

Cristales invisibles y fallos del regulador

El fallo o mal funcionamiento del equipo de buceo es un factor relativamente raro en los accidentes y muertes relacionadas con el buceo. Cuando ocurre, los funcionamientos defectuosos más comunes y peligrosos involucran a los reguladores y a los chalecos hidrostáticos (BCDs)¹ Por lo que un informe reciente de DAN sobre el fallo de un regulador no fue necesariamente sorprendente, pero la causa resultó ser bastante inusual.

Aunque el buceador involucrado en el incidente gestionó muy bien la situación, y nadie resultó herido, un buceador inexperto o nervioso podría no haber sido tan afortunado. Era particularmente extraño que, aunque el tanque del buceador no estaba vacío, el flujo de gas se había ralentizado hasta cesar de fluir, de modo que podía pensarse en una situación de falta de aire. Un examen más detallado del equipo llevó a un descubrimiento desconcertante: una gran cantidad de material 'cristalizado' amarillo estaba bloqueando el interior de la entrada de aire a la segunda etapa del regulador. El material pareció originarse dentro del latiguillo, que había estado en uso durante algunos años, pero que no mostraba anomalías externas ni signos de deterioro.



Al tratar de resolver el misterio, descubrimos que este no era un caso aislado. La misma situación había sido informada en un blog de buceo técnico², y de fabricantes de latiguillos y talleres de servicio de mantenimiento de equipos, en zonas populares de buceo. Aunque no se ha informado de heridos, el descubrimiento provocó una investigación global más amplia.

Cuando se le consultó, un importante fabricante de latiguillos dió un consejo interesante: los latiguillos no son eternos, y los recubrimientos de termoplástico trenzado en particular, deben reemplazarse cada cinco años, o más a menudo si hay una clara abrasión o han pasado largos períodos bajo el sol tropical. Además, algunos latiguillos que se venden utilizando marcas de fabricantes de latiguillos de renombre son, de hecho, imitaciones.

Un ávido buceador e ingeniero especialista en una compañía privada en los EE. UU., se ofreció a realizar una prueba exhaustiva de latiguillos trenzados de baja presión, para el buceo. Sometió a toda una variedad de latiguillos a un envejecimiento acelerado, y el hallazgo preliminar fue que las mangueras con un material de revestimiento termoplástico a base de *poliéster*-poliuretano (*poliéster*-TPU) se descompusieron durante la prueba. Este resultado coincidía con los informes de fallo del latiguillo que DAN había recopilado. Por otra parte, los latiguillos confeccionados con *poliéster*-poliuretano termoplástico (*poliéster*-TPU) o revestidos con dicho material, no fallaron.

Un conocido fabricante europeo de latiguillos trenzados, que siempre ha utilizado *poliéster*-TPU, desde 2008, ha exigido a su proveedor de materiales certificar que sus revestimientos de latiguillos son de *poliéster*-TPU.



¿Qué causa la descomposición de los revestimientos de los latiguillos?

El producto de la descomposición, una sustancia amarilla de aspecto cristalino, es más suave de lo que parece y presenta un tacto ceroso cuando se la exprime. La reacción que causa la descomposición es, en realidad, una hidrólisis, que, como su nombre indica, requiere la presencia de agua. La temperatura elevada favorece la degradación acelerada o hidrólisis del *poliéster*-TPU. El calentamiento y enfriamiento cíclicos, repetido, del revestimiento del latiguillo, favorece esta forma de cristalización en materiales que no son aptos para esta aplicación o que están afectados por ciertos productos químicos o bacterias. El sol calienta la manguera, luego el flujo de gas respirable enfría nuevamente la superficie interna del latiguillo. Este proceso se repite con cada inmersión y los "cristales" se acumulan con el paso de los días. Así, con el tiempo, se forman suficientes "cristales" para invadir el flujo de gas o migrar hacia la segunda etapa del regulador, lo que provoca un fallo significativo en el dispositivo de respiración.



Es difícil predecir el tiempo requerido para que se deteriore un revestimiento de poliéster-TPU, pero la información disponible sugiere que a 30°C y alta humedad, los latiguillos expuestos podrían deteriorarse en poco tiempo.

Los fabricantes de equipos ya han sido informados sobre este fenómeno y han investigado cuidadosamente a sus actuales proveedores, y han implementado medios mejorados de verificación de materiales y garantía de la calidad.

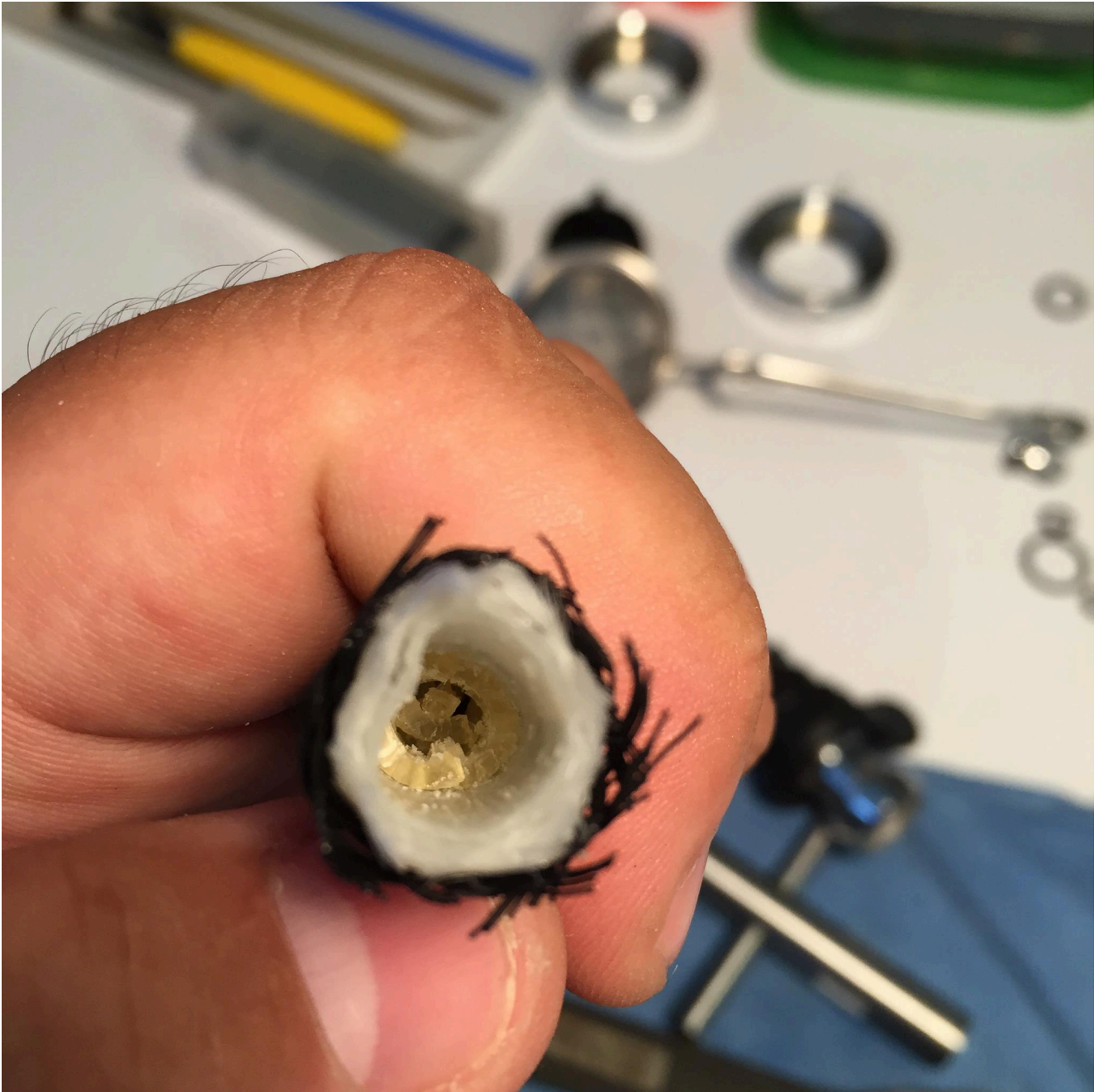
La recomendación de seguridad estándar con respecto a los latiguillos del regulador ha sido que deben inspeccionarse regularmente para detectar signos de deterioro externo. La desintegración o abrasión del revestimiento exterior de caucho, predispone eventualmente a que las mangueras se rompan al presurizarse o incluso cuando están en uso. Las mangueras de caucho son bastante propensas a esta condición, por lo que se desarrollaron mangueras con trenzado de polímero. Pero aquí radica el problema: el exterior de las mangueras trenzadas puede parecer normal, flexible y libre de anomalías obvias, mientras que una superficie interna deteriorada sería completamente invisible a una inspección externa superficial.



¿Qué recomienda DAN?

Consideramos que es importante asesorar a los buceadores, de la siguiente manera:

- Todas las mangueras del regulador, incluidas las mangueras trenzadas, tienen una vida útil limitada, independientemente de la apariencia externa o el refuerzo y la protección proporcionada por los protectores del latiguillo o el propio trenzado. Los latiguillos defectuosos que hemos visto tienen más de cinco años.
- Cuando compre un latiguillo, verifique la composición de su revestimiento: compruebe que sea de poliéster-TPU y no de poliéster-TPU. En caso de duda, no compre el latiguillo. Compre sus latiguillos y otros equipos de soporte vital, de fabricantes conocidos que indiquen claramente el tipo de material utilizado en el revestimiento.
- Si hay algún indicio de restricción de flujo de gas, en especial cuando se compara con un latiguillo más nuevo, el buzo debe dejar de usar el regulador de inmediato. Realice una inspección cuidadosa del regulador y de los latiguillos. Si el regulador no es la causa, sospeche del latiguillo.
- Examine físicamente los latiguillos, presionándolos cada centímetro para evaluar si exhiben el mismo grado de flexibilidad. Cualquier cambio en la resistencia mientras se aprieta a lo largo de la manguera, sería una señal de un posible problema. Esta prueba es mucho más fácil de realizar con latiguillos trenzados que con latiguillos de goma externa, más duros.



Le pedimos a todos los buceadores que hayan observado esta degradación del interior de sus latiguillos, que envíen un correo electrónico a DAN, a communications@daneurope.org, preferiblemente con imágenes que muestren el estado del latiguillo. Esto nos permitirá obtener tanta información como sea posible para que podamos conocer más sobre este fenómeno. Compartiremos los nuevos hallazgos, advertencias y consejos con la comunidad de buceo.

Referencias

1. Vann R, Lang M. Recreational diving fatalities. Undersea Hyperb Med 2011; 38(4): 257-60.
2. Davis A. [Emergencia en latiguillos de nylon trenzado en reguladores de buceo](#). Scuba Tech Philippines. Julio 22, 2015. Accedido en el 7 de diciembre de 2016.