

15.3 CILINDRI SOGGETTI A PRESSIONE INTERNA

La formula delle caldaie, scritta sotto forma di proporzione è

$$\frac{s}{p} = \frac{D_m}{2\sigma_{amm}}$$

Applicando ad essa la regola del comporre, facendo comparire il modulo di efficienza e riordinando si ha

$$s = \frac{pD_i}{2\sigma_{amm}z - p}$$

$$s = \frac{pD_e}{2\sigma_{amm}z + p}$$

Queste formule vanno applicate per recipienti a parete sottile; la norma stabilisce la pressione limite di applicabilità (Vedi tab. 14).

Oltre questa vanno usate le formule per i recipienti a parete spessa, la cui espressione è:

$$s = \frac{D_i}{2} \left(-1 + \sqrt{\frac{\sigma_{amm}z}{\sigma_{amm}z - 1.333p}} \right)$$

Questa è in effetti una variante delle formule di progetto della massima tensione tangenziale (che prevede al denominatore il coefficiente 2 per la p) e di Huber-Hencky-von Mises (che prevede il coefficiente $\sqrt{3}$ per la p). Tuttavia la formula della normativa appare ottimistica, sia rispetto a queste, sia rispetto alla formula del criterio della massima deformazione.

Tabella 14: Pressione massima di validità della formula delle caldaie

Verifica lungo linee di saldatura		
Valori del modulo di efficienza	Valori massimi di $p/100fz$ che limitano la validità delle formule 1.1. e 1.2.	
qualsiasi	nelle condizioni di progetto	nelle condizioni di prova
	0,449	0,0976
Verifica in corrispondenza di forature		
Valori del modulo di efficienza (1)	Valori massimi di $p/100f$ che limitano la validità delle formule 1.1. e 1.2.	
	nelle condizioni di progetto	nelle condizioni di prova
1,00	0,449	0,0976
0,95	0,445	0,0974
0,90	0,440	0,0971
0,85	0,435	0,0967
0,80	0,428	0,0964
0,75	0,421	0,0959
0,70	0,413	0,0953
0,65	0,404	0,0946
0,60	0,393	0,0938
0,55	0,380	0,0928
0,50	0,366	0,0916
0,45	0,349	0,0899
0,40	0,330	0,0879
0,35	0,307	0,0852
0,30	0,281	0,0815
(1) Per valori intermedi del modulo di efficienza è consentita l'interpolazione lineare.		

Nel caso in cui la pressione di esercizio sia parzialmente bilanciata da una contropressione esterna inferiore, il dimensionamento dello spessore del mantello si esegue di solito assumendo cautelativamente la seconda come nulla.

Se la pressione non si mantiene costante lungo l'asse del cilindro si può pensare ad uno spessore variabile. Però per recipienti di piccola o media capacità motivi di praticità costruttiva consigliano generalmente l'adozione di uno spessore costante pari a quello calcolato per la pressione massima. Solo in casi particolari, come per esempio nei grandi serbatoi verticali per lo stoccaggio atmosferico di prodotti liquidi o nelle colonne molto alte la notevole economia di materiale che si può realizzare a causa dell'elevato sviluppo superficiale del mantello può giustificare l'adozione di spessori gradualmente decrescenti verso l'alto.

Per diametri fino a 1000 mm i mantelli cilindrici possono essere costruiti a partire da tubi senza saldatura commerciali, che sono disponibili in una discreta varietà di spessori. Per diametri maggiori i mantelli sono invece realizzati saldando diversi elementi di lamiera preventivamente sagomati per calandratura a caldo o a freddo, disposti in corsi orizzontali con giunzioni sfalsate come indicato in figura.

Se il recipiente non è molto grande, e se il proporzionamento è imposto rigidamente da esigenze di processo, occorre ben ottimizzare i tagli delle lamiere (disponibili ovviamente solo in formati unificati) per minimizzare gli sfridi e la lunghezza delle saldature.

Recipienti verticali di notevole altezza, come le colonne, possono talvolta essere realizzati per

convenienza di trasporto e di montaggio in più tronconi da unire mediante flange.

La presenza di aperture corrispondenti a bocchelli, passi d'uomo, attacchi per strumenti di misura, finestre di ispezione, determina un indebolimento del mantello. Per forature di diametro superiore a 50 mm è spesso necessario irrigidire la parete circostante saldando su di essa, esternamente, una piastra di rinforzo dei tipi indicati in figura. Il criterio di dimensionamento delle piastre di rinforzo è quello di aggiungere una sezione resistente minima uguale a quella sottratta con la foratura. Con le notazioni indicate in figura 78 si ha:

$$(A - d_b)s' = d_f s$$

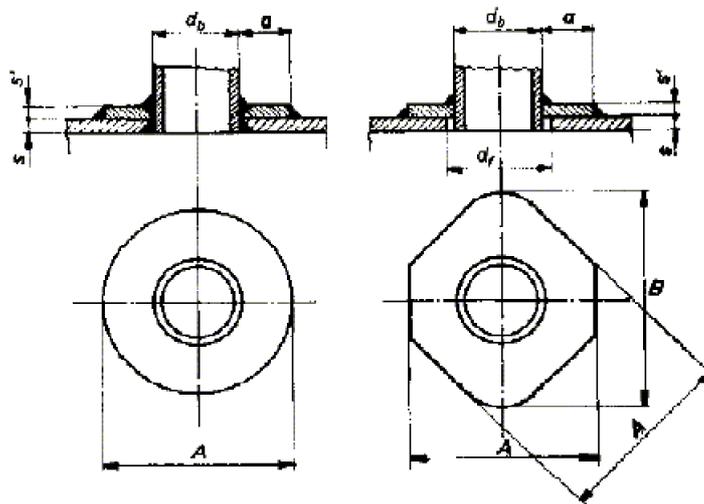


Figura 78: Piastre di rinforzo di aperture

La costruzione dei recipienti per alta pressione è assai complessa e delicata. Oltre alla necessità di avere pareti di grosso spessore occorre limitare le giunzioni e adottare particolari accorgimenti per l'attacco dei fondi e per la tenuta. Si ha pertanto a che fare con pezzi molto pesanti che richiedono speciali tecniche di lavorazione e speciali attrezzature di manipolazione. La forma è quasi senza eccezioni cilindrica con rapporti lunghezza/diametro crescenti al crescere della pressione in modo da contenere gli spessori.

Cilindri monoblocco vengono ottenuti per forgiatura e fucinatura a partire da billette piene. Nel caso di elevate lunghezze la costruzione può essere realizzata in due pezzi identici, uniti per flangiatura. La figura 79 mostra lo schema di un reattore di sintesi ad alta pressione di costruzione monoblocco.