

COPPER TUBE & FITTINGS



HOT WATER RECIRCULATING SYSTEMS

Canadian Copper & Brass Development Association

Information Sheet 97 - 02

Prevention Of Velocity Effects - Erosion Corrosion and Cavitation

In response to inquiries regarding corrosion in hot water recirculating systems due to velocity effects, the CCBDA is providing the following information concerning factors which may affect the service life of copper tube and fittings in such systems.

A typical hot water recirculating system in a multi-unit residential or commercial building consists of a piping loop in which hot water, from hot water tanks or boilers, is kept circulating by one or more pumps. This permits hot water to reach most points in the building within relatively short periods of demand time.

Investigations of copper tube and fittings samples taken from hot water recirculating systems have identified several factors which contributed to the corrosion:

- 1) Water velocities exceeding 5 feet per second.
- 2) Undersized distribution lines, creating high velocities.
- 3) Oversized circulating pumps with no bypass, creating excessive velocities.
- 4) Multiple and/or abrupt changes in direction (see Photo 1).
- 5) Failure to remove the burr on the inside of the tube after cutting.
- 6) Improper solder or brazed joints.
- 7) Improper use of throttling valves for system balancing.

Excessive Velocity

Excessive velocity in a hot water recirculating system is typically the result of using an oversized pump, or undersized distribution lines.

There are several choices for corrective action to eliminate the problem of erosion corrosion. All are based on reducing the water velocity or eliminating the excessive turbulence at connections and fittings. Options include a bypass around the pump to reduce its effective output, a smaller capacity pump, or a throttling/balancing valve downstream of the pump to restrict the flow, and larger tube sizes in the areas affected.

Temperature Effect

In addition to reducing the flow, it is good practice to limit domestic hot water to a maximum temperature of 60° C

(140° F), since increasing the temperature of potable water can change its corrosive effect on copper and other materials.

Erosion corrosion can also occur in cold water lines, but it is less common. It is good practice to observe the recommendations presented here in both hot and cold water supply systems.

Erosion Corrosion

The pressure loss of a flowing fluid due to friction varies approximately with the square of the flow velocity. As the velocity increases, the abrasive effect on the tube wall increases, and erosion of the tube may occur. The extent of erosion caused by excessive velocity is dependent upon the physical characteristics of the tube material or impediments to flow on the tube wall, such as burrs on the tube ends, blobs of solder, or mineral deposits.

Erosion corrosion occurs at locations where turbulence develops in a system. This turbulence interferes with the normal protective film formation on the inside of the tube and also erodes the copper surface at that point. Turbulence can be caused by excessive velocity, sudden changes in direction and flow obstacles such as burrs and solder blobs.

Erosion corrosion is readily identified from the characteristic appearance of the damaged surface. A typical damaged surface has deep horseshoe pits with the open ends facing downstream (see Photo 2). The attack is typically most severe just downstream of a joint or obstruction in the system. In some cases, the attack progresses downstream, because as the pitted areas develop they in turn promote increased turbulence. Sometimes the attack is so severe that the entire surface is rough, and the characteristic horseshoe pits are not clearly seen but thinning of the tube wall becomes evident. Where the velocity conditions are less severe downstream from the zone of severe turbulence, laminar or streamline flow may return, so that this section of the tube will not show attack.

Figure A shows smooth laminar flow which occurs in straight unobstructed sections of tube or changes in direction at lower velocities. Figure B shows turbulence caused by a sharp change in direction at high velocity. Figures C and D show erosion corrosion caused by burrs and solder blobs respectively.

Cavitation

The phenomenon of cavitation can occur in systems when the flow velocity is high and either the direction of flow

is sharply changed or is obstructed by a burr. In a fitting, the centrifugal force flowing around a short bend radius at high velocity causes an increase in pressure at the outer portion of the bend and a resultant lowering of the pressure at the throat.

The pressure in the low-pressure area at the inside of a bend can drop below that of atmospheric which permits bubbles to form. The bubbles in turn collapse when they flow into a normal pressure area. They collapse with enough force to erode microscopic pieces of metal if they are close to the tube wall. This action may continue until perforation occurs through the wall of the tube or fitting.

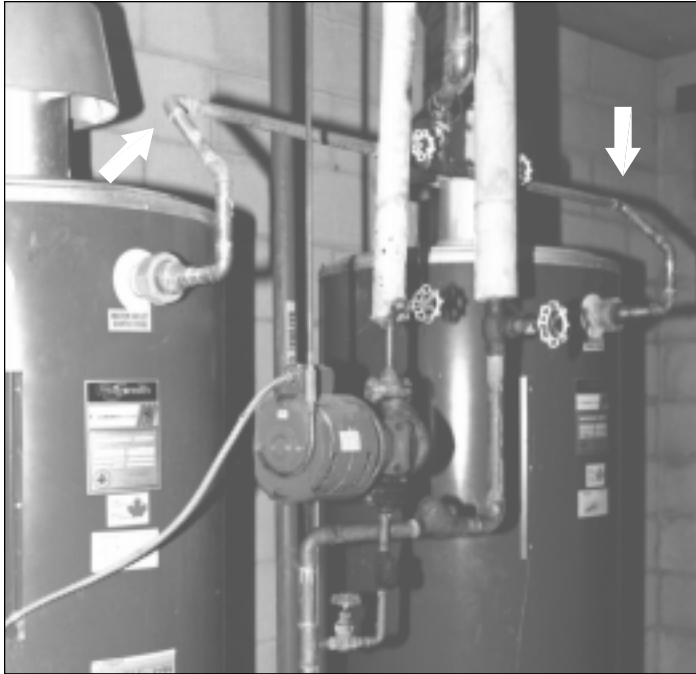


Photo 1:
Installation which suffered erosion corrosion, due to too many changes in direction and high velocity.
Une vitesse d'écoulement trop élevée et des changements nombreux et brusques de sens de l'écoulement ont provoqué la corrosion par érosion dans ce système.

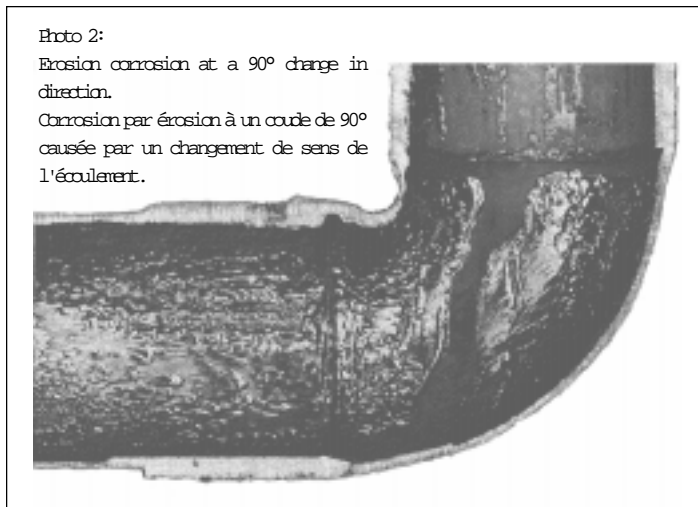


Photo 2:
Erosion corrosion at a 90° change in direction.
Corrosion par érosion à un coude de 90° causée par un changement de sens de l'écoulement.

Recommendations

Local plumbing code requirements must be observed when applying these recommendations to individual installations.

- 1) Design all hot water recirculating systems to keep velocities below 5 feet per second for temperatures up to 60 °C (140 °F). Flow maximums should not exceed 3 to 4 feet per second for temperatures greater than 60 °C.
- 2) Avoid abrupt changes in direction wherever possible.
- 3) Deburr all tube ends before joining.
- 4) Make all solder joints according to ASTM B828, "Making Capillary Joints by Soldering of Copper and Copper Alloy Tube and Fittings."

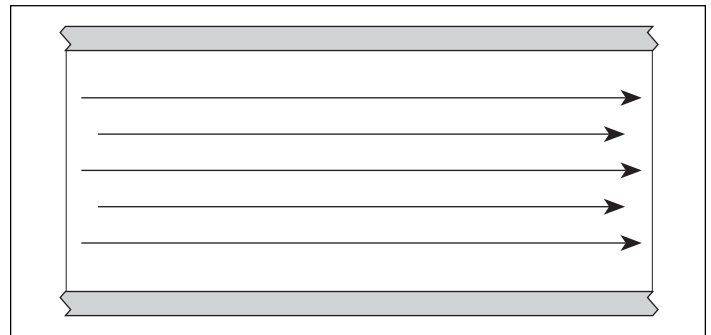


Figure A:
Laminar flow.
Écoulement en ligne droite.

This information has been prepared for the use of professionals involved in the design, installation and repair of hot and cold water systems, as an informative reference on the use of copper and copper alloys. Recognizing that each system must be designed and installed to meet the particular circumstances, the publishers assume no responsibility or liability of any kind in connection with this information or its use by any person or organization, and make no representation or warranties of any kind with respect to any of the products or the accuracy of the information contained herein.

If you would like a list of publications and videos available (free of charge) contact:

Ce document, rédigé à l'intention des spécialistes de la conception, de la pose et de la réparation des réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau froide, vise à fournir des renseignements sur l'utilisation du cuivre et de ses alliages. Comme chaque réseau doit être conçu et posé en fonction de conditions particulières, l'éditeur n'assume aucune responsabilité en ce qui concerne le contenu et l'utilisation de ce document par une personne ou une entreprise et n'offre aucune garantie de quelle que nature que ce soit quant à la qualité d'un produit ou à l'exactitude des renseignements fournis dans le présent document.

Pour obtenir la liste des publications et des vidéos offerts sans frais par l'Association, communiquer avec:

Canadian Copper & Brass Development Association
Tel: (416) 391-5599
Fax: (416) 391-3823
49 The Donway West, Suite 415, Don Mills, Ontario M3C 3M9

TUYAUX ET RACCORDS EN CUIVRE



SYSTÈMES DE RECIRCULATION D'EAU CHAUE

Canadian Copper & Brass Development Association

Fiche de renseignements n° 97-02

Prévention des effets de la turbulence - Corrosion par érosion et cavitation

La CCBDA publie ici quelques renseignements sur les facteurs susceptibles de réduire la durée de service des conduites et raccords servant à la réalisation des réseaux de

Figure B:

Turbulent flow due to a sharp change in direction and excessive velocity can also erode the tube and the fitting.

Turbulence causée par un changement brusque de sens de l'écoulement et une vitesse d'écoulement excessive. Ces deux facteurs peuvent provoquer l'érosion du tube et du raccord.

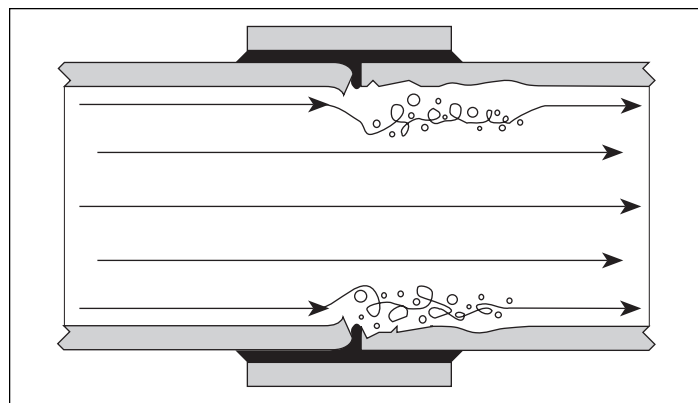
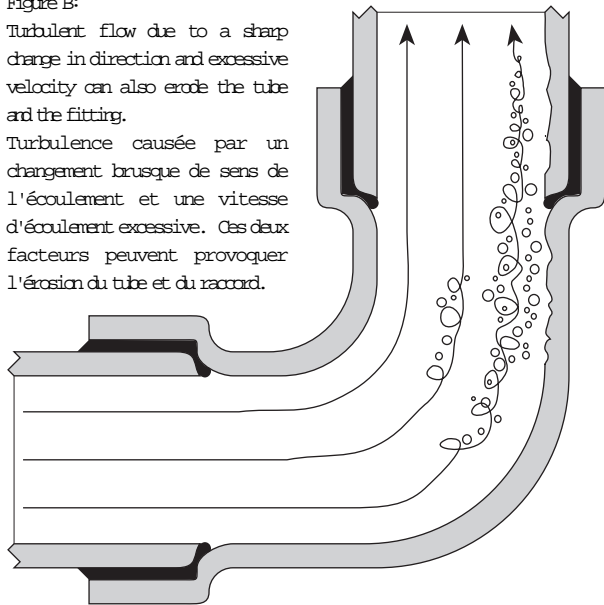


Figure C:

Turbulent flow due to burrs on the end of the tube can cause erosion corrosion downstream.

La turbulence causée par des bavures à l'extrémité du tube peut provoquer la corrosion par érosion de la paroi interne du tube en aval de l'obstruction.

recirculation d'eau chaude. Elle espère ainsi répondre aux questions qui lui sont posées sur le phénomène de corrosion attribuable aux effets de la turbulence.

Les systèmes de recirculation d'eau chaude que l'on trouve d'ordinaire dans les immeubles à habitation ou les édifices commerciaux sont constitués d'une boucle de conduites dans lesquelles l'eau chaude fournie par les réservoirs ou chauffe-eau circule grâce à une ou plusieurs pompes. Cette boucle permet l'alimentation de la plupart des points de l'immeuble dans un délai relativement court.

L'examen de divers échantillons de tuyaux et de raccords

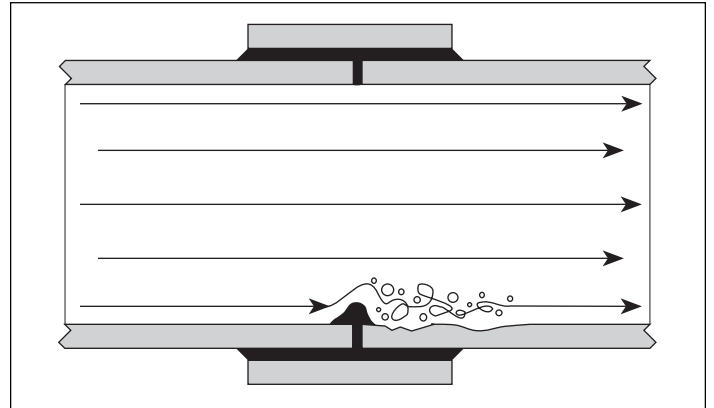


Figure D:

Turbulent flow due to a solder blob on inside of the tube can cause erosion corrosion downstream.

La turbulence causée par un dépôt de soudure à l'intérieur du tube peut provoquer la corrosion par érosion de la paroi interne du tube en aval de l'obstruction.

de cuivre provenant des systèmes de recirculation d'eau chaude révèle que la corrosion est attribuable aux facteurs suivants:

- 1) vitesse d'écoulement d'eau supérieure à cinq pieds par seconde;
- 2) canalisations de calibre sous-dimensionné causant une élévation de la vitesse d'écoulement;
- 3) pompe de circulation surdimensionnée et sans dérivation, provoquant une vitesse d'écoulement trop élevée; (voir la photo 1)
- 4) changements nombreux et/ou brusques du sens de l'écoulement;
- 5) bavures laissées par une opération de coupe de tube;
- 6) choix erroné de soudure tendre ou joints brasés;
- 7) choix erroné de robinets d'étranglement servant à équilibrer les pressions et les débits du système.

Vitesse d'écoulement trop élevée

L'utilisation d'une pompe surdimensionnée ou la pose de canalisations de distribution sous-dimensionnées provoque une élévation de la vitesse d'écoulement de l'eau dans le système de recirculation.

Il existe plusieurs solutions permettant de remédier au problème et d'empêcher la corrosion par érosion. Il s'agit avant tout de réduire la vitesse d'écoulement ou d'empêcher la turbulence aux points de branchements et au niveau des raccords. Parmi les différentes solutions, retenons la pose d'une conduite de dérivation près de la pompe pour réduire le débit de sortie effectif, d'une pompe de moindre capacité ou d'un robinet d'étranglement ou d'équilibre en aval de la pompe pour réduire le débit, et de tubes de calibre supérieur dans les zones touchées.

Effet de la température

Il ne suffit pas de réduire le débit. Il faut aussi limiter à 60° C (140° F) la température de l'eau chaude domestique. Autrement, elle risque de provoquer la corrosion du cuivre et des autres matériaux.

La corrosion par érosion est un phénomène qui s'observe aussi dans les conduites d'eau froide bien qu'il soit peu fréquent. Les recommandations présentées dans ce document s'appliquent donc autant pour les systèmes de distribution d'eau chaude que pour les systèmes de distribution d'eau froide.

Corrosion par érosion

La perte de pression causée par la friction est plus ou moins fonction du carré de la vitesse d'écoulement du fluide. Plus la vitesse augmente, plus l'action abrasive sur la paroi du tube et les risques d'érosion augmentent. L'étendue de l'érosion causée par une vitesse trop élevée dépend des propriétés physiques du matériau ayant servi à fabriquer le tube ou des obstacles à l'écoulement, bavures aux extrémités du tube, dépôts de soudure ou autres accumulations minérales.

La corrosion par érosion est un phénomène qui s'observe aux points où se crée la turbulence. Cette turbulence empêche la formation du film protecteur qui recouvre normalement la paroi interne du tube et provoque l'érosion de la surface du cuivre à ce point. Une vitesse d'écoulement trop élevée, des changements brusques du sens de l'écoulement, des bavures ou des dépôts de soudure sont autant de facteurs pouvant expliquer la turbulence.

Toute trace de corrosion par érosion se reconnaît facilement par l'aspect de la surface endommagée. D'habitude, celle-ci présente de profondes dépressions ouvertes en forme de fer à cheval en aval (voir la photo 2). Le point où le métal est le plus corrodé se situe généralement juste en aval d'un joint ou d'un obstacle. Comme les zones piquées favorisent de la turbulence, la corrosion progresse davantage en aval. Il arrive parfois que la surface du tube soit rugueuse sur toute

sa longueur. Bien que les piqûres en forme de fer à cheval ne soient pas très apparentes, l'amincissement de la paroi du tube en soi est bien visible. Lorsque la vitesse d'écoulement n'est pas élevée en aval de la zone de forte turbulence, l'eau peut se remettre à passer en ligne droite et ce segment de tube peut être exempt de piqûres.

La figure A illustre le passage en ligne droite d'un liquide dans un segment de tube non obstrué ou une canalisation dans laquelle des changements de sens de l'écoulement se produisent à vitesse réduite. La figure B illustre la turbulence causée par des changements brusques de sens de l'écoulement se produisant à un rythme accéléré et par des bavures à l'une des extrémités d'un tube. Les figures C et D illustrent la corrosion par érosion causée par des bavures et par des dépôts de soudure, respectivement.

Cavitation

La cavitation est un phénomène pouvant s'observer dans les réseaux où la vitesse d'écoulement est élevée et où l'on observe des changements brusques de sens de l'écoulement ou des obstacles à l'écoulement, comme des bavures. Dans un raccord, la force centrifuge engendrée autour d'un coude à rayon réduit dans lequel la vitesse d'écoulement est élevée provoque une hausse de la pression dans la partie extérieure du coude, ce qui fait baisser la pression au niveau du col.

Dans la zone de basse pression située à l'intérieur d'un coude, la pression peut être inférieure à la pression atmosphérique et provoquer la formation de bulles d'air. En passant par une zone où le niveau de pression est normal, ces bulles se brisent et l'impact de leur rupture cause l'érosion de minuscules particules métalliques circulant près de la paroi interne du tube. Après un certain temps, la canalisation ou le raccord se perforé.

Recommandations

Il convient d'observer les règlements du code de plomberie en vigueur dans la région lorsqu'on désire tenir compte des recommandations suivantes:

- 1) Le système de recirculation d'eau chaude doit être conçu de manière que la vitesse d'écoulement ne dépasse jamais 5 pieds par seconde lorsque la température n'excède pas 60° C (140° F). La vitesse d'écoulement ne devrait jamais excéder 3 ou 4 pieds par seconde lorsque la température est supérieure à 60° C.
- 2) Des dispositions doivent être prises pour empêcher que des changements brusques de sens de l'écoulement ne se produisent.
- 3) L'élimination des bavures aux extrémités des tubes est nécessaire avant de réaliser un joint.
- 4) Tous les joints soudés doivent être réalisés conformément à la norme B828 de l'ASIM intitulée 'Making Capillary Joints by Soldering of Copper Alloy Tube and Fittings.'