



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900506113
Data Deposito	21/03/1996
Data Pubblicazione	21/09/1997

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	D		

Titolo

METODO PER LA MESSA IN SICUREZZA DI APPARECCHIATURE A PRESSIONE IN CONTATTO CON FLUIDI CORROSIVI

SNAMPROGETTI S.p.A

MI 96 A 0558

* * * * *

21 MAR. 1996

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un metodo per la messa in sicurezza di apparecchiature a pressione in contatto con fluidi corrosivi, e alle apparecchiature modificate così ottenute.

Più in particolare, la presente invenzione si riferisce ad un metodo per la messa in sicurezza di apparecchiature normalmente operanti sotto pressione, le quali siano in contatto con fluidi corrosivi e comprendano perciò un rivestimento anticorrosivo (lining) sovrapposto alla struttura di tenuta (corpo di forza).

Tipiche apparecchiature di questo genere sono quelle presenti in molti impianti chimici industriali, come, ad esempio, reattori, scambiatori di calore, condensatori ed evaporatori, le cui condizioni operative comprendono pressioni da 50 a 1000 bar e temperature da 100 a 500 °C, in contatto con fluidi acidi, basici o generalmente salini aventi elevate potenzialità corrosive specialmente nei confronti dell'acciaio al carbonio o basso-legato che costituisce il materiale normalmente scelto per realizzare la tenuta dell'apparecchiatura.

Tipici processi che richiedono l'uso di apparecchiature ad alta pressione in contatto con fluidi corrosivi, sono, ad esempio, quelli per la produzione dell'urea per sintesi diretta a partire da ammoniaca e anidride carbonica. In detti processi, ammoniaca generalmente in eccesso e anidride carbonica vengono fatte reagire in uno o più reattori, a pressioni usualmente comprese tra 100 e 250 bar e temperature tra 150 e 240 °C, ottenendo una miscela in uscita costituita da una soluzione acquosa contenente urea, carbammato di ammonio non trasformato in urea e l'eccesso di ammoniaca utilizzata nella sintesi. La miscela di reazione viene depurata del carbammato d'ammonio in essa contenuto mediante decomposizione dello stesso in decompositori operanti, in successione, a pressioni via via decrescenti. In gran parte dei processi

esistenti, il primo di tali decompositori opera a pressioni sostanzialmente uguali alla pressione della sintesi oppure di poco più basse, e utilizza solitamente agenti di "stripping" per decomporre il carbammato di ammonio ed il contemporaneo allontanamento dei prodotti di decomposizione. Agenti di "stripping" possono essere gas inerti, o ammoniaca o anidride carbonica, oppure miscele di gas inerti con ammoniaca e/o anidride carbonica, lo "stripping" potendo eventualmente essere realizzato anche sfruttando l'ammoniaca in eccesso disciolta nella miscela proveniente dal reattore (autostripping) senza quindi fornire alcun agente dall'esterno.

I prodotti di decomposizione del carbammato di ammonio (NH_3 e CO_2), insieme agli eventuali agenti di "stripping", inerti esclusi, vengono normalmente condensati in opportuni condensatori ottenendo una miscela liquida comprendente acqua, ammoniaca e carbammato di ammonio, che è riciclata al reattore di sintesi. Negli impianti tecnologicamente più avanzati, almeno uno stadio di condensazione è condotto a pressioni sostanzialmente uguali a quelle del reattore o leggermente inferiori.

A titolo di riferimento si possono riportare, tra i molti esistenti, i brevetti US 3.886.210, US 4.314.077, US 4.137.262, e la domanda europea pubblicata n. 504.966, i quali descrivono processi per la produzione dell'urea con le suddette caratteristiche. Un'ampia panoramica dei processi maggiormente utilizzati per la produzione dell'urea è riportata in "Encyclopedia of Chemical Technology", 3ª Edizione (1983), Vol. 23, pagg. 548-574, John Wiley & Sons Ed..

Gli stadi più critici nella conduzione del processo sono quelli in cui si trova il carbammato di ammonio alla più alta concentrazione e alla più alta temperatura, e quindi, nei processi sopra menzionati, questi stadi coincidono con il reattore e le successive apparecchiature per la decomposizione (o stripping) e condensazione del carbammato di ammonio operanti in condizioni analoghe o prossime a quelle del reattore. Il problema che si deve risolvere in tali apparecchiature è quello della corrosione e/o erosione provocata dal

carbammato di ammonio, dall'ammoniaca e dall'anidride carbonica che si comportano come agenti altamente corrosivi, specialmente in presenza di acqua, alle elevate temperature e pressioni necessarie per la sintesi dell'urea.

Sono state proposte diverse soluzioni dei problemi di corrosione del tipo sopra esemplificato, molte delle quali sono realizzate negli impianti industriali esistenti. Sono infatti noti numerosi metalli e leghe capaci di resistere per periodi sufficientemente lunghi, nei diversi casi, alle condizioni potenzialmente corrosive che si realizzano all'interno di una apparecchiatura chimica industriale. Tra questi si possono menzionare piombo, titanio, zirconio, tantalio e alcuni acciai inossidabili quali, ad esempio, acciaio AISI 316L (grado urea), acciaio INOX 25/22/2 Cr/Ni/Mo, acciai speciali austeno-ferritici, ecc.. Tuttavia, per essere economicamente realizzabile, una apparecchiatura del tipo suddetto non viene di norma interamente costruita con tali leghe o metalli resistenti alla corrosione. Usualmente si ricorre alla realizzazione di corpi cavi, recipienti o colonne, in normale acciaio al carbonio o in acciaio basso-legato, eventualmente a più strati, avente uno spessore variabile da 20 a 400 mm, in dipendenza della geometria e della pressione da sopportare (corpo di forza), la cui superficie a contatto con i fluidi corrosivi o erosivi è uniformemente coperta con un rivestimento metallico (lining) anticorrosivo spesso da 2 a 30 mm .

Nelle suddette apparecchiature o unità di impianto, il rivestimento anticorrosivo viene realizzato mediante assemblaggio e saldatura di numerosi elementi adeguatamente sagomati per aderire quanto più possibile alla forma del corpo di forza, in modo da formare, al termine, una struttura a tenuta stagna alla elevata pressione di esercizio. Le diverse giunzioni e saldature effettuate a tal scopo richiedono frequentemente il ricorso a metodologie particolari in dipendenza della geometria e della natura delle parti da unire.

Mentre l'acciaio inossidabile è saldabile al sottostante "corpo di forza" in acciaio al carbonio, ma presenta un più elevato coefficiente di dilatazione termica che favorisce, in corso

di esercizio, l'insorgere di fratture lungo la linea di saldatura, il titanio non è saldabile su acciaio e presenta comunque analoghi problemi di frattura nelle saldature poiché ha un coefficiente di dilatazione sensibilmente inferiore all'acciaio al carbonio.

Per questo motivo si ricorre a tecniche che richiedono spesso attrezzature e modi di operare complessi. In certi casi il rivestimento viene realizzato mediante deposito di saldatura invece che mediante lamiere saldate tra loro e sul corpo di forza. In altri casi, specialmente con materiali non saldabili tra loro, è necessario "esplodere" il rivestimento sul corpo di forza per essere sicuri di raggiungere una soddisfacente appoggio.

In tutte le suddette apparecchiature viene comunque praticato un certo numero di "fori-spia" per la rilevazione di eventuali perdite del rivestimento anticorrosione.

Un foro-spia consiste normalmente di un tubicino del diametro di 5-30 mm in materiale resistente alla corrosione ed è inserito nel corpo di forza fino a raggiungere il punto di contatto tra quest'ultimo ed il rivestimento di lega o metallo resistente alla corrosione. Nel caso si verifichi una perdita nel rivestimento, a causa dell'elevata pressione, il fluido interno, corrosivo, diffonde immediatamente nella zona interstiziale tra rivestimento e corpo di forza e, se non rilevato, darebbe luogo a rapida corrosione dell'acciaio al carbonio da cui è costituito quest'ultimo. La presenza dei fori-spia permette il rilevamento di tali perdite. A tal scopo tutte le zone interstiziali sottostanti il rivestimento anticorrosione devono essere comunicanti con almeno un foro-spia. Il numero di fori-spia è usualmente da 2 a 4 per ogni virola, per cui, ad esempio, in un reattore di medie dimensioni, avente uno sviluppo superficiale di circa 100 m², sono presenti usualmente circa 20 fori-spia.

Le suddette apparecchiature presentano inoltre, normalmente nella parte superiore, almeno un'apertura circolare, detta "passo d'uomo", che permette l'accesso di operatori e attrezzature per ispezioni e piccole riparazioni all'interno. Queste aperture hanno solitamente diametri compresi tra 45 e 60 cm e permettono al massimo il passaggio di oggetti aventi una

sezione compresa entro tali dimensioni.

Nonostante i suddetti accorgimenti, è generalmente noto che le linee e i punti di saldatura del "lining" protettivo costituiscono un punto debole della struttura delle apparecchiature chimiche. Si possono infatti verificare sia microfratture in corso di esercizio per le ragioni precedentemente dette di diversa dilatazione termica tra i materiali del corpo di forza e del rivestimento anticorrosivo, sia corrosioni preferenziali sulle saldature o nelle zone prossime ad esse, a causa sia di imperfezioni nella struttura del metallo, sia di differenze di potenziale elettrochimico tra i metalli saldati. Una perdita del rivestimento protettivo avviene dunque con maggiore probabilità in prossimità delle saldature dello stesso. D'altra parte non è proponibile nella pratica la realizzazione e la posa di un "lining" monoblocco.

Come si è detto, in caso di perdita il fluido fuoriesce dal rivestimento e inonda gli interstizi o meati o canalicoli presenti tra il rivestimento ed il corpo di forza. In tali casi la perdita è normalmente rilevata attraverso il foro-spia, ma si può verificare comunque un fenomeno di corrosione anche esteso del sottostante acciaio al carbonio, prima che la perdita venga rilevata. Nei casi più gravi, che hanno portato anche a fenomeni di grave corrosione ed esplosione dell'apparecchiatura interessata, il fluido fuoriuscente dalla perdita, ad esempio una soluzione concentrata di carbammato di ammonio in un impianto di sintesi dell'urea, può formare delle miscele semisolide insieme con i residui di corrosione, fino a occludere le vie di sfiato verso i fori-spia, così impedendo la rilevazione della perdita stessa. Nel punto di perdita, non più rilevato, il fluido corrosivo continua così la sua azione sul corpo di forza fino ad intaccarne profondamente la struttura, rendendo inservibile, o, peggio, portando all'esplosione dell'apparecchiatura.

Al fine di evitare tali fenomeni, sono state proposte numerose soluzioni, come, ad esempio, nel brevetto tedesco DE 2.052.929, secondo il quale viene realizzata una copertura con un doppio rivestimento inframezzato da canali di comunicazione, contribuendo però ad un

notevole innalzamento dei costi di realizzazione dell'apparecchiatura, e senza comunque risolvere in modo soddisfacente il problema del contatto del corpo di forza con il fluido di processo in caso di eventuale perdita.

Nella pratica, tuttavia, una gran parte degli impianti chimici esistenti, specialmente se non di recente costruzione, sono dotati di un semplice rivestimento con saldature circolari e longitudinali, in cui l'unico elemento di sicurezza e di rilevamento delle perdite è rappresentato dai fori-spia. Per gli standard di sicurezza richiesti attualmente, questa soluzione si rivela del tutto insoddisfacente, ed esiste un forte richiesta del settore per aumentare sia la vita media di esercizio, sia la capacità e rapidità di rilevazione delle eventuali perdite (con conseguente aumento della sicurezza), delle apparecchiature chimiche a contatto con sostanze corrosive.

La Richiedente ha trovato ora una soddisfacente e vantaggiosa soluzione ai suddetti inconvenienti mediante un approccio semplice e innovativo che permette di aumentare la durata e l'affidabilità di apparecchiature a pressione comprendenti un corpo di forza costituito da un materiale soggetto a corrosione per contatto con il fluido di processo, e da un rivestimento anticorrosivo interno in contatto con detto fluido, anche quando tali apparecchiature sono già operative in impianto. Particolarmente in quest'ultimo caso, la messa in sicurezza dell'apparecchiatura può essere effettuata senza rimuovere l'apparecchiatura dall'impianto, e utilizzando il passo d'uomo come solo accesso operativo all'interno dell'apparecchiatura.

Forma pertanto un oggetto della presente invenzione, in una apparecchiatura a pressione comprendente una camera interna atta a contenere un fluido di processo, delimitata da un corpo di forza dotato di fori-spia, costituito da un materiale soggetto a corrosione per contatto con detto fluido di processo in corso di esercizio, rivestito, all'interno, con un rivestimento anticorrosivo formato da più elementi uniti tra loro mediante saldature, un metodo per evitare il contatto di detto corpo di forza con detto fluido di processo a seguito di

una eventuale perdita da dette saldature, e aumentare di conseguenza la sicurezza di detta apparecchiatura a pressione, comprendente i seguenti stadi:

- a) prolungamento di almeno una parte di detti fori-spia attraverso detto rivestimento fino a sboccare sulla superficie interna dell'apparecchiatura;
- b) copertura di dette saldature mediante strisce (o piattine) contigue una all'altra, dello stesso materiale di detto rivestimento o altro materiale resistente alla corrosione ad esso saldabile, precedentemente sagomate per realizzare un appoggio ottimale sulla superficie del rivestimento prossima alle saldature;
- c) posa di ulteriori strisce dello stesso materiale del rivestimento, o altro materiale resistente alla corrosione ad esso saldabile, ciascuna contigua ad almeno una delle suddette strisce di cui allo stadio (b), fino a coprire tutti gli sbocchi di detti fori-spia,
- d) saldatura stagna dei bordi di ciascuna striscia di cui agli stadi (b) e (c), su detto rivestimento e ai bordi di altre strisce ad essi contigui, per ottenere, tra ciascuna di dette strisce e la sottostante superficie del rivestimento e/o delle sue saldature, una zona interstiziale (o meato) stagna rispetto alla camera interna e atta allo scorrimento del fluido di processo;

caratterizzato dal fatto che,

la disposizione e le saldature tra i bordi di almeno una parte delle strisce tra loro contigue, vengono realizzate in modo che, sottostante a ciascuna di tali saldature tra bordi contigui, sia lasciata una apertura tra dette zone interstiziali (o meati) esistenti su ciascun lato di detta saldatura, dette aperture essendo stagne rispetto alla camera interna e in numero e disposizione tali da mettere in comunicazione ogni zona interstiziale (o meato), o loro parte, con almeno uno di detti sbocchi dei fori-spia.

Secondo il metodo suddetto, si realizza una disposizione dei diversi elementi sovrapposti che costituiscono la parete interna dell'apparecchiatura, tale che, in caso di perdita

in un punto prossimo ad una saldatura a contatto con il fluido di processo, il fluido stesso, prima di raggiungere uno dei fori-spia appositamente prolungati attraverso il rivestimento (normalmente corrispondenti a quelli già esistenti prima dell'intervento di messa in sicurezza), entra in contatto esclusivamente con superfici di un materiale resistente alla corrosione, così evitando ogni possibile danneggiamento del corpo di forza. Al contempo, la disposizione delle diverse parti all'interno dell'apparecchiatura e la presenza dei meati di passaggio tra le saldature di due strisce di copertura tra loro contigue, assicura la rapida rilevazione del fluido fuoriuscito da una eventuale perdita, utilizzando gli stessi fori spia preesistenti all'intervento secondo il metodo della presente invenzione. Si rende così possibile la rapida rilevazione di una eventuale perdita in corso di esercizio da una saldatura del complesso di rivestimento, mantenendo al contempo l'integrità della struttura preesistente, in quanto non è normalmente necessario praticare altri fori-spia, e si evita un qualsiasi contatto del corpo di forza con i fluidi di processo al momento della eventuale perdita.

Non è comunque escluso dalla portata delle presente invenzione, specialmente ove particolari geometrie e disposizioni degli elementi lo rendano necessario (ad esempio in prossimità dei bocchelli), che vengano praticati, nel corso della applicazione del metodo, uno o più fori-spia oltre a quelli già esistenti, purchè essi siano comunque in numero limitato, normalmente inferiore al 30 %, preferibilmente inferiore al 10 %, di quelli originali.

Forma un ulteriore oggetto della presente invenzione l'apparecchiatura ottenuta mediante esecuzione del suddetto metodo. In tale apparecchiatura le originali saldature del rivestimento non sono in contatto con il fluido di processo in corso di esercizio, in quanto sono coperte, a tenuta stagna, dalle suddette strisce (o piattine) di materiale resistente alla corrosione. Viene così evitato il rischio che una azione prolungata del fluido di processo su tali saldature porti alla loro perforazione, per locale corrosione o erosione, con i conseguenti disastrosi effetti dovuti alla fuoriuscita del fluido in diretto contatto con il materiale facilmente

corrodibile del corpo di forza. In caso di eventuale perdita di una delle saldature successivamente effettuate sui bordi delle strisce di copertura per assicurare la tenuta stagna dei sottostanti interstizi (o meati), il fluido di processo viene incanalato in questi ultimi fino a raggiungere il più prossimo sbocco di un foro-spia, ma non esercita alcuna corrosione, almeno nei tempi relativamente rapidi necessari per la rilevazione della perdita, sulle superfici dei materiali con cui viene a contatto, in quanto tali materiali, in accordo con la presente invenzione, sono tutti resistenti alla corrosione.

Come precedentemente detto il metodo della presente invenzione è particolarmente applicabile alle apparecchiature della sezione ad alta o media pressione di un impianto di sintesi dell'urea. Queste sono sostanzialmente identificabili in reattori di sintesi dell'urea, apparecchiature per la decomposizione del carbammato non trasformato, e recipienti per la condensazione di NH_3 e CO_2 con formazione di soluzioni di carbammato.

Con il termine "strisce (o piattine) contigue tra loro", come utilizzato nella presente descrizione e nelle rivendicazioni, si intendono due o più strisce, ciascuna delle quali abbia almeno un tratto del bordo adiacente o a contatto con almeno un tratto dell'altra. Con il termine "bordi contigui" si intendono detti bordi di strisce contigue, adiacenti o a contatto tra loro.

Il termine "comunicazione", come utilizzato nella presente descrizione e nelle rivendicazioni, deve essere inteso con riferimento al comportamento di un fluido, per cui due punti (o zone) sono in comunicazione se un fluido, particolarmente il fluido di processo, può scorrere dall'uno all'altro. Il termine "originale", come qui di seguito utilizzato con riferimento agli elementi di un'apparecchiatura quali saldature, rivestimento, fori-spia, ecc., identifica quegli elementi già presenti nell'apparecchiatura prima dell'applicazione del metodo secondo la presente invenzione.

L'apparecchiatura a cui è applicabile il metodo secondo la presente invenzione può

essere una qualsiasi nota apparecchiatura a pressione a contatto con fluidi potenzialmente corrosivi in corso di esercizio. Tali apparecchiature comprendono normalmente un corpo di forza in acciaio capace di resistere a pressioni di esercizio anche molto elevate (fino a 1000 bar e oltre, preferibilmente tra 100 e 500 bar), ma soggetto a corrosione se posto direttamente a contatto coi fluidi di processo. Esso, a seconda delle esigenze di progetto, può essere a più strati, oppure a parete unica, eventualmente sottoposta a ricottura. Nella camera interna, a contatto con il fluido di processo è posto un rivestimento (o "lining" secondo il termine inglese comunemente in uso) in un materiale resistente alla corrosione, che è usualmente un metallo scelto tra acciaio inossidabile, acciai speciali austeno-ferritici, piombo, titanio, zirconio, vanadio, tantalio o una loro lega. Il rivestimento può essere saldato al corpo di forza, oppure, in molti casi, solo appoggiato e solidale con esso. La realizzazione del rivestimento viene fatta, secondo quanto noto nell'arte, saldando tra loro lamine (o virole) del metallo prescelto, fino a coprire completamente la superficie interna del corpo di forza, nonché le parti interne ai bocchelli e al passo d'uomo di cui l'apparecchiatura è normalmente dotata. Le saldature del rivestimento sono normalmente appoggiate su strisce dello stesso materiale del rivestimento, preferibilmente alloggiate in una scanalatura praticata meccanicamente nel corpo di forza. Come precedentemente detto, numerosi fori spia sono praticati nel corpo di forza, con lo scopo di controllare eventuali perdite del rivestimento in corso di esercizio. Un particolare della disposizione degli elementi in una apparecchiatura del tipo suddetto è rappresentato schematicamente nella successiva figura 1, relativamente ad una sezione comprendente una saldatura del rivestimento ed un foro-spia.

Secondo il metodo della presente invenzione, nello stadio (a) almeno una parte degli esistenti fori-spia vengono prolungati attraverso il rivestimento, mediante trapanatura o altra tecnica nota, fino a sboccare sulla superficie interna. Ciascun foro-spia comprende un rivestimento interno di materiale anticorrosivo, che viene anch'esso prolungato e saldato sui

bordi intorno allo sbocco così realizzato. Ciascuno sbocco costituisce così un'apertura nel rivestimento, avente preferibilmente un diametro compreso tra 5 e 30 mm. Non è necessario prolungare tutti i fori-spia esistenti, ma solo il numero di essi sufficiente a garantire una agevole comunicazione con tutte le zone interstiziali (o meati) realizzate nei successivi stadi del presente metodo. Il numero di fori-spia effettivamente prolungati può essere valutato dal tecnico medio del ramo, ed è normalmente compreso tra il 70 e il 100% di quelli esistenti, in dipendenza delle dimensioni e della geometria dell'apparecchiatura e della densità superficiale dei fori stessi.

Non è comunque escluso dalla portata della presente invenzione, specialmente ove particolari geometrie e disposizioni degli elementi lo rendano necessario (ad esempio in prossimità dei bocchelli), che vengano praticati, nel corso della applicazione del metodo, uno o più nuovi fori-spia oltre a quelli già esistenti, purchè essi siano comunque in numero limitato, inferiore al 30 %, preferibilmente inferiore al 10 %, di quelli preesistenti.

Nello stadio (b) del metodo della presente invenzione, le saldature del rivestimento vengono coperte mediante strisce (o piattine) opportunamente sagomate, resistenti alla corrosione nelle condizioni di lavoro dell'apparecchiatura. Nella gran parte dei casi, e particolarmente negli impianti per la produzione dell'urea, le apparecchiature chimiche hanno sezioni cilindriche, o comunque curve. Pertanto, le suddette strisce dovranno essere opportunamente curve o comunque sagomate in modo da adattarsi alla curvatura della superficie da ricoprire. Poichè esse sono comunque facilmente deformabili, l'adatta curvatura può essere conferita con i normali strumenti disponibili ad un tecnico del ramo.

Le strisce sono disposte contigualmente una dopo l'altra su tutte le saldature in modo da costituire, dopo la posa, un insieme regolare e privo di lacune. Preferibilmente sono utilizzabili strisce della larghezza da 50 a 300 mm, e di lunghezza variabile da alcuni centimetri ad alcuni metri, a seconda delle esigenze. La lunghezza e la forma delle strisce è comunque

preferibilmente scelta in modo da consentirne una agevole introduzione nell'interno dell'apparecchiatura attraverso il passo d'uomo. Preferibilmente si utilizzano spessori delle strisce compresi tra 2 e 30 mm, scelti in base alla potenziale azione corrosiva e/o erosiva del fluido di processo.

Due strisce tra loro contigue possono essere disposte in vari modi secondo la presente invenzione, purchè ciò consenta allo stesso tempo: la realizzazione di un sistema di saldature a tenuta dei bordi delle strisce, che isoli le sottostanti saldature del rivestimento dal fluido di processo nel normale esercizio (secondo il successivo stadio (d)), e la realizzazione di una comunicazione atta allo scorrimento di un fluido tra le zone interstiziali presenti sotto ciascuna delle due strisce contigue. Normalmente si avranno strisce tra loro consecutive, unite cioè una a seguito dell'altra per i bordi trasversali, oppure strisce tra loro perpendicolari, in cui un bordo trasversale è unito (contiguo) ad un bordo longitudinale (parallelo alla saldatura ricoperta). Nelle zone di unione tra due strisce contigue, si possono realizzare diversi accorgimenti, tutti compresi nella portata della presente invenzione. E' possibile, ad esempio, sovrapporre per un breve tratto il bordo di una delle strisce sul bordo dell'altra, deformando la prima "a esse". Oppure si possono porre i due bordi contigui uno adiacente all'altro; oppure ancora, si può porre una piastra o piattina sotto i due bordi contigui adiacenti nella zona di giunzione, eventualmente praticando un incavo nel sottostante rivestimento (e saldatura), adatto a contenere la piastra, per migliorare l'appoggio di detti bordi contigui.

Secondo la presente invenzione, le strisce di copertura sono costituite dello stesso metallo o lega del rivestimento originale, oppure di un metallo o lega a quest'ultimo saldabile. Questo può essere scelto di volta in volta tra quei materiali notoriamente resistenti alla corrosione nelle condizioni operative dell'apparecchiatura. Preferibilmente tale metallo o lega metallica sono scelti tra titanio, zirconio o loro leghe, o, particolarmente, tra gli acciai inossidabili quali, ad esempio, acciaio AISI 316L (grado urea), acciaio INOX 25/22/2

Cr/Ni/Mo, acciai speciali austeno-ferritici, ecc.. E' alla portata del tecnico medio del ramo la scelta di un materiale che presenti una resistenza alla corrosione (comunque misurata) più elevata di quella del rivestimento originale.

Le strisce di copertura delle saldature possono essere fissate, prima di essere saldate a loro volta, con i comuni metodi a disposizione del tecnico del ramo, purchè compatibili con le condizioni operative dell'apparecchiatura. Normalmente si possono utilizzare fissaggi meccanici o punti di saldatura.

Prima di effettuare la copertura delle saldature del rivestimento secondo lo stadio (b), è preferibile secondo la presente invenzione, trattare meccanicamente le superfici delle saldature e del rivestimento su cui si appoggeranno le suddette strisce, ad esempio mediante molatura, in modo da pulire le stesse e renderle più uniformi ed esenti da difetti.

Lo stadio (c) del presente metodo viene effettuato in modo sostanzialmente analogo al suddetto stadio (b), con la differenza che ciascuna striscia (o piattina) non viene posata in tal caso a copertura di una saldatura del rivestimento, ma predisposta sulla superficie del rivestimento, contigua con almeno una delle strisce di copertura posate in accordo con lo stadio (b), e nella direzione di almeno uno di detti fori-spia, fino a coprirne completamente lo sbocco sulla superficie del rivestimento stesso. In tal modo, per saldatura dei bordi secondo il successivo stadio (d), si formano delle zone interstiziali di comunicazione tra detto sbocco e, direttamente o indirettamente, con almeno alcune delle zone interstiziali formate in prossimità delle saldature originali del rivestimento. Secondo il metodo della presente invenzione, tutti gli sbocchi dei fori-spia vengono coperti con strisce come sopra descritto, formando, attraverso le sottostanti zone interstiziali (o meati), ottenute dopo saldatura secondo lo stadio (d), dei passaggi di intercomunicazione da ciascun punto delle saldature originali del rivestimento fino ad almeno uno sbocco di un foro-spia.

Nel caso in cui uno o più degli sbocchi di fori-spia sia praticato attraverso una delle

saldature originali del rivestimento, è alla portata del tecnico medio effettuare la copertura dello sbocco mediante le stesse strisce usate per la copertura delle saldature, senza evidentemente utilizzare alcuna ulteriore striscia secondo lo stadio (c).

Anche nella conduzione dello stadio (c) può essere vantaggioso effettuare le diverse operazioni similmente a quanto effettuato nello stadio (b). Particolarmente, ad esempio, molare la zona di appoggio della striscia al fine di ripulirla e renderla più uniforme ed esente da difetti.

Secondo una forma preferita di realizzazione del presente metodo, nella conduzione degli stadi (b) e (c) si produce una scanalatura nella superficie del rivestimento o delle sue saldature, al di sotto delle strisce di copertura. Tale scanalatura ha normalmente una larghezza compresa tra 5 e 20 mm, e una profondità compresa tra 1 e 5 mm, scelta in base allo spessore del rivestimento e alle proprietà reologiche del fluido di processo. In particolare, secondo la presente invenzione, la profondità di detta scanalatura è preferibilmente inferiore al 30 % dello spessore del rivestimento originale.

Detta scanalatura viene praticata preferibilmente lungo tutte le saldature originali del rivestimento, e nella superficie dello stesso quando non sia presente una saldatura, come nel caso delle strisce posate in accordo con lo stadio (c). La scanalatura ha la funzione di facilitare lo scorrimento del fluido proveniente da una eventuale perdita delle saldature effettuate lungo i bordi delle strisce, in modo da rendere ancora più rapida e sicura la rilevazione della perdita stessa. Particolarmente vantaggioso è il ruolo delle scanalature nei pressi delle zone di giunzione tra due strisce (o piattine) contigue.

Lo stadio (d) del metodo secondo la presente invenzione comprende la saldatura dei bordi delle strisce (o piattine) sagomate e disposte secondo quanto descritto negli stadi (b) e (c). Il metodo di esecuzione della saldatura non è critico e può essere utilizzato uno qualsiasi dei metodi disponibili nella tecnica nota, purchè garantisca l'ottenimento di saldature aventi

resistenza alla corrosione e proprietà meccaniche adeguate alle condizioni di funzionamento dell'apparecchiatura.

La saldatura è preferibilmente effettuata con elettrodi ad arco, o "T.I.G." con bacchette di filo. Vengono saldati i bordi longitudinali sulla superficie del sottostante rivestimento, e tra loro i bordi contigui di ciascuna coppia di strisce. Questi ultimi possono al contempo essere anche saldati al sottostante rivestimento. In tal modo, al di sotto, tra la superficie di ciascuna striscia (o piattina) e la superficie del rivestimento in prossimità della saldatura originale, rimane una zona interstiziale (o meato) atta allo scorrimento di un fluido durante una eventuale perdita.

Secondo la presente invenzione, la saldatura di almeno una parte dei bordi contigui delle strisce viene effettuata in modo che rimanga una apertura al di sotto della saldatura stessa, così da mettere in comunicazione le zone interstiziali (o meati) e le eventuali scanalature esistenti al di sotto delle strisce da ciascun lato della saldatura. Tale apertura, o passaggio, al di sotto della saldatura tra bordi contigui, deve essere a tenuta stagna in ogni suo punto rispetto alla camera interna dell'apparecchiatura, dove si trova il fluido di processo nel normale esercizio.

Secondo la presente invenzione non sono critici l'aspetto e la disposizione di tali aperture di intercomunicazione, purchè in accordo con le suddette necessità e purchè la disposizione sia tale che le aperture, nel loro insieme, permettano, in caso di perdita dalle saldature dei bordi delle strisce, lo scorrimento del fluido di processo da un qualsiasi punto delle suddette zone interstiziali (o meati), fino ad almeno uno sbocco di un foro-spia. Non è comunque necessario che tutti gli spazi (o zone) interstiziali siano comunicanti tra loro, essendo sufficiente che la comunicazione avvenga, direttamente o indirettamente attraverso una sequenza di aperture e zone interstiziali, con almeno uno sbocco di un foro-spia. Preferibilmente, secondo la presente invenzione, solo dal 50 all'80 % delle saldature tra bordi

contigui comprende, una apertura di intercomunicazione sottostante.

Secondo il modo in cui sono state disposte le strisce ed i bordi contigui negli stadi (b) o (c), possono essere diverse le soluzioni adottate nella pratica realizzazione dell'invenzione.

Ad esempio, se i bordi contigui di due strisce sono stati parzialmente sovrapposti tra loro (come rappresentato schematicamente nelle successive figure 4 e 6), è normalmente sufficiente saldare al sottostante rivestimento e tra di loro tutti i bordi esterni delle strisce stesse. Il bordo della striscia sottostante, nella zona di sovrapposizione, rimane all'interno e non viene quindi saldato, evitando che localmente il deposito di saldatura possa occludere l'interstizio (o la scanalatura) e assicurando così il permanere di una apertura di intercomunicazione.

Secondo un'altra forma di attuazione, negli stadi (b) e/o (c) (come menzionato in precedenza), sotto la zona di giunzione tra due strisce contigue, preferibilmente in un incavo appositamente preparato nella saldatura e/o nel rivestimento originali, viene posta una piastra o piattina dello stesso materiale delle strisce, ed i bordi contigui di queste ultime sono sovrapposti ad essa, adiacenti uno all'altro. Una tale disposizione degli elementi corrisponde a quella schematicamente rappresentata nella successiva figura 3. Detta piastra ha larghezza e lunghezza tali da poter essere ricoperta completamente dalle strisce, e spessore normalmente intorno ai 2-4 mm. I bordi delle strisce vengono quindi saldati a tenuta tra loro (ove contigui) e al rivestimento sottostante. La piastra al di sotto dei bordi contigui impedisce che un deposito di saldatura possa occludere la sottostante zona interstiziale (o meato o scanalatura).

In una ulteriore forma di attuazione, particolarmente preferita, due bordi contigui sono posti adiacenti uno all'altro e saldati solo in parte, lasciando non saldato almeno un tratto nella zona centrale della giunzione. Tale tratto non saldato, che costituisce una apertura di comunicazione tra gli spazi interstiziali sottostanti ciascuna striscia ai lati della saldatura, ha preferibilmente un lunghezza compresa tra 5 e 30 mm.

Viene effettuata successivamente la copertura di detti tratti non saldati, mediante posa,

sugli stessi, di piastre metalliche, opportunamente sagomate e dello stesso materiale anticorrosivo delle strisce, e successiva saldatura stagna dei bordi di queste sul metallo sottostante. Tale operazione deve essere effettuata in modo da garantire la tenuta stagna della superficie complessivamente esposta ai fluidi di processo nell'apparecchiatura. Le piastre adatte per questa forma di attuazione della presente invenzione hanno dimensioni adeguate alla copertura dell'intera lunghezza dei tratti di interruzione e sono preferibilmente di forma quadrata o rettangolare. Preferibilmente le dimensioni sono comprese tra 20 e 200 mm. Lo spessore delle piastre è preferibilmente compreso tra 4 e 25 mm.

La realizzazione di quest'ultima forma di attuazione del presente metodo permette di ottenere una disposizione degli elementi essenziali corrispondente a quella schematicamente mostrata nelle successive figure 2 e 5.

Non è comunque escluso dalla portata della presente invenzione l'adozione di diverse forme di realizzazione, quali, ad esempio, quelle precedentemente descritte in particolare, nella applicazione del metodo ad una sola apparecchiatura.

Nel caso preferito in cui siano state praticate delle scanalature prima di effettuare la posa e saldatura delle strisce secondo quanto sopra descritto, dette scanalature, passando al di sotto delle saldature tra bordi contigui, costituiscono esse stesse delle eccellenti aperture di comunicazione.

Secondo una particolare forma di attuazione della presente invenzione, gli stadi (a), (b), (c) e (d) possono essere condotti contemporaneamente, nel senso di poter operare indipendentemente secondo ciascuno dei suddetti stadi in zone diverse dell'apparecchiatura. Così, ad esempio, può essere vantaggioso, specialmente in apparecchiature di grandi dimensioni, effettuare la saldatura dei bordi delle strisce secondo lo stadio (d) in una determinata area in cui è già stata predisposta la copertura delle saldature originali del rivestimento e degli sbocchi dei fori-spia, mentre, in una diversa area, si effettuano gli stadi (b)

e (c) di copertura. Tuttavia, in ciascun punto dell'apparecchiatura l'intervento secondo il metodo della presente invenzione viene ovviamente condotto facendo seguire lo stadio (d) agli stadi (a), (b) e (c), e lo stadio (c) allo stadio (a), mentre l'ordine temporale di esecuzione degli stadi (b) e (c) tra loro non è particolarmente critico.

Il metodo secondo la presente invenzione permette di effettuare interventi di messa in sicurezza di apparecchiature esistenti, nuove oppure già in esercizio in un impianto chimico. E' tuttavia compresa nella portata della presente invenzione l'applicazione del suddetto metodo nel corso dell'assemblaggio e costruzione di una nuova apparecchiatura, allo scopo di migliorarne la durevolezza e la sicurezza.

Uno degli aspetti vantaggiosi di tale metodo è la possibilità di dimensionare le strisce o piattine, e di sagomarle opportunamente, in modo che esse vengano introdotte utilizzando come sola apertura il passo d'uomo normalmente esistente in ciascuna apparecchiatura. Ciò può comportare l'utilizzo di piattine di dimensioni anche relativamente piccole, talvolta della lunghezza di poche decine di centimetri, ma non pregiudica il raggiungimento degli standard di sicurezza desiderati in quanto, secondo la presente invenzione, nessuna zona interstiziale prodotta al di sotto di esse dopo la saldatura, per quanto piccola, rimane isolata da almeno un foro-spia. Al termine dell'intervento secondo il presente metodo, viene così garantita la protezione delle saldature originali del rivestimento, e la rilevazione rapida e sicura di una eventuale perdita in corso di esercizio, da un qualsiasi punto delle strisce di copertura e delle saldature su di esse effettuate, e ciò senza alcun bisogno di praticare nuovi fori-spia rispetto a quelli originali, o praticandone, in casi particolari, un numero comunque non significativo rispetto al totale.

Inoltre, il metodo secondo la presente invenzione può essere realizzato, per le stesse ragioni precedenti, senza rimuovere alcuna parte dell'apparecchiatura e senza rimuovere questa dal sito di esercizio. L'applicazione del metodo, e il completamento della nuova disposizione, è

infatti possibile, normalmente, nell'arco di una settimana, e può essere realizzata nel corso di una normale fermata di impianto (detta anche shutdown, secondo l'usuale termine tecnico inglese), per il controllo dello stesso.

Le caratteristiche applicative del metodo della presente invenzione possono essere meglio comprese facendo riferimento ai disegni e schemi riportati nelle figure allegate, in cui:

- ul style="list-style-type: none;">
- figura 1 rappresenta schematicamente una vista in sezione della parete di una convenzionale apparecchiatura a pressione in contatto con fluidi di processo corrosivi, ad esempio un reattore per la sintesi dell'urea;
- figura 2 rappresenta schematicamente una vista frontale di un tratto (lato interno) della sezione longitudinale di una apparecchiatura messa in sicurezza secondo il metodo della presente invenzione;
- figura 3 rappresenta schematicamente un particolare (vista frontale e sezioni longitudinale e trasversale) di un tratto di saldatura del rivestimento, dopo la posa della piattina di copertura secondo la presente invenzione, comprendente un punto di giunzione e saldatura tra due tratti adiacenti di piattina;
- figura 4 rappresenta schematicamente un particolare (vista frontale e sezioni longitudinale e trasversale) analogo a quello di figura 3, in cui il punto di giunzione tra due tratti di piattina è in accordo con una seconda forma di realizzazione della presente invenzione
- figura 5 rappresenta schematicamente un particolare (vista frontale e sezione) di un tratto di saldatura del rivestimento, dopo la realizzazione dell'intervento di messa in sicurezza secondo la presente invenzione, comprendente il punto di derivazione e congiunzione con un foro-spia;
- figura 6 rappresenta schematicamente un particolare (vista frontale e sezione) analogo a quello di figura 5, in cui la derivazione e congiunzione con il foro spia sono in

accordo con una diversa forma di realizzazione della presente invenzione.

Nelle figure, parti corrispondenti sono munite per semplicità di identici caratteri di riferimento. Inoltre i diversi elementi non sono rappresentati in scala tra loro al fine di meglio evidenziare le caratteristiche distintive della presente invenzione. Le diverse figure allegate sono illustrative della presente invenzione, ma non sono in alcun modo limitative della portata della stessa.

Nella sezione rappresentata in figura 1 si possono distinguere il corpo di forza 1, normalmente in comune acciaio al carbonio, ed il rivestimento originale 4 del reattore, in un materiale resistente alla corrosione, che presenta una linea di saldatura 3, sovrapposta ad una piastrina o striscia 7 dello stesso materiale del rivestimento, per evitare che la saldatura stessa sia a diretto contatto con l'acciaio del corpo di forza. A contatto con la superficie sottostante al rivestimento sbocca il foro-spia 2, comprendente un rivestimento interno 8, che comunica con la zona interstiziale creata tra il rivestimento stesso e il corpo di forza, rappresentata dalla linea 5. Una eventuale perdita dalla saldatura 3 segue il percorso 6 indicato dalla linea tratteggiata.

Nella figura 2, si distinguono ancora il corpo di forza 1, il rivestimento originale del reattore 4 e le saldature 3 con le sottostanti piastrine 7. Sono inoltre rappresentate schematicamente le scanalature di comunicazione 9 e 11, rispettivamente praticate sulle saldature del preesistente rivestimento e lungo i percorsi di comunicazione con gli esistenti fori spia 2 prolungati attraverso il rivestimento stesso. Sopra le scanalature sono posate le strisce di copertura 10, saldate a loro volta per i bordi al rivestimento sottostante, ed estese fino a raggiungere i fori-spia. Nei tratti 13 dove due strisce contigue combaciano e sono saldate, si distinguono le piastrine 12 saldate superiormente alle predette strisce, a copertura stagna dei tratti non saldati 17, costituenti le aperture di comunicazione tra le scanalature. Si distingue inoltre la zona di giunzione 20 tra due strisce contigue, completamente saldata e priva di apertura di comunicazione, la quale non era necessaria essendo entrambi i lati della saldatura

già comunicanti con almeno un foro spia.

Nella figura 3, si distinguono la vista frontale (A) e le viste in sezione longitudinale (B) e trasversale (C) rispettivamente lungo le linee Z1 e Z2. Gli elementi corrispondenti a quelli già indicati nella figura 2 hanno lo stesso numero di riferimento. Il particolare della saldatura 13 tra due strisce di copertura 10, tra loro contigue, mostra la scanalatura 9 e la piastra 14 sottostante a detta saldatura 13, la quale è costituita dello stesso materiale del rivestimento o di un materiale diverso purchè resistente alla corrosione e saldabile al rivestimento. La funzione della piastra 14 è di evitare che, al momento di effettuare la saldatura 13, la scanalatura 9 possa essere riempita del deposito di saldatura e la comunicazione tra gli interstizi sottostanti alle due strisce contigue venga interrotta. Per comodità di visione, la piattina 7 sottostante alla saldatura 3 non è mostrata nella vista (A).

Nella figura 4 si distinguono la vista frontale (A) e le viste in sezione longitudinale (B) e trasversale (C) rispettivamente lungo le linee Z3 e Z4. Gli elementi corrispondenti a quelli già indicati nella figura 2 hanno lo stesso numero di riferimento. Il particolare della zona di sovrapposizione 15 tra due strisce di copertura 10' e 10'', tra loro contigue, mostra la sottostante scanalatura 9, che mette in comunicazione gli spazi interstiziali o meati esistenti tra dette strisce e il rivestimento 4. Le saldature intorno alla zona di sovrapposizione rendono stagni gli spazi interstiziali e la scanalatura rispetto ai fluidi di processo. Con tale disposizione, si evita che la saldatura trasversale 16 in particolare, effettuata tra le strisce 10' e 10'' sovrapposte, possa occludere la scanalatura 9. Anche in tal caso, come per la precedente figura 3, la piattina 7 sottostante alla saldatura 3 non è mostrata nella vista (A).

Nella figura 5 sono rappresentate schematicamente una vista frontale (A) e una sezione (B), lungo la linea Z5, di una forma di realizzazione della giunzione tra due striscie contigue perpendicolari, una delle quali è posta a copertura di uno sbocco di un foro-spia. Si distingue in particolare la striscia 10 che copre una scanalatura 9 praticata su una saldatura 3 del

rivestimento 4. In prossimità del foro-spia 2, è praticata, nel rivestimento, la scanalatura 11 che si congiunge con la 9. Sulla scanalatura 11 è sovrapposta la piattina 10'', saldata per i bordi al sottostante rivestimento, e saldata alla striscia 10 lungo il tratto di congiunzione 13. Nella zona centrale del tratto di congiunzione 13 è lasciato un tratto non saldato 17 per assicurare la comunicazione tra le sottostanti scanalature 9 e 11. Il tratto 17 è a sua volta coperto dalla piastrina 12 i cui bordi sono saldati alle sottostanti strisce 10 e 10'' in modo da assicurare la tenuta stagna verso il fluido di processo.

La figura 6 rappresenta schematicamente una vista frontale (A) e una sezione (B) lungo la linea Z6 di un particolare analogo a quello della precedente figura 5, ma in cui la realizzazione del passaggio di comunicazione tra scanalature e spazi interstiziali è realizzata in una forma diversa, per alcuni aspetti analoga alla soluzione descritta nella precedente figura 4, la quale è comunque compresa nella portata della presente invenzione. In particolare si distingue la striscia 10 che copre una scanalatura 9 praticata su una saldatura 3 del rivestimento 4. In prossimità del foro-spia 2, è praticata, nel rivestimento, la scanalatura 11 che si congiunge con la 9. Sulla scanalatura 11 è sovrapposta la piattina 10'', saldata per i bordi al sottostante rivestimento, e sovrapposta alla striscia 10 a partire dal tratto di congiunzione 13. Il particolare della zona di sovrapposizione 18 tra le due strisce di copertura 10 e 10'', mostra che la sottostante scanalatura 11 non è mai in contatto con saldature, particolarmente con la saldatura 19, in modo che venga evitata ogni sua possibile occlusione nel corso della realizzazione delle saldature stesse, che sono necessarie per assicurare la tenuta stagna del sistema verso il fluido di processo.

Forma un ulteriore oggetto della presente invenzione una apparecchiatura a pressione con migliorato livello di sicurezza, ottenibile mediante il metodo precedentemente descritto, comprendente una camera interna atta a contenere un fluido di processo, delimitata da un corpo di forza dotato di fori-spia, costituito da un materiale soggetto a corrosione per contatto

con detto fluido di processo in corso di esercizio, rivestito, all'interno, con un rivestimento anticorrosivo formato da più elementi uniti tra loro mediante saldature, in cui, in detta apparecchiatura, almeno una parte di detti fori-spia è prolungata attraverso detto rivestimento fino a sboccare in detta camera interna, e in cui dette saldature del rivestimento e detti sbocchi di fori-spia sono completamente coperti mediante strisce (o piattine) contigue una all'altra, dello stesso materiale di detto rivestimento o altro materiale resistente alla corrosione ad esso saldabile, le quali sono saldate a tenuta per i bordi a detto rivestimento e tra loro in modo da evitare il contatto di dette saldature del rivestimento e di detti sbocchi con il fluido di processo nel normale corso di esercizio, e formano, nell'area ad esse sottostante, delle zone interstiziali (o meati) stagni rispetto a detta camera interna, caratterizzata dal fatto che la disposizione e le saldature tra i bordi di almeno una parte delle strisce tra loro contigue, vengono realizzate in modo che, sottostante a ciascuna di tali saldature tra bordi contigui, sia lasciata una apertura tra dette zone interstiziali (o meati) esistenti su ciascun lato di detta saldatura, dette aperture essendo stagne rispetto alla camera interna e in numero e disposizione tali da mettere in comunicazione ogni zona interstiziale (o meato), o loro parte, con almeno uno di detti sbocchi dei fori-spia.

Forme particolari di attuazione della suddetta apparecchiatura, non limitative della portata complessiva della presente invenzione, comprendono le particolari disposizioni di elementi schematicamente riportati nelle figure da 2 a 6 precedentemente descritte.

Avendo così descritto la presente invenzione nelle sue linee generali e particolari, si riporta nel seguito un esempio pratico di applicazione della stessa, senza che ciò possa essere considerato in alcun modo limitativo della portata dell'invenzione stessa.

ESEMPIO

E' stato effettuato un intervento secondo il metodo della presente invenzione, per l'isolamento dal fluido di processo e la messa in sicurezza delle saldature del rivestimento di un

reattore di un impianto per la produzione di 400 tonn/giorno di urea.

Tale reattore operava a 160 bar e 190 °C, con una miscela di reazione comprendente, a regime, NH_3 , CO_2 , urea, acqua e aria come agente passivante. Il reattore comprendeva essenzialmente un Vessel verticale costituito da un corpo di forza cilindrico a parete unica (ricotto, con spessore di circa 65 mm), avente diametro interno di 1,4 m e lunghezza 24 m, dotato di due calotte emisferiche forgiate, all'incirca dello stesso spessore, poste alle estremità superiore ed inferiore. Sull'estremità superiore si trovava un passo d'uomo, circolare, con un diametro di circa 500 mm. Il rivestimento anticorrosivo interno era in acciaio AISI 316L, grado urea, ed era costituito, nella zona centrale del reattore, da elementi semicilindrici saldati tra loro, aventi dimensioni medie di 2,2 X 5,0 m ed uno spessore di circa 10 mm. In prossimità dei bocchelli, delle calotte e del passo d'uomo, il rivestimento era costituito da elementi di minori dimensioni e con geometria più complessa. Lo sviluppo superficiale della camera interna del reattore era di circa 110 m². Nel corpo di forza erano praticati complessivamente 20 fori-spia, ciascuno del diametro di circa 20 mm, opportunamente distanziati tra loro. La figura 1, precedentemente descritta, rappresenta schematicamente un particolare della disposizione degli elementi costitutivi di detto reattore, nell'intorno di un foro-spia prossimo ad una saldatura del rivestimento anticorrosivo.

Dopo aver saggiato l'integrità del corpo di forza, ed essersi assicurati che le saldature del rivestimento non avessero difetti o perdite, 15 dei fori-spia esistenti sono stati prolungati attraverso il rivestimento fino a sboccare sulla superficie della camera interna, avendo cura di saldare al rivestimento stesso i bordi di ciascun foro così realizzato, per evitare che, in caso di perdita, infiltrazioni del fluido di processo vadano a corrodere l'acciaio del corpo di forza.

Si è quindi proceduto a preparare, mediante molatura da ambo i lati delle saldature del rivestimento, la superficie di appoggio delle strisce (o piattine) di copertura. La stessa operazione è stata compiuta lungo le linee di congiunzione, precedentemente segnate sulla

27

superficie del rivestimento, tra gli sbocchi dei fori-spia e almeno una delle saldature limitrofe.

Sulle saldature, comprese quelle nelle calotte e intorno ai bocchelli e al passo d'uomo, nonché su dette linee di congiunzione fino agli sbocchi dei fori-spia, sono state quindi praticate delle scanalature della profondità di circa 1-1,5 mm, tra loro comunicanti. Queste sono state successivamente coperte con piattine in acciaio 25/22/2 Cr/Ni/Mo, di larghezza intorno ai 100 mm e spessore di 5 mm, adeguatamente preformate e adattate per pressione alla forma del rivestimento esistente. Le piattine di copertura, aventi in gran parte lunghezza compresa tra 1 e 3 m, sono state predisposte una contigua all'altra in modo da coprire completamente tutte le scanalature praticate sulla superficie del rivestimento e gli sbocchi dei fori-spia. Nel fare ciò, i bordi contigui sono stati disposti uno adiacente all'altro a contatto tra loro, ma senza sovrapporli. Si è quindi proceduto alla saldatura stagna (ad arco voltaico) dei bordi delle piattine al rivestimento sottostante e tra loro se contigui, avendo cura, nel corso della saldatura dei bordi contigui tra loro, di lasciare, nella parte centrale, circa in corrispondenza della sottostante scanalatura, un tratto non saldato della lunghezza di circa 20 mm.

Alcuni dei bordi contigui sono stati tuttavia saldati completamente tra loro e al sottostante rivestimento, nei casi in cui non era necessaria alcuna comunicazione tra le scanalature sottostanti in quanto ciascuna già comunicante per suo conto con almeno un foro-spia. Questo modo di procedere, benchè opzionale, permette di dividere la rete delle scanalature praticate nel rivestimento in un numero limitato di zone tra loro isolate (nell'esempio, 4-5 zone), ciascuna in comunicazione con 2-4 fori-spia.

Successivamente, al di sopra di ciascuno di detti tratti non saldati, e a copertura completa dello stesso, è stata posta una piastra nello stesso materiale costituente le piattine, avente forma quadrata e lato di circa 40-50 mm. Lo spessore era ancora di 5 mm. I bordi di ciascuna piastra sono stati quindi saldati, a tenuta stagna, sulle sottostanti piattine contigue.

Al termine dell'intervento, ciascuna delle scanalature sottostanti le piattine di copertura

risultava mediamente comunicante con due o tre fori-spia, senza che fosse stato necessario praticare alcun foro-spia ulteriore, rispetto a quelli già esistenti originariamente nel corpo di forza. L'interno del reattore così modificato (zona centrale) corrisponde allo schema rappresentato in figura 2, in cui si distinguono in particolare le piattine 10 poste sulle scanalature 9 e 11 praticate rispettivamente sulle saldature 3 del rivestimento 4 e sul rivestimento stesso per mettere in comunicazione gli sbocchi dei fori-spia 2. I bordi adiacenti di ciascuna coppia di piattine contigue sono solo parzialmente saldati tra loro lungo i tratti di congiunzione 13, mentre il tratto centrale 17 non è saldato ed è coperto, a tenuta stagna, dalle piastre 12. I bordi 20, di una coppia di piattine contigue, tra loro perpendicolari, sono invece saldati completamente tra loro, senza alcuna comunicazione tra le scanalature sottostanti ciascuna piattina, in quanto queste sono già comunicanti con almeno un foro-spia.

La figura 5 mostra schematicamente un dettaglio significativo dell'aspetto del reattore ottenuto secondo la presente invenzione, nella forma di realizzazione esemplificata, relativo all'assemblaggio dei vari elementi nella zona di comunicazione tra una scanalatura 9 praticata su una saldatura 3 e il foro-spia 2, attraverso la scanalatura 11. Si distinguono in particolare la saldatura parziale delle piattine contigue 10 e 10'', e il tratto di interruzione 17, coperto dalla piastra 12.

Al termine dell'intervento il reattore è stato sottoposto alle usuali verifiche di buon funzionamento. Particolarmente, sono stati effettuati i seguenti test:

- Controllo della saldatura con liquidi penetranti secondo la normativa "ASME VIII, div. 1, appendice 8";
- Prova di tenuta ai gas secondo la normativa "ASME V, articolo 10", condotta con elio;
- Test di tenuta a pressione, effettuato portando la pressione interna del reattore al valore specificato dalle normative di progetto (200 bar).

Tutti i suddetti test hanno dato risultato soddisfacente.

RIVENDICAZIONI

1. In una apparecchiatura a pressione comprendente una camera interna atta a contenere un fluido di processo, delimitata da un corpo di forza dotato di fori-spia, costituito da un materiale soggetto a corrosione per contatto con detto fluido di processo in corso di esercizio, rivestito, all'interno, con un rivestimento anticorrosivo formato da più elementi uniti tra loro mediante saldature, un metodo per evitare il contatto di detto corpo di forza con detto fluido di processo a seguito di una eventuale perdita da dette saldature, e aumentare di conseguenza la sicurezza di detta apparecchiatura a pressione, comprendente i seguenti stadi:
 - a) prolungamento di almeno una parte di detti fori-spia attraverso detto rivestimento fino a sboccare sulla superficie interna dell'apparecchiatura;
 - b) copertura di dette saldature mediante strisce (o piattine) contigue una all'altra, dello stesso materiale di detto rivestimento o altro materiale resistente alla corrosione ad esso saldabile, precedentemente sagomate per realizzare un appoggio ottimale sulla superficie del rivestimento prossima alle saldature;
 - c) posa di ulteriori strisce dello stesso materiale del rivestimento, o altro materiale resistente alla corrosione ad esso saldabile, ciascuna contigua ad almeno una delle suddette strisce di cui allo stadio (b), fino a coprire tutti gli sbocchi di detti fori-spia,
 - d) saldatura stagna dei bordi di ciascuna striscia di cui agli stadi (b) e (c), su detto rivestimento e ai bordi di altre strisce ad essi contigui, per ottenere, tra ciascuna di dette strisce e la sottostante superficie del rivestimento e/o delle sue saldature, una zona interstiziale (o meato) stagna rispetto alla camera interna e atta allo scorrimento del fluido di processo;
- caratterizzato dal fatto che la disposizione e le saldature tra i bordi di almeno una parte

delle strisce tra loro contigue, vengono realizzate in modo che, sottostante a ciascuna di tali saldature tra bordi contigui, sia lasciata una apertura tra dette zone interstiziali (o meati) esistenti su ciascun lato di detta saldatura, dette aperture essendo stagne rispetto alla camera interna e in numero e disposizione tali da mettere in comunicazione ogni zona interstiziale (o meato), o loro parte, con almeno uno di detti sbocchi dei fori-spia.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detta apparecchiatura è compresa in un impianto per la produzione dell'urea.
3. Metodo secondo la rivendicazione 2, in cui detta apparecchiatura è un reattore per la sintesi dell'urea, oppure un condensatore del carbammato, oppure un decompositore del carbammato.
4. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui la pressione di esercizio di detta apparecchiatura è compresa tra 100 e 500 bar.
5. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui detto corpo di forza ha uno spessore compreso tra 20 e 400 mm, ed è in acciaio al carbonio o basso-legato, e detto rivestimento anticorrosivo ha uno spessore compreso tra 2 e 30 mm ed è essenzialmente costituito da un metallo, o lega metallica, scelto tra titanio, zirconio, piombo, vanadio, tantalio, acciaio AISI 316L (grado urea), acciaio INOX 25/22/2 Cr/Ni/Mo o acciai speciali austeno-ferritici.
6. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui detto corpo di forza è di tipo ricotto a parete unica.
7. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui, in detto stadio (a), vengono prolungati fino a sboccare nella camera interna tra il 70 e il 100% dei fori-spia originali.
8. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui, in detti stadi (b) e

(c), dette strisce (o piattine) hanno larghezza da 50 a 300 mm, e spessore compreso tra 2 e 30 mm.

9. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui, precedentemente agli stadi (b) e/o (c), si produce una scanalatura lungo la superficie del rivestimento, o lungo le saldature di questo, nell'area successivamente coperta da dette strisce (o piattine) di copertura.
10. Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui detta scanalatura ha una larghezza compresa tra 5 e 20 mm, e una profondità compresa tra 1 e 5 mm.
11. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui, in detti stadi (b) e (c), i bordi contigui di dette strisce (o piattine) vengono disposti uno sovrapposto all'altro.
12. Metodo secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni da 1 a 10, in cui, in detti stadi (b) e (c), i bordi contigui di dette strisce (piattine) vengono disposti uno adiacente all'altro.
13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui detti bordi contigui adiacenti uno all'altro sono saldati solo in parte, lasciando tra le estremità un tratto non saldato, preferibilmente di lunghezza compresa tra 5 e 30 mm; detto tratto non saldato viene successivamente coperto mediante una piastra dello stesso materiale di dette strisce, o ad esse saldabile; e i bordi di detta piastra vengono quindi saldati a tenuta stagna sul metallo sottostante, in modo da formare, sottostante a detta piastra e ai bordi contigui, una apertura di comunicazione.
14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui le dimensioni di detta piastra sono comprese tra 20 e 200 mm e lo spessore è compreso tra 4 e 25 mm.
15. Apparecchiatura a pressione con migliorato livello di sicurezza e durevolezza, ottenibile mediante il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 14,

comprendente una camera interna atta a contenere un fluido di processo, delimitata da un corpo di forza dotato di fori-spia, costituito da un materiale soggetto a corrosione per contatto con detto fluido di processo in corso di esercizio, rivestito, all'interno, con un rivestimento anticorrosivo formato da più elementi uniti tra loro mediante saldature, in cui, in detta apparecchiatura, almeno una parte di detti fori-spia è prolungata attraverso detto rivestimento fino a sboccare in detta camera interna, e in cui dette saldature del rivestimento e detti sbocchi di fori-spia sono completamente coperti mediante strisce (o piattine) contigue una all'altra, dello stesso materiale di detto rivestimento o altro materiale resistente alla corrosione ad esso saldabile, le quali sono saldate a tenuta per i bordi a detto rivestimento e tra loro in modo da evitare il contatto di dette saldature del rivestimento e di detti sbocchi con il fluido di processo nel normale corso di esercizio, e formano, nell'area ad esse sottostante, delle zone interstiziali (o meati) stagni rispetto a detta camera interna, caratterizzata dal fatto che la disposizione e le saldature tra i bordi di almeno una parte delle strisce tra loro contigue, vengono realizzate in modo che, sottostante a ciascuna di tali saldature tra bordi contigui, sia lasciata una apertura tra dette zone interstiziali (o meati) esistenti su ciascun lato di detta saldatura, dette aperture essendo stagne rispetto alla camera interna e in numero e disposizione tali da mettere in comunicazione ogni zona interstiziale (o meato), o loro parte, con almeno uno di detti sbocchi dei fori-spia.

16. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 15, in cui detto corpo di forza ha uno spessore compreso tra 20 e 400 mm, ed è in acciaio al carbonio o basso-legato, e detto rivestimento anticorrosivo ha uno spessore compreso tra 2 e 30 mm ed è essenzialmente costituito da un metallo, o lega metallica, scelto tra titanio, zirconio, piombo, vanadio, tantalio, acciaio AISI 316L (grado urea), acciaio INOX 25/22/2 Cr/Ni/Mo o acciai speciali austeno-ferritici.

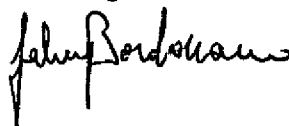
17. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 15 e 16, in cui detto corpo di forza è di tipo ricotto a parete unica.
18. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni da 15 a 17, in cui dette strisce (o piattine) hanno larghezza da 50 a 300 mm, e spessore compreso tra 2 e 30 mm.
19. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni da 15 a 18, in cui è presente una scanalatura lungo la superficie del rivestimento, o lungo le saldature di questo, nell'area sottostante dette strisce (o piattine) di copertura.
20. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni da 15 a 18, in cui i bordi contigui di dette strisce (o piattine) vengono disposti uno adiacente all'altro.
21. Apparecchiatura secondo la precedente rivendicazione 20, in cui detti bordi contigui adiacenti uno all'altro sono saldati solo in parte, lasciando tra le estremità un tratto non saldato, preferibilmente di lunghezza compresa tra 5 e 30 mm; detto tratto non saldato essendo superiormente coperto mediante una piastra dello stesso materiale di dette striscie, o ad esse saldabile, la quale ha i bordi saldati a tenuta stagna sul metallo sottostante, in modo da formare, inferiormente a detta piastra e a detti bordi contigui, una apertura di comunicazione.
22. Apparecchiatura secondo la precedente rivendicazione 21, in cui le dimensioni di detta piastra sono comprese tra 20 e 200 mm e lo spessore è compreso tra 4 e 25 mm.

Milano **21 MAR. 1996**

PC



Il Mandatario Ing. Salvatore Bordonaro



Prof. Babbar

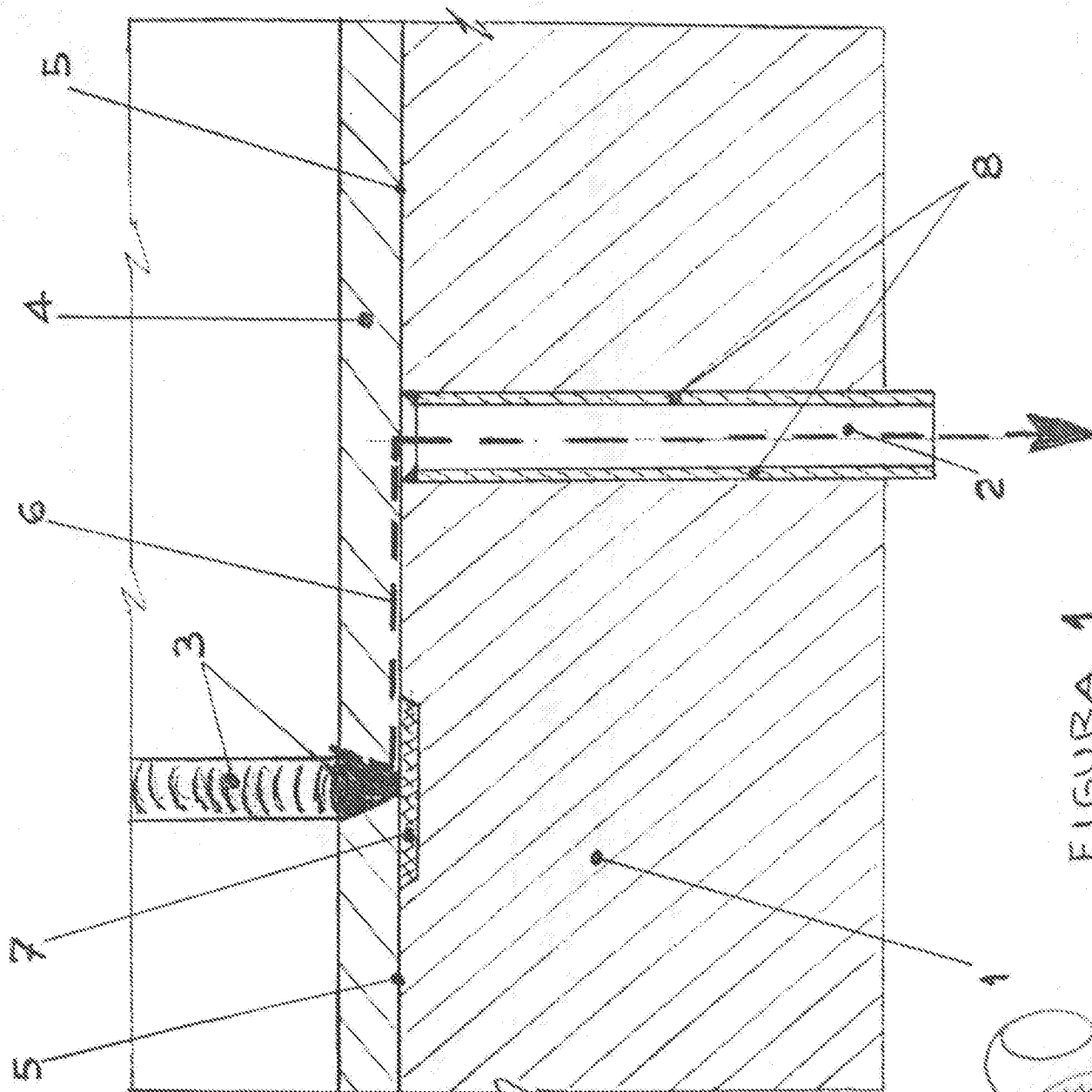
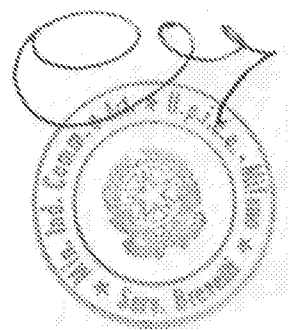
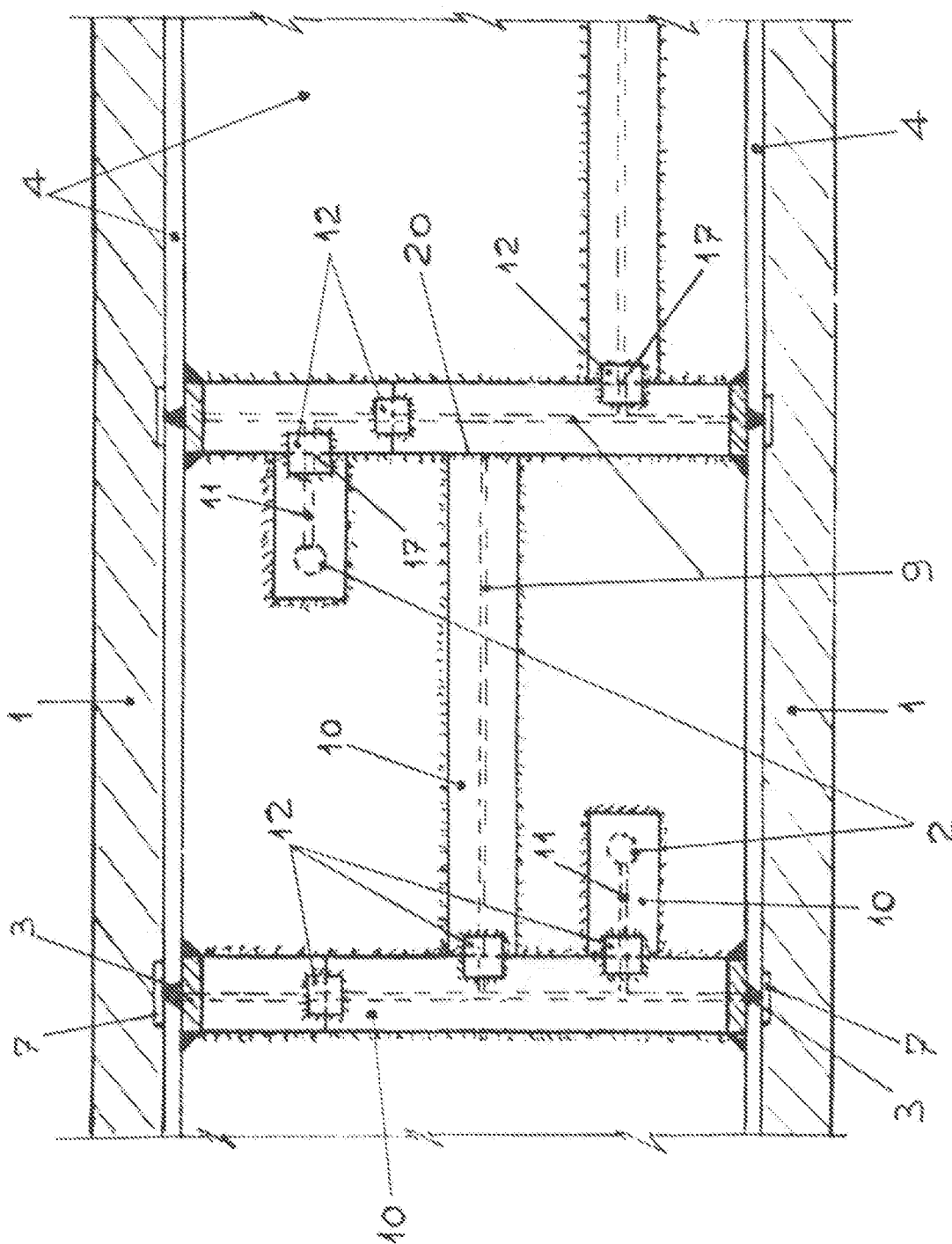


FIGURE 1



MI 96 A 0558

Salvador



MI 96 A 0558

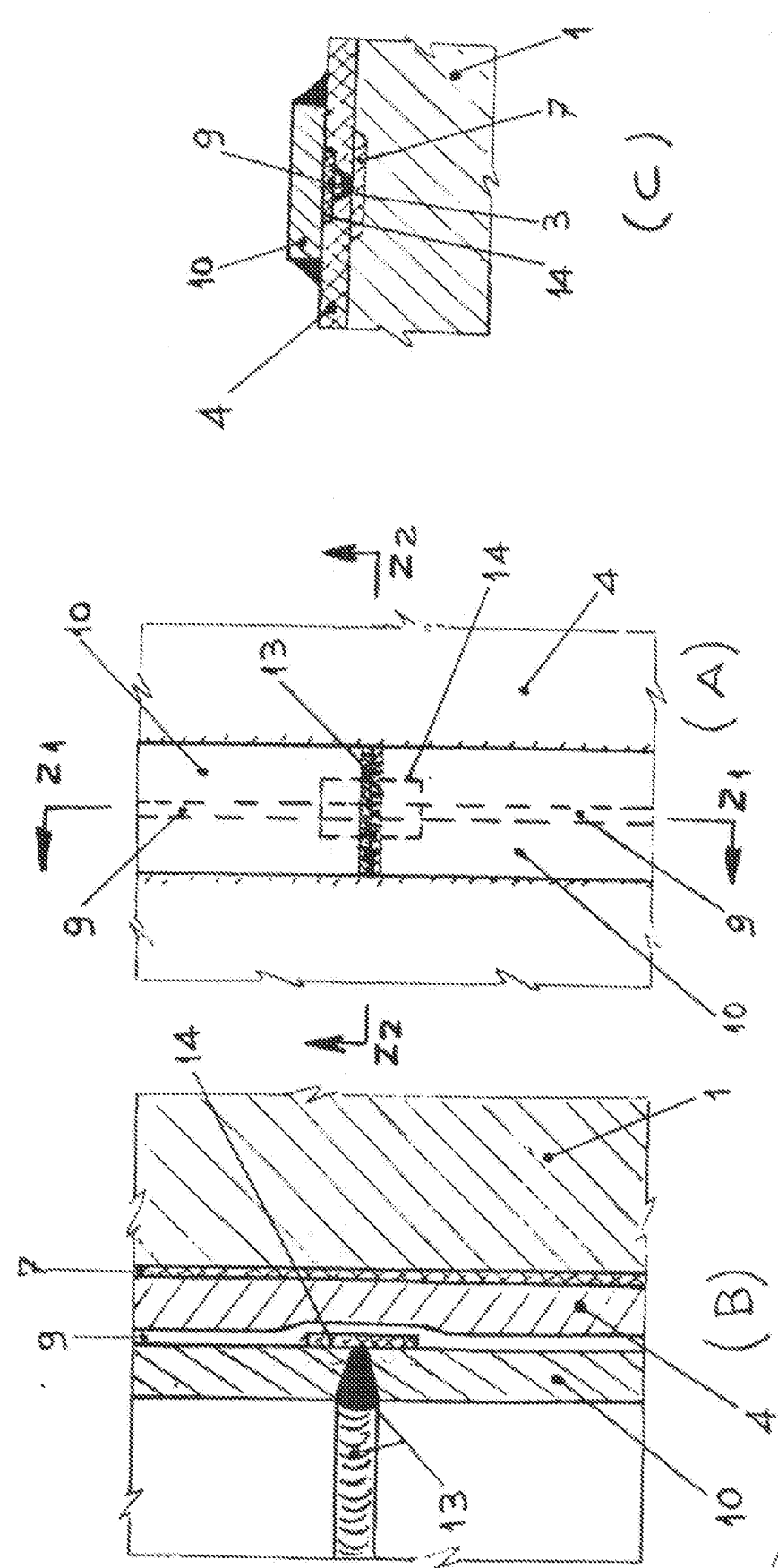
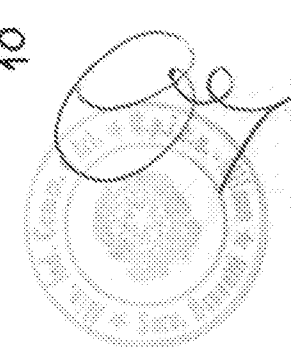


FIGURA 3

Salvador Sánchez



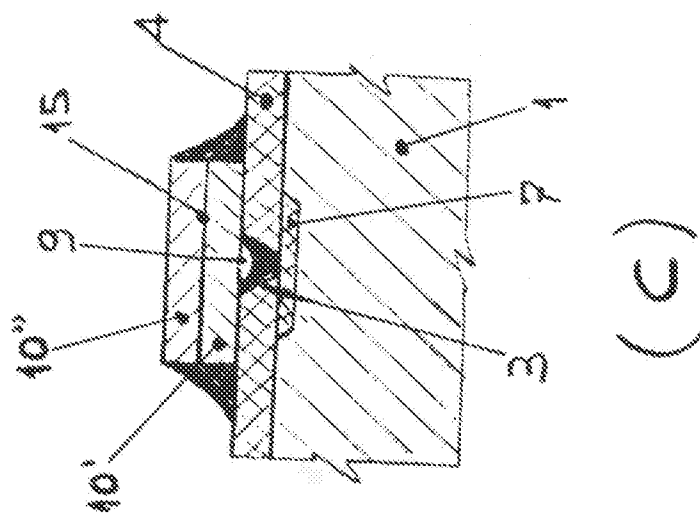
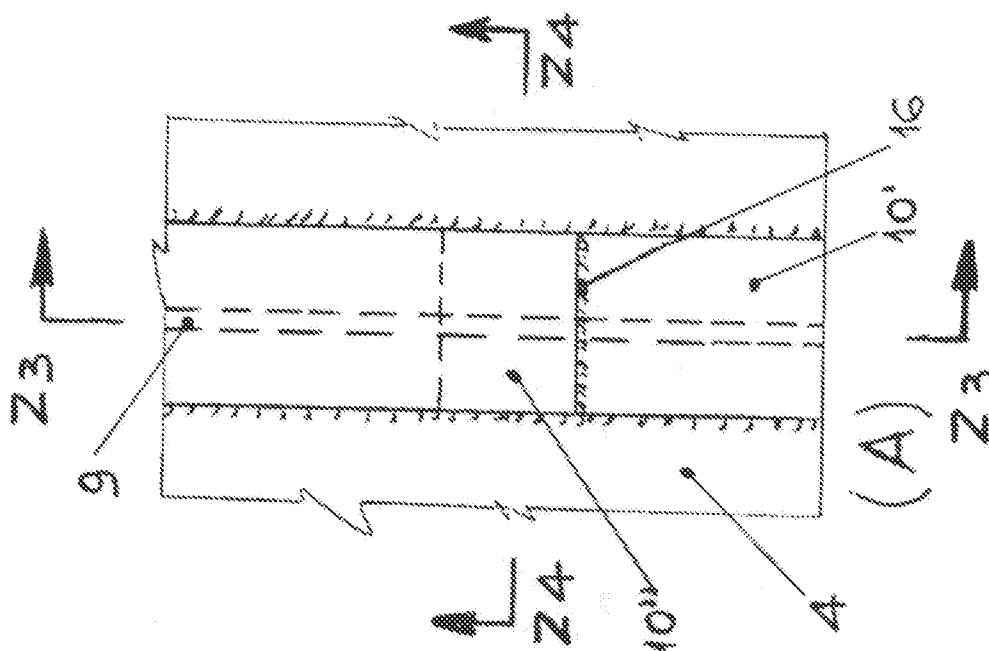
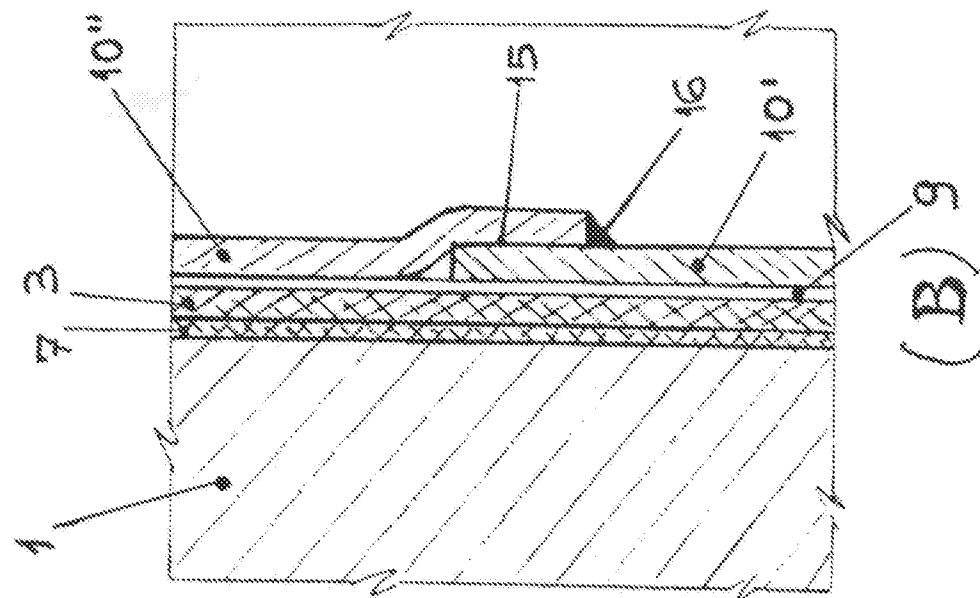
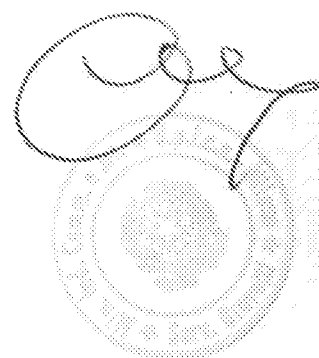


FIGURA 4

Prof. Dr. Sc. Dr. Sc.



Salvatore B. ...

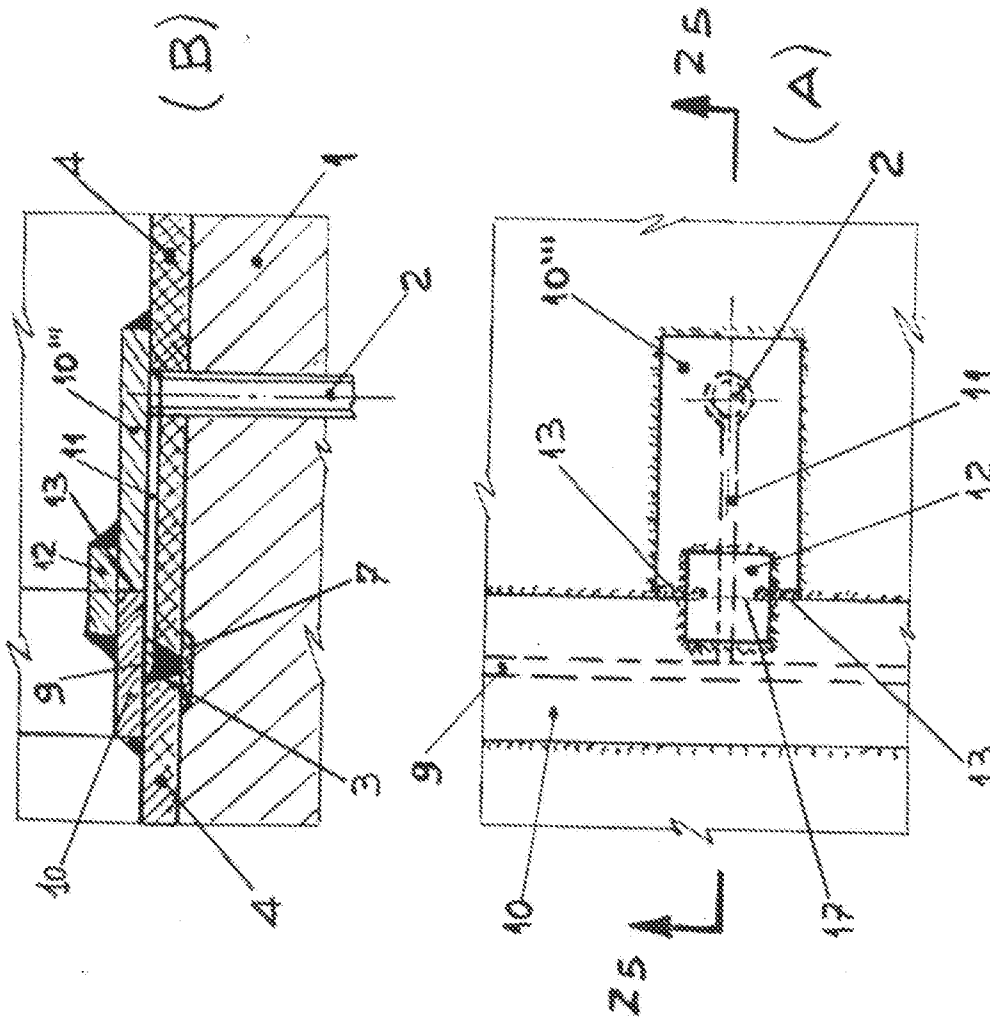
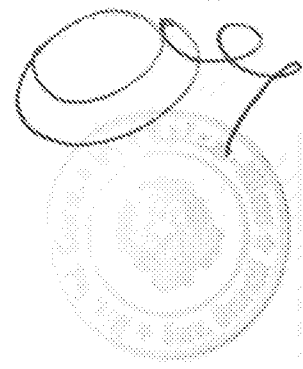


FIGURA 5



John S. Sauer

FIGURA 6

