmiany roboczej narażeni są kolejno lub jednocześnie na więcej niż jedną substancję o podobnym charakterze działania toksycznego, współczynnik łącznego narażenia, obliczony jako suma ilorazów stężeń poszczególnych substancji i odpowiadających im wartości NDS, nie powinien przekraczać jedności, zgodnie ze wzorem:

$$\frac{\overline{X}_{g1}}{NDS_1} + \frac{\overline{X}_{g2}}{NDS_2} + \dots + \frac{\overline{X}_{gn}}{NDS_n} \leq 1$$

gdzie:

$\overline{X}_{g1}, \overline{X}_{g2}, \dots, \overline{X}_{gn}$  – średnie ważone średnich geometrycznych stężeń poszczególnych substancji,

$NDS_1, NDS_2, \dots, NDS_n$  – odpowiednie wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń oznaczanych substancji [14, 18].

Wyniki badań

Przykładowe wyniki pomiarów czystości powietrza na dwóch stanowiskach pracy wybranego obiektu naftowego (kopalni gazu ziemnego) przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Przykładowe wyniki pomiarów czystości powietrza na stanowiskach pracy – kopalnia P-M

| Miejsce<br>Stanowisko<br>Czas narażenia<br>Liczba pracowników   | Nazwa czynnika,<br>Metoda pomiaru,<br>Stężenie<br>dopuszczalne | Stężenia jednostkowe<br>H <sub>2</sub> S, CO [mg/m <sup>3</sup> ]<br>Metan [%] |      |      |      | Wskaźniki narażenia<br>oraz X <sub>G</sub> lub X <sub>GW</sub><br>[mg/m <sup>3</sup> ]   | X <sub>G</sub> /NDS<br>lub<br>X <sub>GW</sub> /NDS   |
|---|--|--|------|------|------|--|--|
| <p><u>Miejsce:</u><br/>Przeźrzenie międzyrurowa odwiertu P-14</p> <p><u>Zatrudnionych:</u><br/>1 pracownik</p> <p><u>Stanowisko:</u><br/>Obchodowy ropy i gazu</p> <p><u>Czas narażenia:</u><br/>10 min</p> | METAN  | 1,20   | 4,35 | 1,69 | 3,42 | <p><u>Stanowisko:</u><br/>Obchodowy ropy i gazu</p> <p><u>Łączne narażenie:</u></p> <p><u>Dla H<sub>2</sub>S:</u><br/>X<sub>gw</sub> = 0,0500<br/>GG<sub>w</sub> = 0,0550<br/>DG<sub>sGGW</sub> = 0,0454</p> <p><u>Dla CO:</u><br/>X<sub>gw</sub> = 0,0650<br/>GG<sub>w</sub> = 0,0764<br/>DG<sub>w</sub> = 0,0552</p>       | <p><u>Dla H<sub>2</sub>S:</u> 0,005</p> <p><u>Dla CO:</u> 0,003</p> <p><u>Łączny:</u> 0,008</p>  |
|   | Metoda   | 2,07   | 1,81 | 3,99 | 2,87 |  |  |
|   | stacjonarna  | 3,11   | 2,46 | 4,21 | 3,67 |  |  |
|   | DGW = 5%   | 3,50   | 4,35 | 4,08 | 4,21 |  |  |
|   | GGW = 15%  | 2,82   | 2,72 | 1,69 | 2,59 |  |  |
|   | SIARKOWODÓR  | 2,00   | 3,00 | 2,00 | 2,00 |  |  |
|   | Metoda   | 3,00   | 3,00 | 2,00 | 3,00 |  |  |
|   | stacjonarna  | 2,00   | 3,00 | 2,00 | 2,00 |  |  |
|   | NDS: 10 [mg/m <sup>3</sup> ]                                   | 3,00   | 2,00 | 3,00 | 3,00 |  |  |
|   |  | 2,00   | 3,00 | 2,00 | 2,00 |  |  |
|   | TLENEK WĘGLA   | 2,00   | 2,00 | 3,00 | 3,00 |  |  |
|   | Metoda   | 3,00   | 2,00 | 4,00 | 3,00 |  |  |
| stacjonarna   | 5,00   | 4,00   | 2,00 | 3,00 |      |  |  |
| NDS: 23 [mg/m <sup>3</sup> ]  | 3,00   | 5,00   | 2,00 | 4,00 |      |  |  |
|   | 4,00   | 5,00   | 5,00 | 2,00 |      |  |  |
| <p><u>Miejsce:</u><br/>Odwiert M-P-22</p> <p><u>Zatrudnionych:</u><br/>1 pracownik</p> <p><u>Stanowisko:</u><br/>Operator wydobycia ropy i gazu</p> <p><u>Czas narażenia:</u><br/>20 min</p>                | SIARKOWODÓR  | 1,00   | 3,00 | 3,00 | 1,00 | <p><u>Stanowisko:</u><br/>Operator wydobycia ropy i gazu</p> <p><u>Łączne narażenie:</u></p> <p><u>Dla H<sub>2</sub>S:</u><br/>X<sub>gw</sub> = 0,0939<br/>GG<sub>w</sub> = 0,1145<br/>DG<sub>w</sub> = 0,0775</p> <p><u>Dla CO:</u><br/>X<sub>gw</sub> = 0,0899<br/>GG<sub>w</sub> = 0,1122<br/>DG<sub>w</sub> = 0,0728</p> | <p><u>Dla H<sub>2</sub>S:</u> 0,009</p> <p><u>Dla CO:</u> 0,0003</p> <p><u>Łączny:</u> 0,012</p> |
|   | Metoda   | 2,00   | 1,00 | 1,00 | 1,00 |  |  |
|   | stacjonarna  | 2,00   | 2,00 | 3,00 | 1,00 |  |  |
|   | NDS: 10 [mg/m <sup>3</sup> ]                                   | 3,00   | 3,00 | 2,00 | 3,00 |  |  |
|   |  | 2,00   | 2,00 | 2,00 | 3,00 |  |  |
|   | TLENEK WĘGLA   | 1,00   | 1,00 | 2,00 | 3,00 |  |  |
|   | Metoda   | 0,00   | 3,00 | 1,00 | 2,00 |  |  |
|   | stacjonarna  | 1,00   | 2,00 | 1,00 | 0,00 |  |  |
|   | NDS: 23 [mg/m <sup>3</sup> ]                                   | 2,00   | 0,00 | 3,00 | 1,00 |  |  |
|   |  | 2,00   | 3,00 | 2,00 | 2,00 |  |  |

Omówienie wyników

W ocenie zgodności warunków pracy posługiwano się wartościami NDS i NDSCh dla czynników szkodliwych, dla których miernik używany w badaniach posiada zamontowane sensory, podanymi w Dz.U. Nr 217, poz. 1833 (tablica 2).

Na ponad połowie przebadanych stanowisk nie wykryto obecności za-

Tablica 2. Wykaz wartości dopuszczalnych stężeń chemicznych wybranych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy

| Nazwa substancji                  | Najwyższe dopuszczalne stężenie, w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej [mg/m <sup>3</sup> ] |       |      |
|-----------------------------------|---|-------|------|
|                                   | NDS   | NDSCh | NDSP |
| Ditlenek siarki – SO <sub>2</sub> | 2   | 5     | –    |
| Siarkowodór – H <sub>2</sub> S    | 10  | 20    | –    |
| Tlenek węgla – CO                 | 23  | 117   | –    |

nieczyszczeń gazowych takich jak  $H_2S$ , CO oraz metanu. Obecności  $SO_2$  nie wykryto na żadnym z badanych stanowisk pracy.

Uwzględniając wyniki przeprowadzonych badań, warunki pracy na wszystkich stanowiskach należy uznać za bezpieczne, przy czym na większości stanowisk pracy wartości stężeń wynoszą poniżej 0,1 NDS.

Ze względu na brak wyników wcześniejszych badań z zakresu zanieczyszczenia powietrza na stanowiskach pracy w badanych obiektach naftowych, mimo że przeprowadzone obecnie badania w większości wykazały stężenia  $< 0,1$  NDS, należy je wykonać co najmniej dwukrotnie. Przy niezmienności warunków pracy uzasadniałoby to rezygnację z dalszych badań, która w sytuacji ich niewykonywania nie zachodzi (brak wyników). Badania takie również należy przeprowadzić każdorazowo w przypadku, gdy zaszła jakakolwiek zmiana warunków wykonywania pracy. Tylko na nielicznych stanowiskach pracy, w niektórych obiektach naftowych, wartości stężeń mieszczą się w przedziale 0,1 do 0,5 NDS – co narzuca obowiązek przeprowadzania badań zanieczyszczenia powietrza tymi substancjami co najmniej raz na dwa lata. Nigdzie nie stwierdzono stężeń substancji powyżej 0,5 wartości NDS.

### Wnioski z przeprowadzonych pomiarów

- Uwzględniając wyniki przeprowadzonych badań, warunki pracy na wszystkich badanych stanowiskach należy uznać za bezpieczne.
- Ze względu na brak wyników wcześniejszych badań z zakresu zanieczyszczenia powietrza na stanowiskach pracy w badanych obiektach naftowych, mimo że przeprowadzone obecnie badania w większości wykazały stężenia  $< 0,1$  NDS, należy je wykonać co najmniej dwukrotnie. Przy niezmienności warunków pracy umożliwiłoby to uzasadnioną rezygnację z dalszych badań.
- Na niektórych stanowiskach stężenia badanych substancji znajdowały się w przedziale od 0,1 do 0,5 NDS, co narzuca obowiązek przeprowadzania badań co najmniej raz na dwa lata.
- Nigdzie nie stwierdzono stężeń substancji powyżej 0,5 wartości NDS.
- Na żadnym ze stanowisk pracy wartość NDSCh nie została osiągnięta.
- Obecności  $SO_2$  nie wykryto na żadnym z badanych stanowisk pracy.
- Na ponad połowie przebadanych stanowisk nie wykryto obecności zanieczyszczeń gazowych takich jak  $H_2S$ , CO oraz metanu.
- Na badanych stanowiskach nie występuje zagrożenie wybuchem spowodowane obecnością metanu.
- Na badanych stanowiskach nie występuje zagrożenie wybuchem spowodowane obecnością siarkowodoru i tlenku węgla.
- Należałoby przeprowadzić badania zanieczyszczenia powietrza na stanowiskach pracy w obiektach naftowych także dla innych substancji, możliwych do wystąpienia na tych stanowiskach [15].

Na żadnym ze stanowisk pracy wartość NDSCh nie została osiągnięta.

Metan nie występuje w wykazie chemicznych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, dla których podano wartości dopuszczalnych stężeń (Dz.U. Nr 217, poz. 1833), dlatego w ramach niniejszej pracy obecność tego gazu badana była w aspekcie jego wybuchowości.

Na badanych stanowiskach nie występuje zagrożenie wybuchem spowodowane obecnością metanu, ponieważ otrzymane wyniki znajdują się albo poniżej dolnej granicy wybuchowości ( $DGW = 5\%$ ), albo powyżej górnej granicy wybuchowości ( $GGW = 15\%$ ) – tablica 3.

Siarkowodór i tlenek węgla także są gazami wybuchowymi (tablica 3), jednak ze względu na bardzo niskie zawartości tych substancji ich dolne granice wybuchowości nie zostały osiągnięte [6, 7, 15].

Tablica 3. Granice wybuchowości wybranych gazów

| Gaz          | DGW [%] | GGW [%] |
|--------------|---------|---------|
| Metan        | 5       | 15      |
| Siarkowodór  | 4,5     | 45      |
| Tlenek węgla | 12,5    | 75      |

Artykuł nadesłano do Redakcji 14.01.2010 r. Przyjęto do druku 15.02.2010 r.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński

## Literatura

- [1] Dyrektywa Rady 1999/30/EC z dnia 22.04.1999 r. w sprawie ograniczenia zawartości dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i tlenków azotu, cząstek stałych i ołowiu w otaczającym powietrzu.
- [2] Dyrektywa Rady 96/62/WE z dnia 27.09.1996 r. w sprawie oceny i zarządzania jakością otaczającego powietrza.
- [3] Dziennik Ustaw 2002 Nr 87, poz. 796 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 06.06.2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji.
- [4] Dziennik Ustaw 2003 Nr 1, poz. 12 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 05.12.2002 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu.
- [5] Dziennik Ustaw 2009 Nr 5, poz. 31 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 17.12.2008 r. w sprawie oceny poziomów substancji w powietrzu.
- [6] Dziennik Ustaw Nr 212, poz. 1769 Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10.10.2005 r. zmieniające Rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
- [7] Dziennik Ustaw Nr 217, poz. 1833, Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29.11.2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
- [8] Dziennik Ustaw Nr 73, poz. 645 Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20.04.2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
- [9] Kodeks Pracy z dnia 26.06.1974 r. z późniejszymi zmianami.
- [10] PN-84 Z-04008/02 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Wytyczne ogólne pobierania próbek powietrza atmosferycznego (imisja)*.
- [11] PN-EN 689:2002 *Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa*.
- [12] PN-EN-482:2006(U) *Powietrze na stanowiskach pracy. Ogólne wymagania dotyczące procedur pomiarów czynników chemicznych*.
- [13] PN-ISO 10396:2001 *Emisja ze źródeł stacjonarnych – Pobieranie próbek do automatycznego pomiaru stężenia składników gazowych*.
- [14] PN-Z-04008-7:2002 *Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacja wyników*.
- [15] Stachowicz A.: *Badania zanieczyszczeń atmosfery na stanowiskach pracy w zakładach przemysłu naftowego według obowiązujących wymagań Unii Europejskiej*. Praca INiG na zlecenie MNiI, Krosno 2007.
- [16] Ustawa z dnia 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dział II Ochrona powietrza: art. 85, art. 96.
- [17] Ustawa z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych (DZ.U. Nr 167, poz. 1399).
- [18] Zmiana do PN-Z-04008-7:2002/Az1:2004.



Mgr inż. Agnieszka STACHOWICZ – absolwentka wydziału GGiIŚ Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Zatrudniona w Instytucie Nafty i Gazu Oddz. Krosno na stanowisku asystenta, zajmuje się realizacją prac naukowo- i usługowo-badawczych związanych z zagadnieniami korozji urządzeń wglębnych i napowierzchniowych w przemyśle górnictwa naftowego.