



Cavitazione

Introduzione



Avviene nei liquidi quando in essi si verifica una forte depressione tale che la pressione è inferiore a quella di vapore.

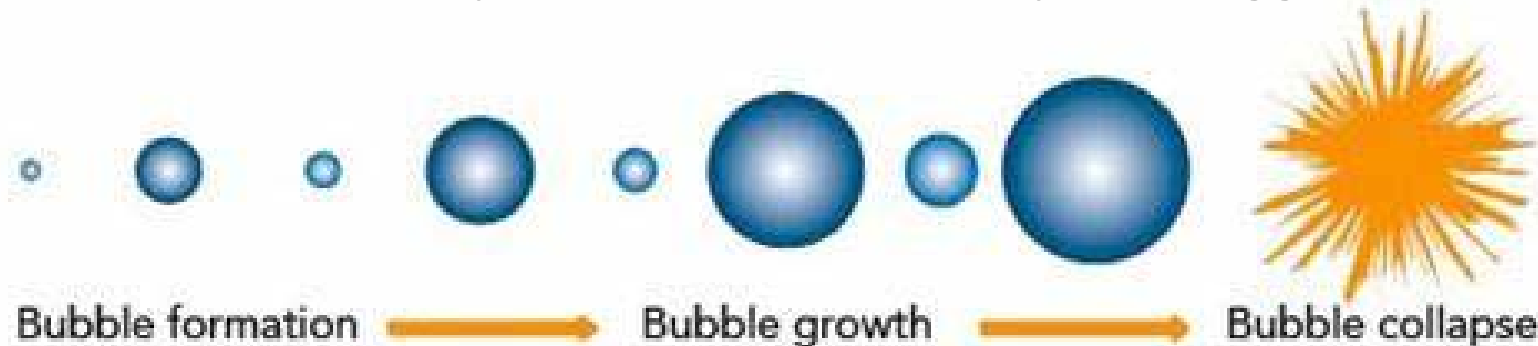
La depressione genera lo sviluppo di bolle di vapore

Quando si verifica la depressione?

In presenza di notevoli strozzature. Il liquido passa da una tubo di una certa sezione ad uno con una sezione notevolmente più piccola.

La velocità del

fluido aumenta e la pressione diminuisce per la legge di Bernoulli.



Se la pressione del liquido è inferiore a quella di tensione di vapore, si ha il passaggio di stato da liquido a gassoso. Mano a mano che la pressione aumenta la bolla si riduce di dimensione e si deforma per poi dividersi in due bolle più piccole e poi collassare.

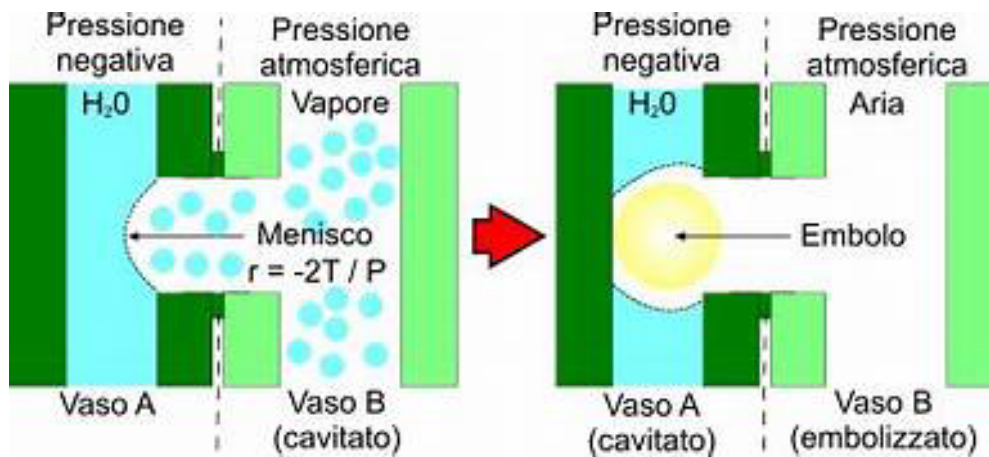
Differenza tra cavitazione ed ebollizione

- La principale differenza tra cavitazione ed ebollizione che nell'ebollizione, a causa dell'aumento di temperatura, la tensione di vapore sale fino a superare la pressione del liquido, creando quindi una bolla meccanicamente stabile, perchè piena di vapore alla stessa pressione del liquido circostante.
- Nella cavitazione la pressione del liquido inizia a scendere improvvisamente, mentre la temperatura e la tensione di vapore restano costanti.
- La bolla da cavitazione resiste finchè non esce dalla zona di bassa pressione idrostatica: appena ritorna in una zona del fluido in quiete, la pressione di vapore non è sufficiente a contrastare la pressione idrostatica e la bolla da cavitazione implode immediatamente.

ESEMPI DI CAVITAZIONE

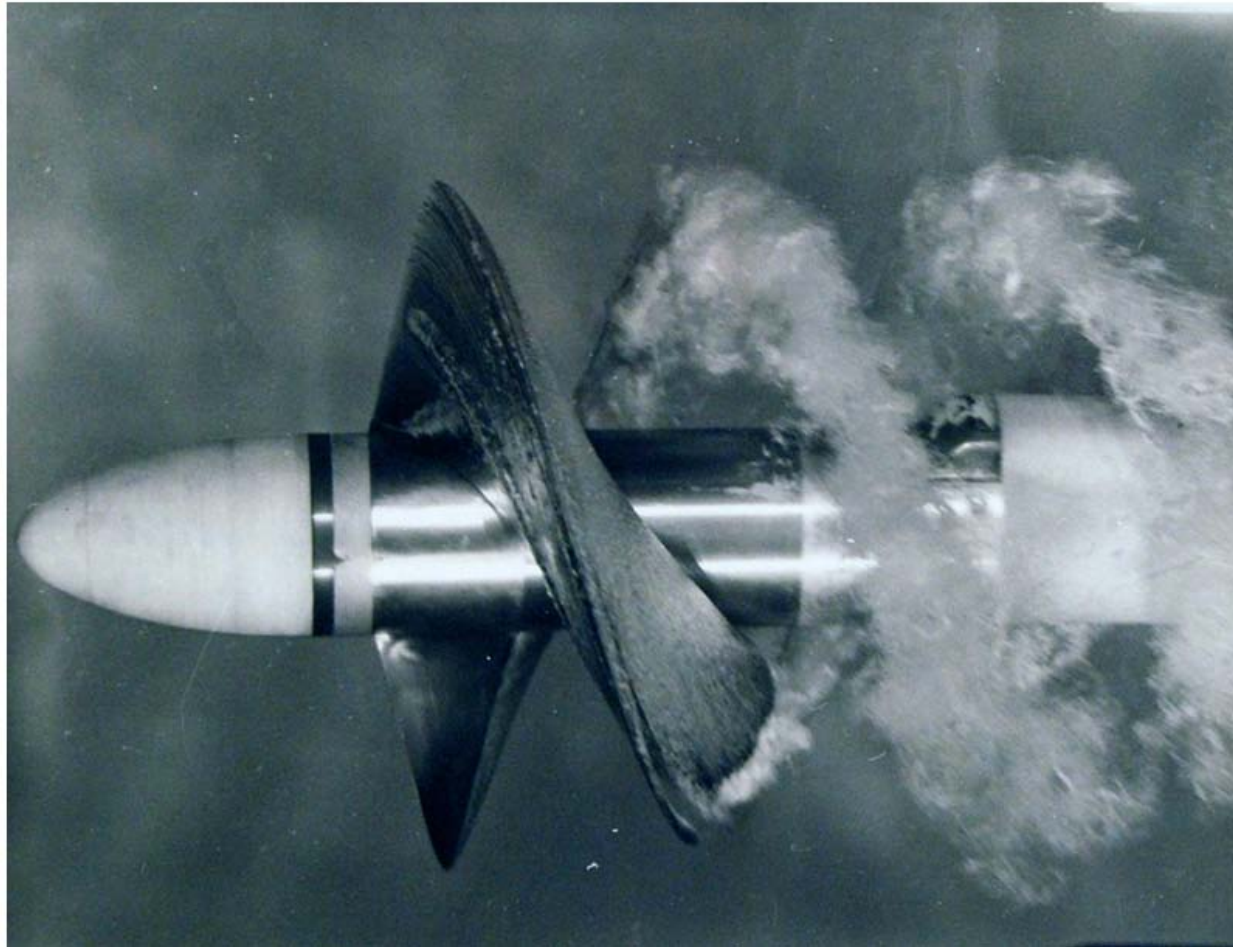
Cavitazione negli animali

Il fenomeno della cavitazione può verificarsi in presenza di strozzature di vasi sanguigni provocando così emboli anche mortali



Il fenomeno della cavitazione stata proposta come una possibile spiegazione dello scrocchiamento delle articolazioni umane

Cavitazione sulle eliche



Cavitazione sulle eliche

- La cavitazione può avvenire sulle eliche delle navi, nelle pompe e nel sistema vascolare delle piante.
- In particolare sulla superficie di un contenitore, in impurità presenti nel liquido oppure altre irregolarità.
- Notevole è l'influenza della temperatura che altera la tensione di vapore.
- Se la temperatura aumenta, la maggiore tensione di vapore facilita la cavitazione.
- In genere, una macchina idraulica è in fase di cavitazione quando la portata, o la prevalenza, o la potenza generata calano di più del 3% rispetto a condizioni analoghe in assenza di cavitazione.

Cavitazione fonte di problemi in pompe ed eliche

- In dispositivi come pompe ed eliche, la cavitazione provoca una notevole perdita di efficienza, emissione di rumore e danneggiamento dei componenti.
- Il collasso delle bolle da cavitazione infatti genera una grande quantità di rumore e un urto meccanico molto intenso: può danneggiare pressochè qualunque materiale scavandovi dei fori.
- Se si verifica spesso, questo fenomeno può ridurre notevolmente la durata di eliche e giranti di pompe. Infine la cavitazione causa di attrito e turbolenza nel liquido, il che comporta un ulteriore calo di efficienza.
- Il collasso delle bolle provoca onde di shock, ossia onde di pressione che possono essere estremamente intense; inoltre, se l'implosione avviene vicina ad una parete solida, essa genera un microgetto liquido (impinging jet) che erode il materiale costituente la parete e forma quelli che vengono chiamati pits erosivi.
- Quando le lame di un'elica o della girante di una pompa (centrifuga o assiale) si muovono nel liquido, si formano zone di bassa pressione laddove il liquido viene spostato. Può velocemente la lama avanza, maggiore l'abbassamento di pressione; quando viene raggiunto il valore della tensione di vapore, il liquido evapora e forma le bolle di gas.

Cavitazione nei tubi dell'acqua

- Nei tubi dell'acqua, in presenza di strozzature, si verifica il fenomeno della cavitazione.
- Le zone di vapore che si vengono a formare generano un tipico rumore fastidioso nelle tubature.

Danneggiamento in una turbina

- Quando una pompa aspira liquido in condizioni di bassa pressione, si ha formazione di vapore nella parte di ingresso della pompa.
- Le bolle di vapore attraversano la girante, e quando giungono nella sezione di uscita, l'alta pressione qui presente ne causa la violenta implosione, crea il caratteristico rumore, come se la pompa stesse facendo passare della ghiaia. Ciò comporta una consistente erosione della pompa sia in aspirazione che in mandata, con conseguente diminuzione delle caratteristiche idrauliche.
- La tendenza alla cavitazione di una pompa, sostanzialmente correlabile ai seguenti fattori:
 - alta prevalenza
 - forte perdite di carico idraulico a monte della pompa (in aspirazione)
 - differenza di quota tra pompa e serbatoio
 - alto valore della tensione di vapore del liquido aspirato

Cavitazione da scarico

- Si manifesta quando la pressione di uscita della pompa è molto alta.
- Normalmente si verifica quando la pompa sta lavorando a meno del 10% delle sue condizioni di massima efficienza.
- A causa della pressione elevata sull'uscita, la maggior parte del liquido ricircola nella pompa invece di uscire, ed costretto a passare ad alta velocità nello spazio tra la girante e lo statore.
- L'alta velocità induce la formazione di vuoto (per effetto Venturi) e la conseguente formazione delle sacche di vapore.
- Una pompa funzionante in queste condizioni soggetta a rapida usura della girante e dello statore. Inoltre le condizioni di alta pressione favoriscono l'usura dei cuscinetti e delle guarnizioni. In condizioni estreme si può avere la rottura dell'albero. Evidente danneggiamento della girante di pompa centrifuga dovuto alla cavitazione

Cavitazione nei motori diesel

- Alcuni motori diesel grandi soffrono dalla cavitazione a causa dell'alta compressione e delle pareti troppo piccole del cilindro.
- Le vibrazioni della parete del cilindro inducono un alternarsi di alta e bassa pressione nel liquido refrigerante contro la parete del cilindro.
- Il risultato è la formazione di pits erosivi sulla parete del cilindro che finisce per lasciare filtrare il refrigerante nel cilindro e i gas di combustione nel refrigerante.
- È possibile prevenire il fenomeno con additivi chimici nel liquido di raffreddamento che formino uno strato di protezione sulla parete del cilindro.
Questo strato protettivo può essere esposto anch'esso al fenomeno della cavitazione.

Sistema vascolare delle piante

- La cavitazione può presentarsi nello xilema delle piante vascolari quando la depressione dell'acqua tale che l'aria dissolta in essa si separa e si espande fino ad occupare la cellula che costituisce il vaso o la trachea.
- Le piante sono in genere in grado di ripristinare lo xilema interrotto, per esempio con l'aumento della pressione prodotta dalle radici, ma per alcune, come la vite, il danno può essere fatale.
In alcuni alberi il rumore prodotto dalla cavitazione può essere udito (vedi nota

Applicazioni

- In ambito militare: i siluri a supercavitazione usati in ambito militare si avvolgono in una grande cavità prodotta per cavitazione in modo da eliminare il contatto con l'acqua e il siluro può viaggiare a velocità molto elevate, anche supersoniche
- In sistemi di lavaggio ad ultrasuoni: per gioielli, parti di orologi ed altri piccoli oggetti; le implosioni delle bolle agiscono pulendo le superfici.
- In biologia: all'interno dei tessuti biologici, e nel corpo umano, il fenomeno, che produce la rottura di deboli legami intermolecolari, porta alla formazione di radicali liberi
- In campo medico attraverso onde sonore con frequenze comprese fra 1 e 16 MHz producendo effetto termico su tessuti.
- In chimica costituisce un importante fenomeno energetico per generare reazioni chimiche.
- In medicina estetica, e attraverso delle apparecchiature apposite, la cavitazione è utile nell'eliminare o ridurre le adiposità e nella liposuzione non chirurgica
- Il gambero pistola, usa un artiglio specializzato per generare un effetto di cavitazione, che gli permette di uccidere piccoli pesci. Ne esistono circa 600 specie