

Dampfblasen im Kühlkreislauf können schwerwiegende Schäden verursachen. Eine sorgfältige Wartung ist ein Schlüsselfaktor zu deren Vermeidung.

Definition

Kavitation bezeichnet die Bildung und das schlagartige Zusammenfallen von Dampfblasen in schnell strömenden Flüssigkeiten. Die Implosion der Gasblasen führt zu enormen Druckunterschieden, durch die mikroskopisch kleine Teile aus dem Material gerissen werden. Im Lauf der Zeit entstehen immer zahlreichere und größere Löcher in der Oberfläche bis schließlich zur vollständigen Zerstörung des Bauteils.

Ursachen

In den meisten Fällen sind ein Defekt oder mangelnde Wartung für Kavitationsschäden an Bauteilen des Kühlkreislaufs verantwortlich. Kann kein ausreichender Druck im System aufgebaut werden, sinkt die Siedetemperatur des Kühlmittels, was wiederum die Bildung von Dampfblasen begünstigt. Auslöser für Kavitation können sein:

- Kein oder zu wenig Kühlmittelzusatz (Frostschutz) im Kühlwasser (Siedepunkt zu gering)
- Überaltertes und verschlissenes Kühlmittel (fehlende Additive und Inhibitoren, z. B. gegen Schaumbildung)



Abbildung 1: Durch Kavitation abgetragene Flügel einer Kühlmittelpumpe



Abbildung 2: Laufbuchse mit Kavitationsschaden im Bereich des oberen Totpunkts

- Ein defektes Druckventil im Deckel des Ausgleichsbehälters (Druck wird nicht aufgebaut)
- Rückstände oder Fremdkörper im Kühlwasser (Dichtmittelreste oder Ablagerungen)

Schäden

Kavitation kann im Kühlkreislauf zu einer ganzen Reihe von Defekten führen:

- Im fortgeschrittenen Stadium kann bei nassen (d. h. von Kühlmittel umspülten) Zylinderlaufbuchsen Kühlmittel in den Zylinder eindringen und der Motor einen Totalschaden durch Hydraulikschlag erleiden.
- Setzt sich im Innern von Wärmetauschern (z. B. bei Stapelscheiben- oder Retarder-Ölkühlern) ein Fremdkörper fest, kann das Umspülen dieses Hindernisses zu Verwirbelungen, Dampfblasenbildung und als Folge davon zu einer Leckage zwischen Öl- und Kühlmittelseite führen.
- Bei Kühlmittelpumpen führt Kavitation zu Abtrag an den Flügeln des Pumpenrads. Im weiteren Verlauf reduziert sich dadurch die Förderleistung, bis schließlich keine Umwälzung mehr stattfindet.

Wichtig!

Für die Vermeidung von Kavitationsschäden spielt die korrekte Funktion des Kühlsystems eine maßgebliche Rolle. Kühlmittel sollte regelmäßig nach Herstellervorgaben ersetzt werden. Befinden sich Fremdkörper oder Ablagerungen im Kühlkreislauf, muss dieser unbedingt gereinigt und gespült werden. Bei Wärmetauschern (Ölkühlern) muss die Dichtheit beider Kreisläufe sichergestellt sein, das heißt, es darf weder Öl in den Kühlkreislauf eindringen noch umgekehrt.

Issue no. 09/2021

Cavitation damage in the cooling circuit

Vapor bubbles in the cooling circuit can cause serious damage. Thorough maintenance is key to prevention.

Definition

Cavitation refers to the formation and sudden collapse of vapor bubbles in fast-flowing liquids. The implosion of the gas bubbles creates enormous pressure differences, causing microscopic pieces to be torn out of the material. Over time, more and more holes of increasing size form in the surface until the component is finally completely destroyed.

Causes

In most cases, a defect or inadequate maintenance is responsible for cavitation damage to cooling circuit components. If sufficient pressure can't build in the system, the boiling point of the coolant drops, which in turn encourages the formation of vapor bubbles. A number of factors can trigger cavitation:

- Insufficient or no coolant additive (antifreeze) in the coolant (boiling point too low)



Figure 1: Coolant pump blade showing erosive wear caused by cavitation



Figure 2: Cylinder liner with cavitation damage in the area around the top dead center

- Stale and worn coolant (lack of additives and inhibitors, e.g., to prevent foaming)
- A defective pressure valve in the expansion tank cap (pressure does not build up)
- Residue or foreign objects in the cooling water (sealant residue or deposits)

Damage

Cavitation in the cooling circuit can lead to a whole host of defects:

- At an advanced stage, if the cylinder liners are wet (i.e., bathed in coolant), coolant can leak into the cylinder, leading to total engine failure due to hydraulic shock.
- If a foreign object becomes lodged inside a heat exchanger (e.g., in a stacked plate or retarder oil cooler), the flow of fluid around this obstruction can lead to turbulence and vapor bubble formation, resulting in leakage between the oil and coolant sides.
- Cavitation in coolant pumps causes abrasion to the pump wheel blades. Over time, the delivery rate reduces until finally no recirculation takes place at all.

Important!

A properly functioning cooling system is crucial to avoiding cavitation damage. Coolant should be replaced regularly according to the manufacturer's specifications. If there are any foreign objects or deposits in the cooling circuit, it must be cleaned and flushed. In the case of heat exchangers (oil coolers), the leaktightness of both circuits is essential to prevent cross contamination.

Edición n.º 09/2021

Daños por cavitación en el circuito de refrigerante

Las burbujas de vapor en el circuito de refrigerante pueden causar daños graves. El mantenimiento meticuloso es un factor clave para prevenirlos.

Definición

El término «cavitación» se refiere a la formación y la implosión súbita de burbujas de vapor en líquidos que fluyen con rapidez. La implosión de las burbujas de gas origina enormes diferencias de presión que provocan el desprendimiento de pequeñas partículas del material. Con el tiempo se crean orificios cada vez más grandes y numerosos en la superficie, hasta que al final el componente queda destruido por completo.

Causas

En la mayoría de casos, los daños por cavitación en los componentes del circuito de refrigerante están causados por un defecto o por un mantenimiento deficiente. Si no se puede establecer una presión suficiente en el sistema, la temperatura de ebullición del refrigerante de motor desciende, lo que a su vez favorece la formación de burbujas de vapor. Pueden ser factores causantes de cavitación:

- Falta y déficit de aditivo de refrigerante del motor (anticongelante) en el líquido refrigerante (punto de ebullición demasiado bajo)
- Refrigerante del motor envejecido y gastado (falta de aditivos e inhibidores, p. ej. contra la formación de espuma)



Figura 1: Aletas de una bomba de refrigerante desgastadas por la cavitación



Figura 2: Camisa de cilindro con daños por cavitación en la zona del punto muerto superior

- Una válvula de presión defectuosa en la tapa del depósito de compensación (no se establece presión)
- Residuos o partículas extrañas en el líquido refrigerante (restos de sellante o sedimentos)

Daños

La cavitación puede originar toda una serie de defectos en el circuito de refrigerante:

- En un estadio avanzado puede penetrar refrigerante en el cilindro cuando las camisas de cilindro están inmersas en refrigerante de motor y este puede sufrir un daño total debido a un golpe hidráulico
- Si se sedimentan partículas extrañas en el interior de los intercambiadores de calor (p. ej. en el caso de radiadores de aceite de retarder o de discos apilables), el flujo en torno a este obstáculo puede causar turbulencias, la formación de burbujas de vapor y, en consecuencia, una fuga entre el lado de aceite y el de refrigerante
- En las bombas de refrigerante de motor, la cavitación provoca la abrasión en las aletas de la bomba; con el tiempo, esto hace que se reduzca el rendimiento, hasta que al final el líquido deja de circular

¡Importante!

El granulado saturado de los filtros deshidratadores/acumuladores no se puede regenerar con la unidad de servicio A/C. Ni la duración ni la presión negativa son suficientes para eliminar la humedad absorbida. Si se ha abierto el circuito de aire acondicionado, al terminar los trabajos es necesario evacuarlo durante al menos 20 minutos para eliminar del sistema y de los conductos la humedad de aire restante.

Édition 09/2021

Dégâts dus à la cavitation dans le circuit de refroidissement

La présence de bulles de vapeur dans le circuit de refroidissement peut causer de graves dommages. Un entretien minutieux est donc essentiel pour l'éviter.

Définition

La cavitation désigne la formation et l'effondrement soudain de bulles de vapeur dans des liquides à débit rapide. L'implosion des bulles de vapeur entraîne d'énormes différences de pression qui arrachent des particules microscopiques de matière. Avec le temps, des trous de plus en plus nombreux et importants se forment sur la surface du composant, jusqu'à ce qu'il soit complètement détruit.

Causes

Dans la majorité des cas, un défaut ou un entretien irrégulier est la cause des dommages liés à la cavitation sur les composants du circuit de refroidissement. Si le système ne parvient pas à atteindre une pression suffisante, la température d'ébullition du liquide de refroidissement baisse, ce qui favorise à son tour la formation de bulles de vapeur. Les causes de la cavitation peuvent être :

- l'absence ou le manque d'additif de refroidissement (antigel) dans l'eau de refroidissement (point d'ébullition trop bas),
- le vieillissement et l'usure du liquide de refroidissement (manque d'additif et d'inhibiteurs, par ex. contre la formation de mousse),



Figure 1 : Pale d'une pompe à liquide de refroidissement endommagée par cavitation



Figure 2 : Chemise présentant des dommages de cavitation dans la zone du point mort haut

- une soupape d'échappement défectueuse dans le couvercle du vase d'expansion (la pression ne monte pas),
- la présence de résidus ou de corps étrangers dans l'eau de refroidissement (résidus de produit d'étanchéité ou dépôts).

Dommages

La cavitation peut entraîner différents défauts sur le circuit de refroidissement :

- À un stade avancé, du liquide de refroidissement peut pénétrer dans le cylindre si les chemises de cylindre sont mouillées (c'est-à-dire si elles baignent dans le liquide de refroidissement) et le choc hydraulique peut complètement détruire le moteur.
- Si un corps étranger se dépose à l'intérieur de l'échangeur de chaleur (par ex. pour les refroidisseurs d'huile à plaques empilées ou à ralentisseur), sa présence peut entraîner des turbulences, la formation de bulles de vapeur, voire une fuite d'huile dans le liquide de refroidissement et inversement.
- Dans les pompes à liquide de refroidissement, la cavitation entraîne l'érosion des pales de la roue. Il s'ensuit une réduction du débit jusqu'à ce qu'il n'y ait plus du tout de brassage.

Important !

Le bon fonctionnement du circuit de refroidissement joue un rôle décisif dans la prévention des dommages liés à la cavitation. Le liquide de refroidissement doit être remplacé régulièrement selon les consignes du fabricant. En cas de présence de corps étrangers ou de dépôts dans le circuit de refroidissement, il faut impérativement le nettoyer et le rincer. L'étanchéité des deux circuits des échangeurs de chaleur (refroidisseurs d'huile) doit être garantie ; l'huile ne doit donc pas pénétrer dans le circuit de refroidissement, ni le liquide de refroidissement dans le circuit d'huile.

Wydanie nr 09/2021

Szkody kawitacyjne w układzie chłodzenia

Pęcherzyki pary w układzie chłodzenia mogą być przyczyną poważnych szkód. Staranna konserwacja jest kluczowym czynnikiem w ich zapobieganiu.

Definicja

Pojęciem kawitacji określa się zjawisko powstawania i nagłego zanikania pęcherzyków pary w cieczach przepływających z dużą prędkością. Zapadanie się pęcherzyków gazu jest przyczyną występowania ogromnych różnic ciśnienia, pod wpływem których mikroskopijne cząstki są odspajane od materiału. W miarę upływu czasu w powierzchni tworzą się coraz liczniejsze i większe dziury, a ostatecznie dochodzi do całkowitego zniszczenia elementu konstrukcyjnego.

Przyczyny

W większości przypadków za szkody kawitacyjne w elementach konstrukcyjnych układu chłodzenia odpowiada uszkodzenie lub brak konserwacji. Jeśli w układzie nie jest wytwarzane dostateczne ciśnienie, temperatura wrzenia chłodziwa spada, co z kolei sprzyja powstawaniu pęcherzyków pary. Czynnikiem wywołującymi kawitację mogą być:

- brak lub zbyt mała ilość dodatku do chłodziwa (środek zapobiegającego zamarzaniu) w cieczy chłodzącej (za niska temperatura wrzenia)
- przepracowane lub zużyte chłodziwo (brak dodatków i inhibitorów, np. zapobiegających pienieniu)



Ilustracja 1: Łopatki pompy chłodziwa starte wskutek kawitacji



Ilustracja 2: Tuleja cylindrowa ze szkodą kawitacyjną w okolicy górnego martwego punktu

- wadliwy zawór ciśnieniowy w pokrywie zbiornika wyrównawczego (ciśnienie nie jest wytwarzane)
- pozostałości lub ciała obce w cieczy chłodzącej (resztki środka uszczelniającego lub osady)

Szkody

W układzie chłodzenia kawitacja może być przyczyną szeregu uszkodzeń:

- Na zaawansowanym etapie w przypadku mokrych (tzn. obmywanych chłodziwem) tulei cylindrowych chłodziwo może wnikać do cylindra, wskutek czego może dojść do całkowitego uszkodzenia silnika spowodowanego przez uderzenie hydrauliczne.
- Jeśli wewnątrz wymienników ciepła (np. w płytowych chłodnicach oleju lub chłodnicach oleju do retarderów) osadzi się ciało obce, obmywanie takiej przeszkody może prowadzić do zawirowań i powstawania pęcherzyków pary. Skutkiem tego może być nieszczelność między stroną oleju i chłodziwa.
- W przypadku pomp chłodziwa kawitacja jest przyczyną ścierania łopatek wirnika. W efekcie na dalszym etapie zmniejsza się wydajność tłoczenia, a ostatecznie dochodzi do zatrzymania obiegu.

Ważne!

W zapobieganiu szkodom kawitacyjnym istotną rolę odgrywa prawidłowa praca układu chłodzenia. Chłodziwo należy regularnie wymieniać zgodnie z wytycznymi producenta. Jeśli w układzie chłodzenia obecne są ciała obce lub osady, układ trzeba koniecznie oczyścić i przepłukać. W przypadku wymienników ciepła (chłodnic oleju) konieczne jest zapewnienie szczelności obu obiegów. Oznacza to, że do układu chłodzenia nie może wnikać olej i odwrotnie.

Выпуск № 09/2021

Кавитационные повреждения в контуре охлаждения

Образование пузырьков пара в контуре охлаждения чревато серьезными повреждениями системы. Грамотное техническое обслуживание поможет предотвратить появление неисправностей.

Что это такое

«Кавитация» — это образование и резкое схлопывание пузырьков пара в быстротекущих жидких средах. Направленный внутрь взрыв пузырьков газа ведет к чрезвычайно высоким перепадам давления, вследствие чего из материала буквально выламываются микроскопически маленькие частицы. Со временем зоны эрозии на поверхности увеличиваются, что затем приводит к полному разрушению детали.

Причины

В большинстве случаев кавитационные повреждения деталей контура охлаждения объясняются либо неисправностью, либо недостаточным техническим обслуживанием системы. Если в системе не образуется нужное давление, температура кипения охлаждающей жидкости снижается, что в свою очередь способствует образованию пузырьков пара. Что может вызвать кавитацию:

- Отсутствие или недостаточное количество присадок (антифриза) в охлаждающей жидкости (низкая точка кипения)
- Слишком старая либо выработавшая свой ресурс охлаждающая жидкость (отсутствие присадок и ингибиторов, например, для предотвращения пенообразования)



Иллюстрация 1: Кавитационная эрозия на пластине насоса охлаждающей жидкости



Иллюстрация 2: Кавитационное повреждение гильзы в районе верхней мертвой точки цилиндра

- Неисправный клапан давления на крышке расширительного бачка (отсутствие давления)
- Загрязнения или посторонние частицы в охлаждающей жидкости (остатки прокладок или отложения)

Повреждения

В контуре охлаждения кавитация может стать причиной целого ряда повреждений:

- В запущенном состоянии через мокрые гильзы цилиндров (которые омываются охлаждающей жидкостью) охлаждающая жидкость может попасть внутрь цилиндра, что может привести к полному выходу из строя двигателя вследствие гидравлического удара.
- Если внутрь теплообменников (например, в пластинчатых масляных радиаторах или масляных радиаторах ретардера) попадет посторонняя частица и останется там, то обмыв такого препятствия жидкостью приведет к турбулентности, образованию пузырьков пара, а затем — к разгерметизации на участке между сторонами масла и охлаждающей жидкости.
- В насосах охлаждающей жидкости кавитация приводит к эрозии на поверхности пластин рабочего колеса. Это впоследствии приведет к снижению мощности насоса, вплоть до отказа в работе.

Важно!

Исправная работа системы охлаждения играет решающую роль для предотвращения кавитационных повреждений. Необходимо регулярно выполнять замену охлаждающей жидкости в соответствии с указаниями производителя. Если внутри охлаждающего контура находятся посторонние частицы либо отложения, необходимо обязательно выполнить очистку и промывку контура. В теплообменниках (масляных радиаторах) следует обязательно проверить герметичность обоих контуров, т.е. в контур охлаждения не должно попадать масло и наоборот.

Sayı no. 09/2021

Soğutma devresinde kavitasyon hasarları

Soğutma devresindeki buhar kabarcıkları, ciddi hasarlara yol açabilir. Özenli bir bakım, bu kabarcıkların önlenmesi için kilit bir faktördür.

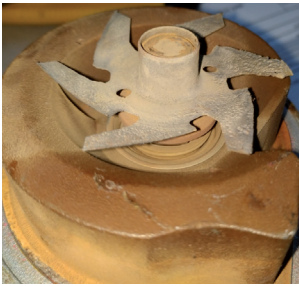
Tanımı

Kavitasyon, hızlı akan sıvıların içerisinde buhar kabarcıklarının oluşumunu ve ani olarak çöküşünü tanımlar. Gaz kabarcıklarının iç patlaması, malzemeden mikroskobik olarak küçük parçacıkların koparıldığı muazzam basınç farklılıklarına yol açar. Zamanla, bileşen tamamen tahrip olana kadar yüzeyde giderek daha fazla sayıda ve daha büyük delikler oluşur.

Nedenleri

Çoğu durumda, soğutma devresinin bileşenlerinde meydana gelen kavitasyon hasarları, bir arızadan veya eksik bakımdan kaynaklanır. Sistemde yeterli basınç oluşturulamazsa, soğutma sıvısının kaynama sıcaklığı düşer ve bu da buhar kabarcıklarının oluşmasını kolaylaştırır. Kavitasyonu tetikleyen etkenler şunlar olabilir:

- Soğutma suyunda (kaynama noktası çok düşüktür) soğutma sıvısı katkısının (antifriz) hiç olmaması veya çok az olması
- Eski ve aşınmış soğutma sıvısı (eksik katkı maddeleri ve önleyiciler, örneğin köpük oluşumuna karşı)



Resim 1: Bir soğutma sıvısı pompasının kavitasyon nedeniyle aşınmış kanatları



Resim 2: Üst ölü nokta bölgesinde kavitasyon hasarlı silindirik gömleği

- Genleşme haznesinin kapağındaki arızalı bir basınç valfi (basınç oluşmaz)
- Soğutma suyundaki kalıntılar veya yabancı maddeler (sıvı conta artıkları veya tortular)

Hasarlar

Kavitasyon, soğutma devresinde bir dizi arızaya yol açabilir:

- Daha ileri bir aşamada, silindir gömlekleri ıslak olduğunda (yani soğutma sıvısı çarptığında), soğutma sıvısı silindire nüfuz edebilir ve motor hidrolik şoku nedeniyle tamamen hasar görebilir.
- Isı eşanjörlerinin iç kısmına (örn. yağma plakalı veya retarder yağ radyatörlerinde) yabancı bir madde sıkıştırsa, bu engelin etrafına çarpma türbülansa, buhar kabarcığı oluşumuna ve bunun sonucunda yağ ile soğutma suyu tarafları arasında bir sızıntıya neden olabilir.
- Soğutma sıvısı pompalarında kavitasyon, pompa çarkının kanatlarında aşınmaya neden olur. Sonraki süreçte, bu duruma bağlı olarak artık herhangi bir sirkülasyon gerçekleşmeyinceye kadar sevk kapasitesi düşer.

Önemli!

Kavitasyon hasarlarının önlenmesi için soğutma sisteminin doğru çalışması belirleyici bir rol oynar. Soğutma sıvısı, üretici firma spesifikasyonlarına göre düzenli olarak değiştirilmelidir. Soğutma devresinde yabancı maddeler veya tortular varsa, sistem mutlaka temizlenmeli ve yıkanmalıdır. Isı eşanjörlerinde (yağ radyatörleri) her iki devridaimin de sızdırmazlığı sağlanmış olmalıdır, yani soğutma devresine yağ girmemelidir ya da bunun tam tersi gerçekleşmemelidir.

Αριθ. έκδοσης 09/2021

Ζημιές λόγω σπηλαιώσης στο κύκλωμα ψύξης

Οι φυσαλίδες ατμού στο κύκλωμα ψύξης μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Η προσεκτική συντήρηση είναι καθοριστικός παράγοντας για την αποφυγή τους.

Ορισμός

Η σπηλαιώση αναφέρεται στον σχηματισμό και την αιφνίδια πτώση φυσαλίδων ατμού μέσα σε υγρά που ρέουν ταχέως. Η εσωτερική κατάρρευση των φυσαλίδων αερίου οδηγεί σε τεράστιες διαφορές πίεσης, οι οποίες αποσπών μικροσκοπικά μικρά τμήματα από το υλικό. Με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται όλο και περισσότερες και μεγαλύτερες τρύπες στην επιφάνεια, μέχρι το εξάρτημα να καταστραφεί τελείως.

Αιτίες

Στις περισσότερες περιπτώσεις, για την πρόκληση ζημιών λόγω σπηλαιώσης στα εξαρτήματα του κυκλώματος ψύξης ευθύνεται ένα ελάττωμα ή η ελλιπής συντήρηση. Εάν δεν μπορεί να δημιουργηθεί επαρκής πίεση στο σύστημα, η θερμοκρασία βρασμού του ψυκτικού πέφτει, γεγονός που με τη σειρά του ευνοεί τον σχηματισμό φυσαλίδων ατμού. Αφορμές για την εμφάνιση σπηλαιώσης μπορεί να είναι οι εξής:

- Έλλειψη ή πολύ μικρή ποσότητα πρόσθετου ψυκτικού (αντιψυκτικού) στο νερό ψύξης (πολύ χαμηλό σημείο βρασμού)
- Παλαιωμένο και υποβαθμισμένο ψυκτικό (από το οποίο λείπουν πρόσθετα και αναστολείς, π.χ. κατά του αφρισμού)



Εικόνα 1: Πτερύγιο αντλίας ψυκτικού μέσου φθαρμένο λόγω σπηλαιώσης



Εικόνα 2: Χιτώνιο με βλάβη λόγω σπηλαιώσης στην περιοχή του άνω νεκρού σημείου

- Ελαττωματική βαλβίδα πίεσης στο καπάκι του δοχείου διαστολής (δεν δημιουργείται πίεση)
- Κατάλοιπα ή ξένα σώματα στο νερό ψύξης (υπολείμματα στεγανοποιητικών ή εναποθέσεις)

Ζημιές

Η σπηλαιώση μπορεί να οδηγήσει σε ένα ευρύ φάσμα βλαβών στο κύκλωμα ψύξης:

- Σε προχωρημένο στάδιο, εάν τα χιτώνια των κυλίνδρων είναι υγρά (δηλ. έχουν περιβραχθεί με το ψυκτικό), το ψυκτικό μπορεί να εισέλθει στον κύλινδρο και ο κινητήρας μπορεί να υποστεί ολική ζημιά λόγω υδραυλικού πλήγματος.
- Εάν ένα ξένο σώμα σφηνωθεί στο εσωτερικό των εναλλακτών θερμότητας (π.χ. σε ψυγεία λαδιού στοιβαγμένων πλακών ή επιβραδυντές), η πλύση γύρω από αυτό το εμπόδιο μπορεί να οδηγήσει σε στροβιλισμούς, σχηματισμό φυσαλίδων ατμού και, ως αποτέλεσμα, διαρροή μεταξú της πλευράς του λαδιού και της πλευράς του ψυκτικού.
- Στις αντλίες ψυκτικού μέσου, η σπηλαιώση οδηγεί σε διάβρωση των πτερυγίων της πτερωτής της αντλίας. Στη συνέχεια, μειώνεται η ισχύς παροχής, έως ότου τελικά δεν υπάρχει πλέον ροή.

Σημαντικό!

Η σωστή λειτουργία του συστήματος ψύξης παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποφυγή ζημιών λόγω σπηλαιώσης. Το ψυκτικό πρέπει να αντικαθίσταται τακτικά σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Εάν υπάρχουν ξένα σώματα ή εναποθέσεις στο κύκλωμα ψύξης, αυτό πρέπει να καθαριστεί και να ξεπλυθεί. Στην περίπτωση των εναλλακτών θερμότητας (ψυγεία λαδιού), πρέπει να διασφαλίζεται η στεγανότητα και των δύο κυκλωμάτων, δηλαδή να μην επιτρέπεται η είσοδος λαδιού στο κύκλωμα ψύξης ή το αντίστροφο.