

# Niewidoczne kryształki i awarie automatów

Awaria sprzętu nurkowego jest relatywnie rzadko występującym czynnikiem związanym z wypadkami nurkowymi, także tymi, które zakończyły się śmiercią. Jednak kiedy coś takiego się zdarzy, najczęstsze i najbardziej niebezpieczne w skutkach są awarie automatów oddechowych i inflatorów kamizelek ratowniczo-wypornościowych<sup>1</sup>. Z tego powodu niedawny raport DAN dotyczący awarii automatu nie był bardzo zaskakujący, ale okazało się, że przyczyna tej awarii była dość niezwykła.

Chociaż nurek, któremu przytrafił się ten wypadek bardzo dobrze poradził sobie z sytuacją i nikt nie ucierpiał, niedoświadczony lub nerwowy nurek być może nie miałby tyle szczęścia. Najdziwniejsze było to, że chociaż butla nurka nie była pusta, przepływ gazu zwolnił a potem zatrzymał się tak, jakby doszło do sytuacji braku gazu. Dokładniejsze badanie sprzętu doprowadziło do zaskakującego odkrycia: duża ilość żółtej, "skryształowanej" substancji blokowała wewnętrzną część wlotu drugiego stopnia automatu. Wydawało się, że ta substancja pochodzi z wnętrza węża, który był używany przez ostatnie kilka lat, ale nie wykazywał żadnych zniekształceń lub objawów zniszczenia.



Kiedy staraliśmy się rozwiązać tę zagadkę odkryliśmy, że nie był to odosobniony przypadek. Taka sama sytuacja została opisana w przez nurków technicznych w ich blogu oraz przez producentów węży i pracowników warsztatów zajmujących się serwisem sprzętu w popularnych regionach nurkowych. Chociaż nie było informacji o żadnych urazach, to odkrycie doprowadziło do szerszego, światowego dochodzenia.

Kiedy zapytaliśmy liczącego się na rynku producenta węży do automatów, udzielił nam interesującej rady: trwałość węży nie jest bardzo długa i zwłaszcza węże z oplotem należy zmieniać co pięć lat lub częściej, jeśli widać na nich wyraźne otarcie lub jeśli przez długi okres czasu były wystawione na działanie tropikalnego słońca. Dodatkowo, niektóre węże sprzedawane jako markowe od cenionych producentów są tak naprawdę podróbką.

Pewien miłośnik nurkowania, inżynier w prywatnej firmie w USA zaproponował przeprowadzenie rzetelnego testu węży niskiego ciśnienia z oplotem. Poddał różne rodzaje węży procesom, które doprowadziły do ich

szybszego starzenia się i odkrył, że węże z powłoką wewnętrzną z termoplastycznego *poliesteru* i poliuretanu (TPU-poliester) niszczyły się podczas testów. Ten wynik jest zgodny z raportami dotyczącymi awarii węży do automatu otrzymanymi przez DAN. Z drugiej strony węże wykonane z termoplastycznego *polieteru* i poliuretanu (TPU-polieter) lub mające taką powłokę wewnętrzną nie zniszczyły się.

Znany europejski producent węży z opłotem, który zawsze używał polieteru-TPU do ich produkcji, w 2008 roku poprosił swojego dostawcę materiałów, aby wydał certyfikat na powłoki do węży wykonane z polieteru-TUP.



## Co powoduje, że powłoka wewnętrzna węży się niszczy?

Produkt rozpadu, czyli żółta substancja wyglądająca na kryształki jest bardziej miękka niż się wydaje i ma konsystencję wosku. Reakcją powodującą niszczenie węży jest hydroliza, która, jak sama nazwa wskazuje, wymaga obecności wody. Wysoka temperatura przyspiesza rozpad lub hydrolizę poliesteru-TPU. Powtarzający się cykl ogrzewania i schładzania powłoki wewnętrznej węża sprzyja występowaniu takiej krystalizacji w materiałach, które albo są nieodpowiednie do stosowania w automatach nurkowych, albo są poddane działaniu określonych środków chemicznych lub bakterii. Słońce podnosi temperaturę w wężu, następnie przepływ gazu oddechowego ponownie schładza wewnętrzną powierzchnię węża. Ten proces powtarza się podczas każdego nurkowania i po pewnym czasie zaczynają formować się kryształki. Wystarczająco duża ilość "kryształków" w końcu ingeruje w przepływ gazu lub przesuwają się w kierunku drugiego stopnia automatu, co prowadzi do poważnej awarii automatu oddechowego.





Trudno jest przewidzieć, w ciągu jakiego okresu czasu powłoka wewnętrzna z poliesteru-TUP się zniszczy, ale dostępne informacje sugerują, że przy temperaturze 30°C i wysokiej wilgotności węże mogą się zniszczyć w krótszym czasie niż zwykle.

Producenci sprzętu zostali poinformowani o tym zjawisku, dokładnie sprawdzili swoich dotychczasowych dostawców i wprowadzili ulepszone sposoby weryfikacji materiałów i zapewnienia jakości.

Standardowe zalecenie dotyczące węży do automatów to regularny przegląd pod kątem jakichkolwiek zewnętrznych zniszczeń. Rozpad lub zużycie zewnętrznej gumowej warstwy w końcu sprawia, że wąż jest podatny na pęknięcie podczas działania wysokiego ciśnienia lub w czasie użytkowania. Gumowe węże są bardziej podatne na te uszkodzenia, dlatego stworzono węże z zewnętrznym oplotem polimerowym. Niestety tutaj pojawia się problem: zewnętrzna warstwa węża z oplotem może wydawać się normalna, giętka i bez widocznych uszkodzeń, natomiast zniszczona warstwa wewnętrzna jest całkowicie niewidoczna podczas powierzchniowej kontroli.

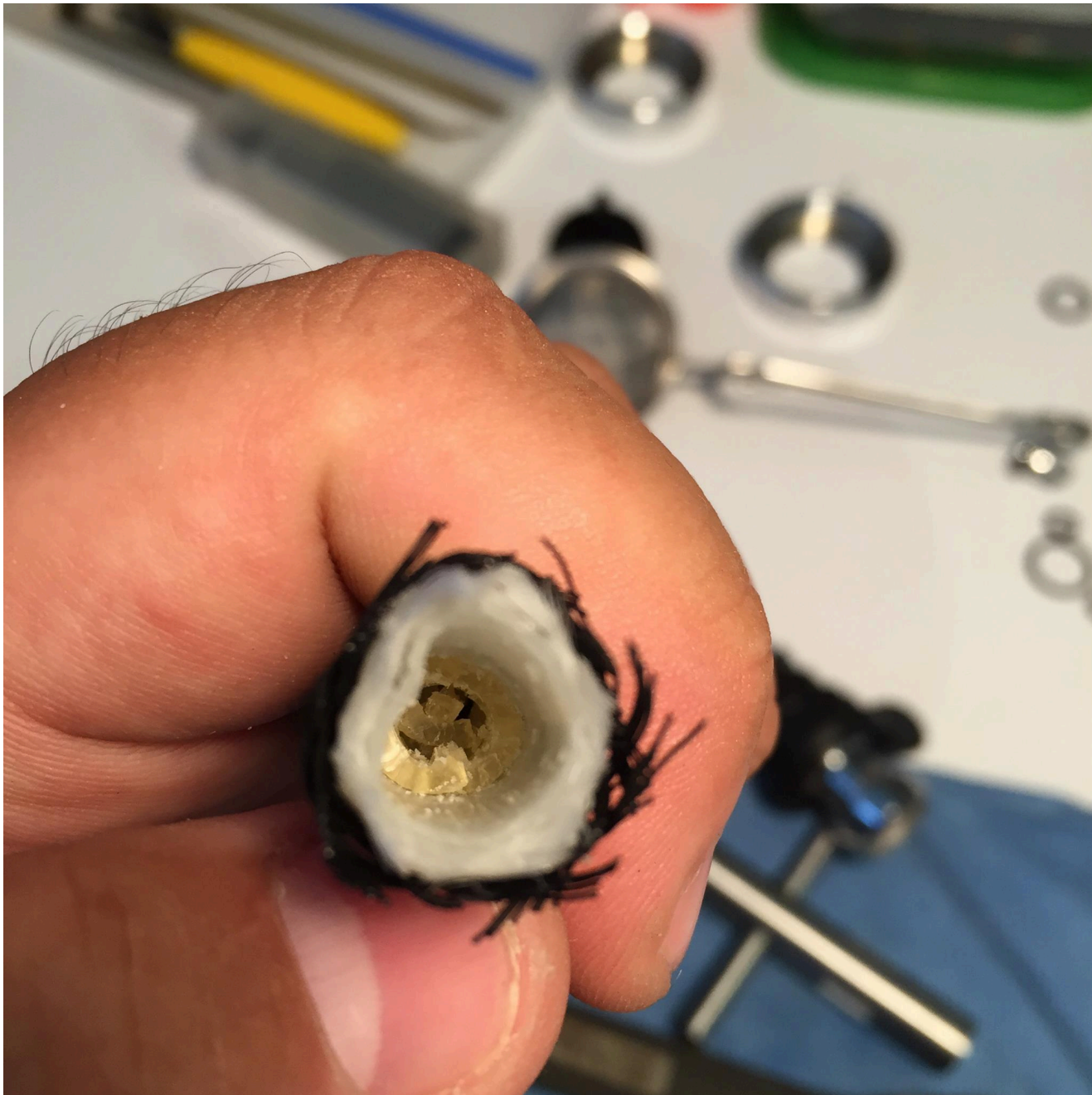


## Co zaleca DAN?

Nasze zalecenia dla nurków:

- Wszystkie węże, w tym węże z opłotem zewnętrznym, mają ograniczony okres użytkowania niezależnie od wyglądu zewnętrznego lub wzmocnień czy zabezpieczeń zapewnianych przez osłonę lub opłot. Każdy oglądany przez nas wąż, który uległ awarii miał ponad pięć lat.
- Podczas zakupu węża sprawdź, z czego wykonana jest powłoka wewnętrzna – powinna być zrobiona z polieteru-TPU, a nie z poliesteru-TPU. Jeśli masz wątpliwości, nie kupuj tego produktu. Zawsze kupuj węże i inne elementy sprzętu podtrzymującego życie od znanych producentów, którzy wyraźnie określają typ materiału użytego do wykonania powłoki.
- Jeśli istnieje jakiegokolwiek podejrzenie zablokowania przepływu gazu, zwłaszcza jeśli wąż jest nowy, nurek powinien natychmiast przerwać używanie automatu. Należy przeprowadzić dokładną kontrolę automatu i węża. Jeśli automat pracuje prawidłowo, prawdopodobnie uszkodzony jest wąż.
- Fizycznie sprawdź wąż ściskając go co kilka centymetrów, aby sprawdzić, czy wszędzie ma taką samą giętkość. Jakakolwiek zmiana wytrzymałości podczas naciskania na węża sugeruje potencjalny problem. Przy pomocy tego testu łatwiej jest sprawdzić wąż z opłotem niż twardszy wąż z gumową osłoną na zewnątrz.





Prosimy nurków, którzy zaobserwują opisaną degradację węża w środku, aby wysłali e-mail do DAN na adres [communications@daneurope.org](mailto:communications@daneurope.org), najlepiej dołączając zdjęcia, które pokazują stan węża. Pozwoli nam to zebrać jak najwięcej informacji, abyśmy mogli dowiedzieć się więcej o tym zjawisku. Będziemy się dzielić każdym nowym odkryciem, przestroga lub radą ze społecznością nurkową.

---

## Sources

1. Vann R, Lang M. Recreational diving fatalities. *Undersea Hyperb Med* 2011; 38(4): 257-60.
2. Davis A. [Nylon-braided regulator hose diving emergency](#). *Scuba Tech Philippines*. July 22, 2015. Accessed December 7, 2016.