

# Onzichtbare kristallen en ademautomaat problemen

Kapot gaan of niet goed werken van duikapparatuur is een relatief zeldzame factor bij duik gerelateerde ongelukken en sterfgevallen. Als het zich al voordoet hebben de meest voorkomende en gevaarlijkste problemen te maken met ademautomaten en de inflators van trimvesten. Een recent DAN rapport over een probleem met een ademautomaat was op zich niet echt verrassend, maar de oorzaak bleek nogal ongewoon te zijn.

Hoewel de duiker die bij het incident betrokken was heel goed met de situatie omging en er niemand gewond raakte, zou een nerveuze of onervaren duiker wellicht niet zoveel geluk gehad hebben. Het was vooral vreemd dat hoewel de duikfles van de duiker niet leeg was, de gastoevoer minder werd en vervolgens helemaal stopte op een manier die deed denken aan een geen-lucht situatie. Nader onderzoek van het materiaal leidde tot een raadselachtige ontdekking: een grote hoeveelheid geel “gekristalliseerd” materiaal blokkeerde het binnenwerk van de inlaat van de tweede trap. Het materiaal leek afkomstig van binnen de slang die al een paar jaar in gebruik was, maar uitwendig geen abnormaliteiten of tekenen van veroudering vertoonde.



Terwijl we probeerden dit mysterie op te lossen, ontdekten we dat dit geen op zichzelf staand geval was. Over eenzelfde soort situatie was al geschreven op een technisch duiken blog<sup>2</sup> en door slangenfabrikanten en werkplaatsen voor materiaalonderhoud in populaire duikgebieden. Hoewel er geen verwondingen gerapporteerd waren, vroeg de ontdekking om een breder, wereldwijd onderzoek.

Desgevraagd gaf een grote fabrikant van slangen een interessant advies: slangen gaan geen leven lang mee en gevlochten slangen in het bijzonder moeten iedere vijf jaar vervangen worden – of vaker als er een duidelijke beschadiging is of als ze gedurende langere tijd blootgesteld aan de tropische zon zijn geweest. Bovendien zijn er slangen in de handel die merknamen dragen van goed bekend staande slangenfabrikanten, maar die in feite namaak zijn.

Een enthousiaste duiker, een gespecialiseerd technicus bij een bedrijf in de VS, bood aan diepgaande testen uit te voeren op gevlochten lage-druk duikslangen. Hij onderwierp verschillende slangen aan een versneld verouderingsproces en de voorlopige uitkomst was dat slangen met een thermoplastisch *polyester*-polyurethaan (polyester-TPU) voeringmateriaal tijdens het testen in kwaliteit achteruit gingen. Dit resultaat komt overeen met de rapporten betreffende niet werkende slangen die DAN verzameld had. Echter slangen die gemaakt waren van of gevoerd waren met thermoplastisch *polyether*-polyurethaan (polyether-TPU) gaven aan de andere kant geen problemen.

Een bekende Europese fabrikant van gevlochten slangen, die sinds 2008 altijd al polyether-TPU gebruikt, heeft van zijn leverancier van materialen geëist zijn polyether-TPU slangvoeringen te certificeren.



## Wat was de oorzaak van het vergaan van die voeringen?

Het vergankelijke product, een gele, kristalachtige substantie, is zachter dan het lijkt en voelt wasachtig aan als je het indrukt. De reactie die het vergaan ervan veroorzaakt is in feite hydrolyse, wat, zoals de naam al suggereert, de aanwezigheid van water vereist. Een hogere temperatuur versnelt de afbraak of hydrolyse van het polyester-TPU. Herhaaldelijk cyclisch verwarmen en afkoelen van die slangvoeringen bevordert deze vorm van kristallisatie in materialen die ofwel ongeschikt voor deze toepassing zijn ofwel gevoelig zijn voor bepaalde chemicaliën of bacteriën. De zon verwarmt de slang, vervolgens koelt het stromen van het ademgas de binnenkant van de slang weer af. Dit proces herhaalt zich bij iedere duik en de 'kristallen' hopen zich in de loop der tijd op. Voldoende 'kristallen' vormen uiteindelijk een blokkage of belemmering van de gastoevoer of ze bewegen zich in de richting van de tweede trap wat resulteert in een aanzienlijk functieverlies van het ademapparaat.





Het is moeilijk om te voorspellen hoeveel tijd er nodig is voor het vergaan van een polyester-TPU voering, maar beschikbare informatie suggereert dat bij 30°C en een hoge luchtvochtigheid blootgestelde slangen in een kortere tijd kunnen vergaan.

Materiaalfabrikanten zijn over dit fenomeen ingelicht en zijn zorgvuldig hun bestaande leveranciers nagegaan en gebruiken verbeterde methodes om materialen te controleren en de kwaliteit te waarborgen.

De standaard veiligheidsaanbeveling betreffende automaatslangen is dat ze regelmatig gecontroleerd moeten worden op tekenen van uitwendige slijtage. Verweerde plekken of slijtage van de buitenste rubberen mantel zullen uiteindelijk een slang gevoeliger voor scheuren tijdens het onder druk brengen of zelfs tijdens het gebruik ervan. Rubber slangen zijn behoorlijk gevoelig voor deze conditie en dat is de reden waarom er polymere gevlochten slangen ontwikkeld zijn. Maar daarin schuilt het probleem. De buitenkant van gevlochten slangen kan er normaal uitzien, buigzaam en vrij van duidelijke afwijkende zaken, terwijl een inwendig oppervlak dat vergaan is helemaal onzichtbaar is voor een oppervlakkige, uitwendige inspectie.

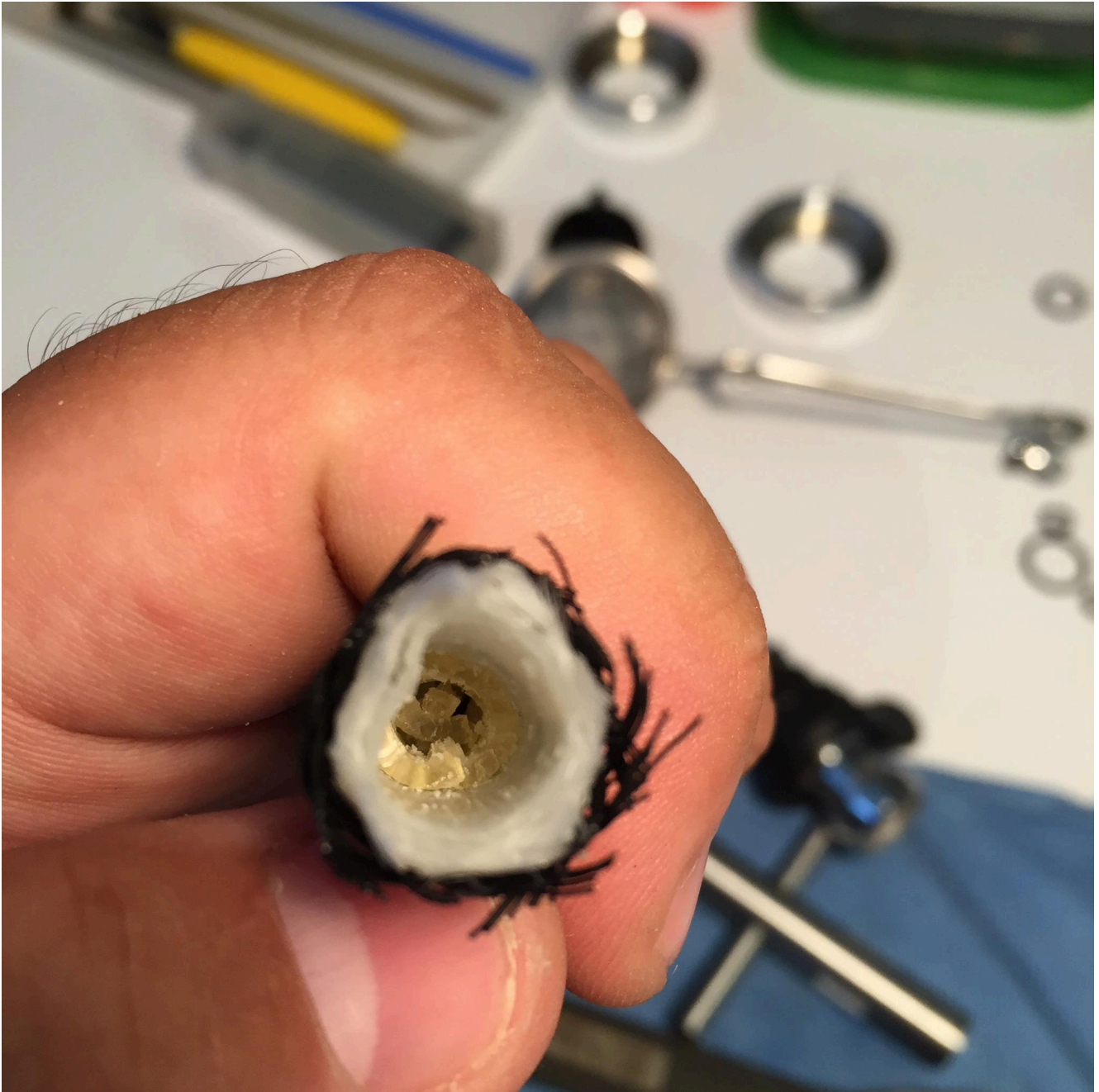


## Wat raadt DAN aan?

We denken dat het belangrijk is om duikers als volgt te adviseren:

- Alle automaatslangen, waaronder gevlochten slangen, hebben een beperkte levensduur, ongeacht hoe ze er aan de buitenkant uitzien of versteviging en bescherming door slangbeschermers of het vlechtwerk zelf. De slechte slangen die we gezien hebben en die problemen gaven, waren meer dan vijf jaar oud.
- Stel bij het kopen van een slang vast wat de samenstelling van de voering ervan is — ga voor een polyether-TPU voering, niet voor polyester-TPU. Als je twijfelt, koop de slang dan niet. Koop je slangen en ander materiaal dat letterlijk van levensbelang is bij gerenommeerde fabrikanten die duidelijk aangeven welk soort voeringmateriaal er gebruikt is.
- Als er ook maar één indicatie is van een restrictie van de gasstroom, vooral wanneer er een nieuwe slang gebruikt wordt, moet de duiker direct stoppen met de automaat te gebruiken. Voer een zorgvuldige inspectie van de automaat en de slang uit. Als de automaat niet de oorzaak is, valt de verdenking op de slang.
- Controleer slangen fysiek door ze om de centimeter of zo in te drukken om vast te stellen om ze overall even buigzaam zijn. Iedere verandering in weerstand bij het indrukken over de gehele lengte van de slang kan een teken van een mogelijk probleem zijn. Deze test is veel gemakkelijker uit te voeren bij gevlochten slangen dan bij de hardere, aan de buitenkant rubberen slangen.





We vragen alle duikers die deze slijtage van de binnenkant van de slang opmerken een e-mail te sturen naar DAN op [communications@daneurope.org](mailto:communications@daneurope.org) - het liefst samen met foto's die de conditie van de slang laten zien. Dit stelt ons in staat om zo veel mogelijk informatie te verzamelen, zodat we meer over dit fenomeen kunnen leren. We zullen alle nieuwe bevindingen, waarschuwingen en adviezen delen met de duikgemeenschap.

---

## Bronnen

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.