

# Neviditelné krystalky a selhání regulátoru

Poruchy nebo selhání potápěčského vybavení jsou poměrně vzácnými příčinami nehod či dokonce úmrtí spojených s potápěním. Pokud se nějaký problém vyskytne, zpravidla se týká poruchy regulátoru a inflátoru, neboli zařízení k napouštění a vypouštění vzduchu z kompenzátoru vztlaku<sup>1</sup>. Nedávná zpráva o selhání regulátoru tedy nebyla pro pracovníky DAN příliš překvapující, nicméně nakonec se ukázalo, že se jednalo docela neobvyklý případ.

I když potápěč, kterému se nehoda stala, zvládl situaci bravurně a nedošlo k poškození zdraví, mohlo by se stát, že nezkušený nováček by dopadl daleko hůře. I když nebyla tlaková lahev prázdná, proud vzduchu začal zpomalovat a postupně se zcela zastavil, jako kdyby byly zásoby zcela vyčerpány. Při bližším ohledání vybavení došlo k překvapujícímu zjištění, že vnitřek vstupu do druhého stupně regulátoru blokovalo velké množství žluté „krystalické“ hmoty. Podle všeho hmota pocházela z vnitřku hadice, která byla několik let v používání, ale nenesla na povrchu žádné nápadné známky opotřebení.



Když jsme se snažili přijít na to, co se vlastně stalo, zjistili jsme, že se nejedná o jediný případ svého druhu. Stejná situace byla popsána na blogu technických potápěčů<sup>2</sup> a rovněž se o ní zmiňují výrobci hadic a dílny pro údržbu potápěčského vybavení v oblíbených potápěčských oblastech. I když zatím nebyly hlášeny žádné újmy na zdraví, ke kterým by podobné ucpání hadice vedlo, rozhodli jsme se provést rozsáhlejší celosvětový výzkum.

Když jsme se ptali největšího výrobce hadic určených pro potápění, dostalo se nám zajímavého ponaučení: hadice nevydrží věčně a především opletené hadice by se měly vyměňovat každých pět let, případně ještě častěji, pokud jsou zjevně odřeně, nebo jestliže byly vystavovány delší dobu tropickému slunci. Navíc některé hadice, které se prodávají pod značkami renomovaných výrobců, jsou ve skutečnosti jenom napodobeniny.

Jeden velmi horlivý potápěč a zároveň technik pracující v soukromé americké firmě se nabídl, že provede

důkladné přezkoušení nízkotlakých opletených potápěčských hadic. Vystavil různé hadice testům zrychleného stárnutí a již předběžné výsledky odhalily, že hadice s termoplastickým polyester-polyuretanovým potahovým materiálem se v průběhu testování silně opotřebovaly. To odpovídá i případům selhání hadic, které byly nahlášený do DAN. Hadice vyrobené z termoplastického polyether-polyuretanu prošly testem bez poškození.

Jeden známý evropský výrobce opletených hadic, který vždy využíval polyether-polyuretan, začal požadovat od roku 2008 po svých dodavatelích, aby poskytovali certifikát na polyether-polyuretanové potahy na hadice.



## Co způsobuje opotřebování potahů hadic?

Výsledkem opotřebování je žlutá hmota, která se uvolňuje uvnitř hadice a vypadá jako krystalky. Je však měkčí, než se na první pohled zdá a když se zmáčkne, tak budí dojem vosku. V průběhu stárnutí hadic dochází k hydrolýze, což je chemická reakce, která vyžaduje přítomnost vody. Vyšší teploty tuto reakci a degradaci polyester-polyuretanu urychlují. Při opakovaném zahřívání a ochlazování potahů hadic dochází v nevhodných, nebo chemicky či bakteriálně poškozených materiálech ke krystalizaci. Ideální podmínky k této reakci nastávají, když se hadice nejprve zahřejí na slunci a následně proud dýchacího plynu ochlazuje jejich vnitřní povrch. To se opakuje při každém ponoru a „krystalky“ se tímto způsobem hromadí. Při vzniku jejich dostatečného množství vytvoří krystalky následně překážku pro proud vzduchu, nebo se přesunují směrem ke druhému stupni regulátoru a mohou ho vyřadit z provozu.





Je obtížné odhadnout čas potřebný k tomu, aby se polyester-polyuretanové potahy hadic opotřebovaly. Dostupné informace naznačují, že při uchovávání ve 30°C a při vysoké vlhkosti by hadice mohly vydržet déle.

Informovali jsme o této skutečnosti výrobce potápěčského vybavení, kteří pečlivě prošetřili své dodavatele a zahrnuli do výrobního procesu důkladnější způsoby ověřování kvality materiálu.

Dosud zahrnovaly standardní bezpečnostní doporučení týkající se hadic regulátorů, především pravidelnou kontrolu známek vnějšího opotřebení. Porušení nebo odření vnější pryžové vrstvy by totiž mohlo vést k prasknutí hadice v průběhu jejího zatěžování tlakem, nebo při jejím používání. Pryžové hadice jsou poměrně náchylné k tomuto typu poškození, což je důvod, proč byly vyvinuty hadice opletené polymery. Nicméně právě zde je zakopaný pes: vnější povrch opletené hadice může být v pořádku, hadice je dobře ohebná a nenesou stopy opotřebení, nicméně může být poškozen jejich vnitřní povrch, který je zcela skryt běžné zrakové kontrole.

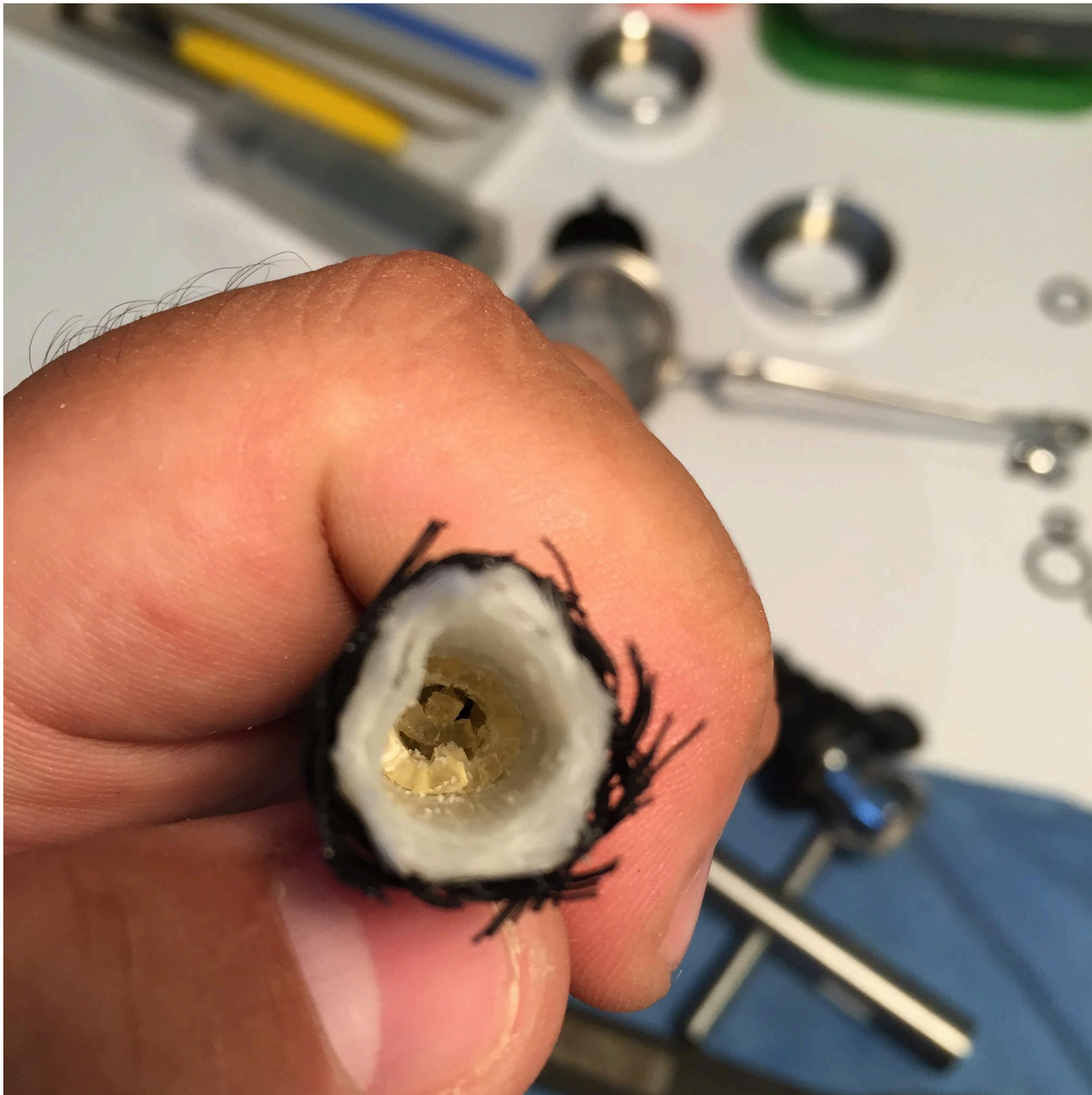


## Jaká jsou doporučení DAN?

DAN poskytuje potápěčům následující důležitá doporučení:

- Všechny hadice regulátoru, včetně opletených hadic, mají omezenou dobu životnosti, bez ohledu na to, jak vypadá jejich vnější povrch, jaké mají vyztužení a případnou ochranu krytem, a to bez ohledu na stav samotného opletení jejich povrchu. Poškozené hadice, se kterými jsme se setkali, byly vždy starší než 5 let.
- Pokud kupujete nové hadice, zjistěte vždy složení materiálu, ze kterého je vytvořen jejich potah – vybírejte polyether-polyuteran, nikoliv polyester-polyuretan. Pokud si nejste jisti materiálem opletení, hadici si raději nepořizujte. Kupujte hadice a další životně důležité vybavení od známých a ověřených výrobců, kteří jasně deklarují, z jakého materiálu je vyroben potahový materiál.
- Pokud dojde třeba jen k mírnému zpomalení proudu vzduchu, především při používání novějších hadic, měl by potápěč okamžitě přestat regulátor používat. Pečlivě zkontrolujte regulátor a hadici. Pokud není příčina v regulátoru, je pravděpodobně na vině hadice.
- Kontrolujte hadice po celé jejich délce postupným stlačováním centimetr po centimetru, abyste zjistili, zda jsou po celé délce stejně pružné. Pokud v průběhu hadice narazíte na špatně stlačitelné místo, může se jednat o problém. Tuto zkoušku lehce provedete s opletenými hadicemi (na rozdíl od tužších hadic pokrytých zvnějšku pryží).





Obracíme se na všechny potápěče, kteří zaznamenají podobné problémy s opotřebením vnitřního povrchu hadic, aby nás o této skutečnosti informovali e-mailem na adrese: [communications@daneurope.org](mailto:communications@daneurope.org) - v ideálním případě přiložte obrázky, které dokumentují stav hadice. Vaše zprávy nám umožní sesbírat co nejvíce informací, abychom se mohli o této skutečnosti více poučit. Jakákoliv nová zjištění, varování a doporučení budeme s vámi, potápěči, sdílet.

---

## Literatura

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. 22. července, 2015. Zpřístupněno 7. prosince 2016.