

Il ruolo della membrana nell'ultrafiltrazione



Membrana tubolare ceramica

Nel numero scorso sono stati esaminati i parametri connessi con la soluzione acquosa (detergenti e contaminanti). In questa seconda parte viene presentata una panoramica sulle variabili connesse con il tipo di membrana. Poiché molti utilizzatori hanno dovuto fare da cavia ai tentativi di numerosi "apprendisti stregoni", il dibattito sull'argomento è aperto a tutti gli operatori del settore

MARCO ZAVATTONI

LE MEMBRANE

Anche se cercherò di fornire alcune linee guida che aiutino ad evitare di commettere gli errori più tipici e banali, le tipologie di membrana oggi offerte dal mercato sono talmente tante rispetto alla scarsità di informazioni tecniche disponibili, che mancano gli elementi per entrare in maggiore dettaglio.

I parametri che determinano le caratteristiche principali di una membrana sono i seguenti: a) il materiale di cui sono costituite; b) la loro geometria; c) il "cut off". Vediamo come queste caratteristiche influiscono sulla selezione di un dato tipo di membrana per lo scopo che ci prefiggiamo.

IL MATERIALE

Il materiale di cui è costituita la membrana (e quello con cui si effettua l'incollaggio al supporto) entra in gioco sia per una valutazione della resistenza chimica, sia per le interazioni chimico-fisiche con la soluzione, sia infine per la resistenza alla temperatura.

Per quanto riguarda la resistenza chimica e alla temperatura, ricordiamo l'aggressività di certi sgrassanti che possono danneggiare

NATURA	MATERIALE	pH OPERATIVO	TEMP. MAX
CERAMICA	Ossido di titanio	0÷14	350°C
	Ossido di zirconio	0÷14	350°C
POLIMERICA	Polisulfone	$(0,5 \div 1,5) \div (10,5 \div 13)$	50÷90°C
	PVDF	$(1 \div 1,5) \div (10,5 \div 12)$	50÷80°C
	Polietero sulfone	$(0,5 \div 1,5) \div (10,5 \div 13)$	50÷90°C
	PVC	$(1 \div 1,5) \div (11 \div 12)$	40÷50°C
	Poliacrilonitrile	$(1,5 \div 2) \div (9 \div 10)$	60°C
	Acetato di cellulosa	$(1,5 \div 2) \div (7,5 \div 8)$	30°C
	Acetato di cellulosa modificato	$(1,5 \div 2) \div (9 \div 9,5)$	60°C
	Poliammide	$(1,5 \div 2) \div (11 \div 12)$	50÷80°C

Tabella 1 - Resistenza alla temperatura e al pH delle membrane proposte dai maggiori produttori (i dati sono stati rilevati da specifiche tecniche fornite dai produttori e non contemplano la resistenza del "pressure vessel" e degli altri componenti dell'impianto)

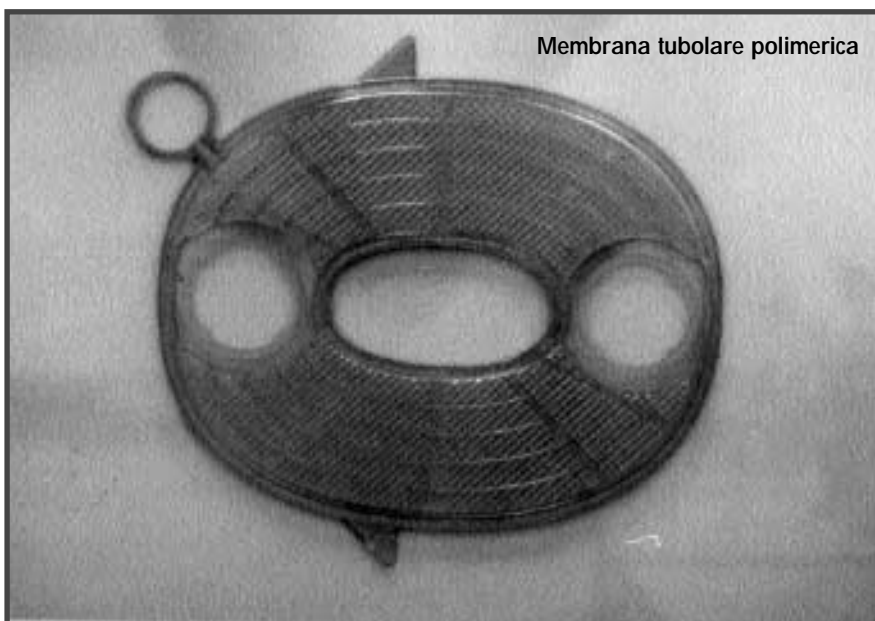
alcuni materiale a causa di pH estremi (vedi tabella 1) o per la presenza di alcuni componenti (ad esempio HF su alcune ceramiche, idrocarburi su polisulfone, ecc.) Definita e confermata la pura resistenza chimica, che determina se un dato materiale sia o meno utilizzabile, entra in gioco il tipo di materiale che è meglio usare. Una prima valutazione è ancora da ricondurre alla resistenza a certe sostanze e a certe temperature. Più la membrana è resistente e più possibilità si hanno nella scelta del

detergente da usare quando essa si sporca.

Una seconda valutazione va fatta invece in funzione dell'affinità chimico-fisica della membrana con la soluzione da ultrafiltrare. L'affinità della membrana verso un dato componente ne provoca infatti l'adsorbimento superficiale che modifica la reiezione, riduce la resa di permeato e aumenta le difficoltà di lavaggio e ripristino.

LA GEOMETRIA

Esistono diverse geometrie con cui vengono realizzate le membrane. Tra le più usate ricordiamo le tubolari, le spiralate, le piane e le capillari. Ognuna di queste geometrie prevede poi un'ulteriore suddivisione in sottofamiglie, basti citare i differenti diametri dei tubi delle tubolari (da 3 a 32 mm) o i differenti spessori degli spaziatori delle spiralate (da 28 a 90 mil). Naturalmente non tutti i materiali sono disponibili con qualunque geometria (ad esempio non esistono membrane ceramiche spiralate), tuttavia occorre comunque operare una scelta in funzione del carico solido non sedimentabile presente nella soluzione.



Più è elevato e più il passaggio deve essere agevole per evitare di creare intasamenti; più è basso e più è conveniente usare passaggi stretti, per risparmiare sia sul costo di investimento che sul costo di gestione. Facendo un esempio estremo, una **soluzione A**, usata per lavare nastri di rame e ottone contaminati da oli di laminazione, sarà convenientemente rigenerata con l'impiego di membrane spiralate (pH vicino alla neutralità, basso carico solido non sedimentabile, bassa temperatura di lavoro, elevate portate richieste), mentre una classica **soluzione B**, usata per rimuovere paste di lucidatura da casalinghi in inox, richiederà membrane tubolari ceramiche (pH elevati, elevato carico solido, alta temperatura e basse portate). La geometria della membrana determina anche un parametro molto usato, che è dato dal rapporto tra il volume della soluzione all'interno della membrana e la superficie della membrana stessa. Quando è possibile, si tende ad usare rapporti molto bassi, per risparmiare sui costi di gestione e investimento.

Dove non fosse possibile, occorre usare valori alti, ad esempio quando la concentrazione locale di una specie, dovuta alla permeazione, può portare alla precipitazione sulla superficie della membrana.

IL "CUT OFF"

Il valore di "cut off" fornisce un'indicazione, non univoca, del diametro di passaggio dei pori della membrana. Anche se a prima vista può sembrare un parametro essenziale, in realtà questo ha un limitato utilizzo per tre motivi principali: a) sulla membrana si viene a creare uno strato pellicolare che funge da membrana, avente una propria porosità; b) le molecole difficilmente rimangono in soluzione come specie singole, bensì tendono a formare degli aggregati, diversi a seconda del tipo di soluzione. Come esempio possiamo ricordare che una isoparaffina C12, emulsionata in acqua, non permeerebbe anche se si utilizzasse una membrana avente un "cut off" di 500.000 (contro un peso molecolare di circa 150, ovvero oltre 3.000 volte inferiore); c) come

già più volte ricordato, esiste poi un'interazione chimico-fisica tra membrana e molecole della soluzione, che crea importanti cambiamenti di comportamento in funzione della natura molecolare stessa.

Come indicazione generale posso solo ricordare di evitare di usare membrane aventi porosità simili ad alcune specie in soluzione, che si incastrerebbero nei pori, riducendo progressivamente la superficie ultrafiltrante. In molti casi è meglio usare membrane a basso "cut off" che, a fronte di una portata iniziale più bassa, garantiscono un flusso più costante nel tempo.

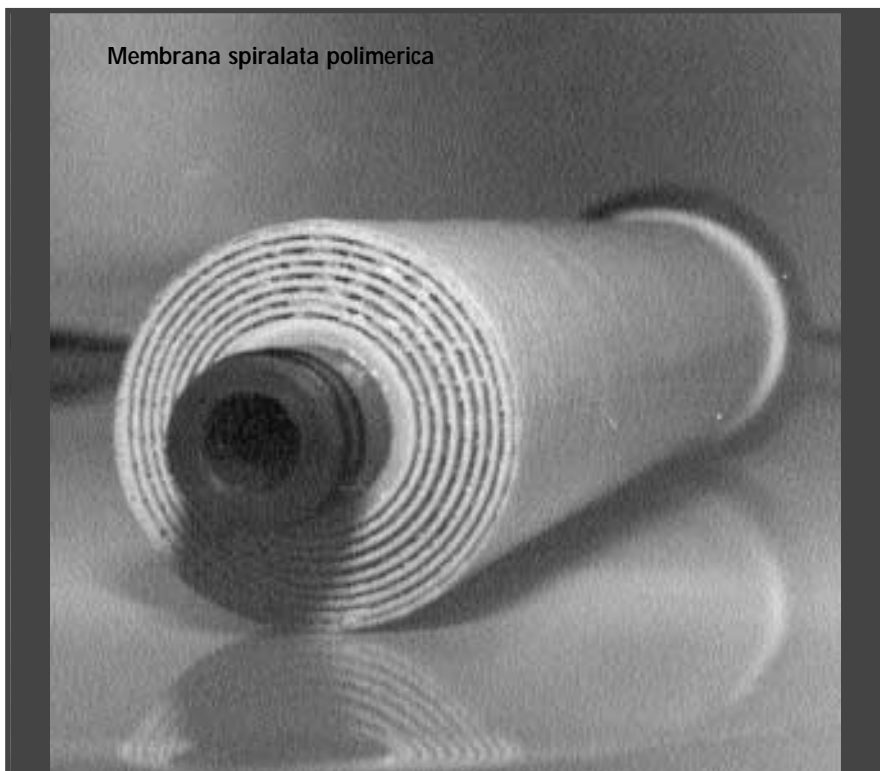
IMPIANTO E DETERGENTE

Per garantire il successo del ciclo di rigenerazione occorre ancora considerare alcuni elementi che ritengo essenziali.

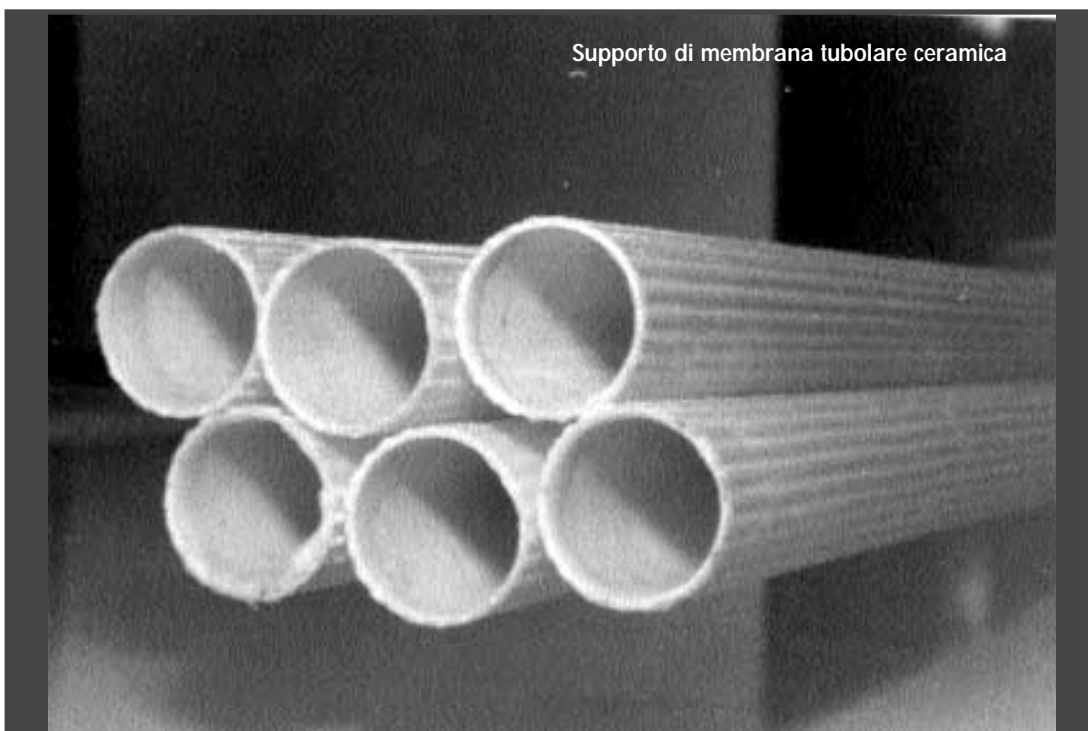
Innanzitutto l'impianto deve possedere le seguenti caratteristiche:

- deve avere una vasca di concentrazione con un volume sufficiente a garantire la permeazione a regime del 100% delle specie aventi permeabilità inferiori
- deve essere realizzato, per la parte a contatto con la soluzione, in acciaio inossidabile o polipropilene, per garantire la possibilità di usare, in caso di necessità, detergenti aventi pH estremi e alte temperature di lavaggio
- deve possedere una gestione automatica del ciclo di lavoro e del ciclo di lavaggio, per assicurarsi che l'inquinante venga rimosso "prima che sia troppo tardi"
- deve prevedere l'allontanamento continuo dei fanghi e dell'olio libero che si generano nel corso del processo di concentrazione

Membrana spiralata polimerica



- deve operare 24 ore al giorno per 7 giorni alla settimana, per evitare che si creino depositi, sporcamenti per rottura dell'emulsione o precipitazioni
 - ad ogni fermata è necessario che si proceda con un risciacquo delle membrane, assicurandosi che queste rimangano bagnate durante la sosta
 - deve avere tutti i parametri sotto controllo e fermarsi automaticamente in caso questi fossero fuori dai valori ottimali
 - deve evitare colpi d'ariete alla membrana in fase di avvio
 - deve montare le membrane correttamente (ad esempio le tubolari ceramiche di piccolo diametro si rompono se montate orizzontalmente) e deve prevedere l'allontanamento dell'aria residua.
- Inoltre, e non mi stancherò mai di ripeterlo, occorre che esista una collaborazione tra impiantista e formulatore del detergente per alcuni ovvi motivi: a) solo il formulatore conosce gli ingredienti del proprio prodotto e può fornire le informazioni basilari (è pericoloso limitarsi alla lettura delle schede di sicurezza); b) solo il formulatore è in grado di preparare, nel caso fosse necessario, un detergente di alimentazione diverso da quello di formulazione, che apporti le necessarie correzioni volte a mantenere bilan-



Supporto di membrana tubolare ceramica

ciato il bagno; c) solo il formulatore può suggerire un detergente per il lavaggio delle membrane che sia compatibile con il detergente usato nel lavaggio dei pezzi.

Tra le varie difficoltà che un costruttore di impianti deve affrontare, una delle maggiori è proprio quella di trovare un partner chimico collaborativo. Del resto è comprensibile quanto possa essere l'entusiasmo di un fornitore di prodotti nel collaborare, lavorare e magari rischiare per consentire al proprio cliente di ridurre anche del 70% l'acquisto di detergenti.

CONCLUSIONI

Non è assolutamente possibile, allo stato attuale delle esperienze, affrontare il problema dell'ultrafiltrazione per la rigenerazione dei bagni di sgrassaggio in modo semplificato.

Magari in un futuro la casistica delle esperienze sarà tale che si

potrà trovare un manualetto d'uso, ma per ora questo è possibile solo per prodotti detergenti veramente standard (esempio bagni di fosfo-sgrassaggio) e per lavaggi grossolani o interoperazionali.

Per ora il mio consiglio è quello di fare sempre prove preliminari di rigenerazione e di fare seguire prove industriali su volumi significativi e per tempi prolungati, per vedere la stabilità del processo.

Questo sarà utile per l'utilizzatore, che avrà una macchina sicuramente funzionante, per il fornitore dell'impianto, per gli stessi motivi, e per gli altri impiantisti, che non dovranno più sentirsi dire "ho sentito dire che le membrane si intasano" o che "gli impianti di ultrafiltrazione vanno bene per un mese poi ti piantano", o altre affermazioni ugualmente spiacevoli. ♦

Per ulteriori informazioni segnare 2 sull'apposita cartolina in fondo alla rivista



La versione integrale dell'articolo è disponibile sul portale del lavaggio www.lavaggio.com