

Marian Błażejowski

## Możliwości usunięcia substancji ropopochodnych z sieci i instalacji wodociągowych

Mały wodociąg wiejski w miejscowości Kozłowo (gm. Opalenica, woj. wielkopolskie), liczący około 3 km sieci o średnicach rurociągów 50+150 mm oraz kilkadziesiąt instalacji wodociągowych u odbiorców, został zanieczyszczony ropą naftową. Woda charakteryzowała się silnym zapachem substancji ropopochodnych oraz okresowo pojawiającymi się tęczowymi plamami na powierzchni. Brak poprawy jakości wody po intensywnym płukaniu sieci wodociągowej skłonił Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej „Kompol” w Opalenicy do zlecenia Instytutowi Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej opracowania metody usunięcia substancji ropopochodnych z sieci i przywrócenia wodociągu w Kozłowie do warunków zapewniających jego dalszą normalną eksploatację.

### Badania laboratoryjne

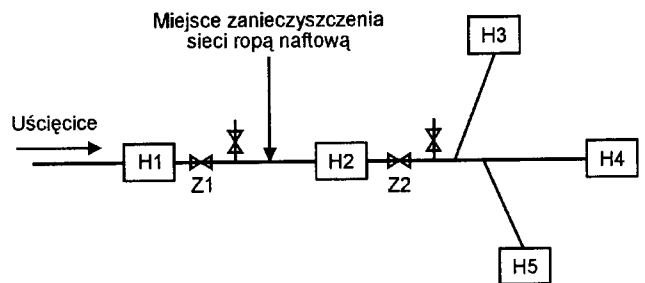
Na podstawie analizy wycinków rurociągów stwierdzono, że ich wewnętrzne ścianki pokryte były osadami żelazistymi, a charakterystyczny zapach wskazywał także na obecność substancji ropopochodnych. Przyjmując, że substancje te uległy okluzji na osadach, przeprowadzono próbę zmycia powierzchniowej warstwy osadów 0,2% roztworem wodorosiarczynu sodu (IV) i tripolifosforanem sodu. Stosując mieszaninę obu soli założono, że redukcja związków żelaza (III) do żelaza (II) ułatwi częściowe usunięcie osadów ze ścianek rur, a działanie fosforanu sodu zapewni ich stabilizację w fazie wodnej [1]. Wyniki badań w pełni potwierdziły przyjęte założenie. Po zanurzeniu 20 cm odcinka rury w roztworze i kilkunastominutowym wytrząsaniu roztwór stał się mętny, a zawartość związków żelaza wyniosła około 1 gFe/dm<sup>3</sup>.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych stwierdzono, że zastosowany roztwór może posłużyć do usunięcia substancji ropopochodnych z sieci i instalacji wodociągowych. W celu zwiększenia skuteczności tej operacji uzupełniono jednak jego skład 0,1% dodatkiem syntetycznego detergentu Roksol MS, jako emulgatora fazy olejowej. Detergent ten zawierał 60% niejonowych związków powierzchniowo czynnych typu oksyalkilenowanego nonylofenolu i 30% anionowych związków powierzchniowo czynnych typu mydeł etanolaminowych oleiny. Wybór tego detergentu podyktowany był dużą zawartością niejonowych związków powierzchniowo czynnych, charakteryzujących się niskim stężeniem micelowania, co powinno ułatwić przejście substancji ropopochodnych do fazy wodnej [2].

Skuteczność wymywania ropy naftowej z wodociągu oceniono na podstawie analiz próbek wody pobranych na końcówkach poszczególnych odcinków rurociągu oraz u wybranych użytkowników. W próbkach wody oznaczono stężenia detergentów anionowych i niejonowych, benzenu oraz dodatkowo niezwłoczne zapotrzebowanie wody na chlor, jako wskaźnik obecności siarczynów, a także specyficzny zapach substancji ropopochodnych. Stężenie anionowych związków powierzchniowo czynnych oznaczono zgodnie z PN-85/C-04550/05, z modyfikacją metody kolorymetrycznej [3], a niejonowych zgodnie z PN-72/C-04550, z sześciokrotnym zagęszczeniem i użyciem kuwet kwarcowych. Stężenie benzenu oznaczono metodą chromatografii gazowej, a stężenie chloru pozostałego metodą z ortotolidyną.

### Oczyszczanie sieci i instalacji wodociągowych

Na podstawie analizy układu sieci wodociągowej (rys. 1) podzielono ją na cztery części, instalując przy hydrantach H1 i H2 zasuwę oraz trójniki przeznaczone do wtłaczania roztworu płuczającego lub powietrza.



Rys. 1. Układ sieci wodociągowej w miejscowości Kozłowo

Następnie przygotowano 30 m<sup>3</sup> roztworu o składzie stosowanym w badaniach laboratoryjnych. Przemycanie sieci wodociągowej rozpoczęto zamykając zasuwę Z1 i Z2, a następnie wtłaczając przy otwartym hydrancie H2 roztwór myjący do rurociągu o długości około 1500 m. Wypluwającą z hydrantu H2 wodę zbierano do zbiornika o pojemności 50 m<sup>3</sup>. Wtłaczanie roztworu myjącego przerwano po pojawieniu się na wypływie piany. Następnie, w miejsce roztworu myjącego, rozpoczęto tłoczenie do rurociągu powietrza z intensywnością około 0,2 m<sup>3</sup>/h. Przepływające pęcherze powietrza miały ułatwić zmywanie ze ścianek osadów żelazistych wraz z zaokludowaną ropą naftową. Po 36 godz. tłoczenia, po wyłączeniu sprężarki, przystąpiono do usuwania roztworu myjącego przy pomocy wody czystej tłoczonej z sieci z kierunku Uścięcice. Intensywność zasilania w celu uzyskania przepływu tłokowego ustalono na 25 m<sup>3</sup>/h. W trakcie tej operacji pobrano

u wylotu z hydrantu H2 próbki roztworu i poddano je analizie na zawartość niejonowych substancji powierzchniowo czynnych, zapachu substancji ropopochodnych oraz niezwłoczno zapotrzebowania na chlor. Po 24 godz. przemywania stężenie niejonowych substancji powierzchniowo czynnych w pobranej próbce wynosiło  $550 \text{ g/m}^3$ , po 25 godz. –  $6,4 \text{ g/m}^3$ , a po 27 godz. –  $5 \text{ g/m}^3$ . Przyjmując, że zmiany anionowych substancji powierzchniowo czynnych zachodziły w podobnym tempie uznano, że zgodnie z polskimi przepisami [4] można odprowadzić wodę płuczając do gruntu na pobliskich nieużytkach. Decyzję tę dodatkowo uzasadniał brak w wodzie trwałego zapachu substancji ropopochodnych oraz niższe od  $1 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$  zapotrzebowanie wody na chlor. Do tego czasu przy pomocy wozu asenizacyjnego kilkakrotnie opróżniono zbiornik, do którego zbierano roztwór myjący oraz wodę płuczającą i przetransportowano je do oczyszczalni ścieków Przedsiębiorstwa Poszukiwań Nafty i Gazu.

Kontynuując płukanie wodą czystą pierwszego odcinka rurociągu pomiędzy hydrantami H1 i H2 przystąpiono do oczyszczania następnych części sieci oraz instalacji wodociągowych u odbiorców. Na wstępie napełniono je roztworem myjącym, zbierając wypływającą wodę do przewoźnego zbiornika aż do pojawienia się piany kolejno na wypływach z hydrantów H3, H4 i H5. Jednocześnie u każdego z odbiorców otwierając jeden z kurków czerpalnych napełniono roztworem myjącym przyłączy. Następnie otwierając pojedynczo hydranty tłoczono przez poszczególne odcinki rurociągów powietrze z intensywnością około  $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Po 24 godz. przystąpiono do wypłukiwania roztworu myjącego wodą czystą z sieci z Uścięcic. Każdy z odcinków płukano przez 24+30 godz. z intensywnością 2+5  $\text{m}^3/\text{h}$ , aż do uzyskania w wypływającej wodzie stężenia anionowych substancji powierzchniowo czynnych niższego od  $5 \text{ g/m}^3$ , co pozwoliło na zaprzestanie korzystania ze zbiornika opróżnianego przez wóz asenizacyjny i odprowadzanie jej na przydrożne nieużytki. Płuczając dalej poszczególne odcinki rurociągów zwiększono kolejno na kilka godzin intensywność płukania do około  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ . Pozwoliło to na uzyskanie w próbkach wody pobranych z wszystkich hydrantów stężenia niejonowych substancji powierzchniowo czynnych  $<0,2 \text{ g/m}^3$ , anionowych substancji powierzchniowo czynnych  $<0,1 \text{ g/m}^3$ , naturalnego (roślinnego) zapachu wody o natężeniu 1R oraz braku benzenu, jako wskaźnika zawartości substancji ropopochodnych.

Równocześnie z płukaniem sieci wodociągowej przeprowadzono operację oczyszczenia instalacji wewnętrznych u mieszkańców. Po odcięciu od przyłączy napełniono instalację

roztworem myjącym i po kilku godzinach intensywnie przepłukano dowiezioną wodą wodociągową, odbierając wody płuczalne do specjalnego zbiornika opróżnianego przez wóz asenizacyjny transportujący je do oczyszczalni ścieków. Do wypłukania instalacji wewnętrznych w jednym gospodarstwie zużyto średnio około  $10 \text{ m}^3$  wody, co zapewniło w niej kilkunastokrotną wymianę wody. Po zakończeniu płukania instalacji wewnętrznych u mieszkańców zgłoszono sieć wodociągową wraz z przyłączami we wsi Kozłowo do odbioru przez władze sanitarne.

## Podsumowanie

Czyszczenie sieci i instalacji wodociągowych zanieczyszczonych ropą naftową zakończono po 28 dobach. Powodzenie tej operacji w dużej mierze było efektem pokrycia wewnętrznych powierzchni rurociągów i instalacji osadami żelazystymi, na których zaokludowana była zanieczyszczająca wodę ropa naftowa. Pozwoliło to, po zastosowaniu roztworu myjącego zawierającego wodorosiarczan sodu (IV), tripolifosforan sodu i detergent Roksol MS, na odspojenie powierzchniowej warstwy osadów zanieczyszczonych ropą naftową i wypłukanie ich wodą wodociągową. Do wypłukania roztworu myjącego zużyto  $2240 \text{ m}^3$  wody wodociągowej. Oprócz tego, w czasie wyłączenia sieci z eksploatacji dostarczono mieszkańcom  $1400 \text{ m}^3$  wody do picia, z czego  $260 \text{ m}^3$  zużyto do nawodnienia upraw szklarniowych. Koszty przeprowadzonych działań zamknęły się kwotą 200 tys. zł.

## LITERATURA

1. A. L. KOWAL, M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: Oczyszczanie wody. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Wrocław 1996.
2. M. BŁAŻEJEWSKI: Usuwanie benzyny z piasku przez wypłukiwanie roztworami wodnymi wybranych surfaktantów. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria Budownictwo Lądowe, 2001, 45, ss. 5–14.
3. J. ZERBE, H. ELBANOWSKA, J. SIEPAK: Szybka metoda manualnego oznaczania anionowych substancji powierzchniowo czynnych w próbkach wody. Chemia Analityczna, 2000, 45, s. 595.
4. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz. U. nr 116, poz 503.

## Removal of Crude Oil Spills from a Rural Water Supply System

*A rural water supply system was contaminated with crude oil along a length of several kilometres. The tap water had a disagreeable odour and carried oil spills on its surface. Prewashing with water was found to be insufficient. Analysis of pipe samples showed that crude oil had occluded on the iron-containing incrustation. On the basis of laboratory tests, a procedure was established for the removal of the oil-contaminated incrustation layer. The procedure involved a solution which was made up of  $\text{NaHSO}_3$ , TPF and Roksol MS (a mixed nonionic and anionic*

*surfactant). The pipeline was washed stepwise. The said solution was passed to particular pipe sections, and mixing was provided via air supply. After 24 hours of treatment, the pipe section was rinsed, and the effluent was collected in tanks before it was sent to the wastewater treatment plant. The rinsing procedure was discontinued after the concentration of anionic and nonionic surfactants decreased to the value of  $0.1 \text{ g/m}^3$  and  $0.2 \text{ g/m}^3$ , respectively, and the tap water was free of benzene and of the typical crude oil odour.*