

SOLUZIONI INNOVATIVE PER I RIVESTIMENTI IN TRIPLO STRATO DI TUBAZIONI INTERRATE

N. Civardi

Nell'ultima decade, abbiamo riscontrato un utilizzo sempre crescente di rivestimenti di tubazioni ad elevate prestazioni, come il polietilene triplo strato (PE); e più recentemente i rivestimenti in polipropilene per applicazioni più specifiche. I rivestimenti vengono applicati in stabilimento secondo condizioni controllate. I giunti, tuttavia, devono essere applicati in campo secondo condizioni meno controllate e comunque fornendo caratteristiche e qualità costanti come garantito dall'impianto di rivestimento in fabbrica.

Le fasce termorestringenti in polietilene sono le più comunemente usate per la protezione dei giunti nelle tubazioni rivestite in polietilene e sono completamente compatibili con il rivestimento stesso, facili da installare, affidabili e con un'estesissima esperienza di utilizzo. Tuttavia, non esiste una soluzione che sia universalmente accettata per quanto riguarda il ripristino di giunti nelle tubazioni rivestite in polipropilene. Questa relazione descrive in sintesi la tecnologia dei rivestimenti in polipropilene dei giunti. I prodotti descritti sono stati testati ed impiegati con successo in diversi progetti da rinomati ingegneri e società.

PAROLE CHIAVE: rivestimenti, tecnologie

INTRODUZIONE

Le tubazioni in acciaio interrato e le applicazioni off-shore sono esposte a condizioni sempre più gravose dal punto di vista della corrosione.

Un esempio è il progetto Bluestream nel Mar Nero. L'ambiente sottomarino di questo progetto richiedeva dei rivestimenti con elevatissime caratteristiche di resistenza alla corrosione, alla temperatura e meccaniche. I rivestimenti in polietilene triplo strato sono stati tradizionalmente impiegati per tali applicazioni, ma in particolare sono stati maggiormente utilizzati negli ultimi anni per far fronte a condizioni sempre più rigide e specifiche. Il giunto saldato viene solitamente rivestito in condizioni meno controllate e spesso poco favorevoli. Possiamo inoltre dire che in genere, il giunto costituirà il punto più debole della tubazione. Per garantire una buona qualità del rivestimento del giunto è necessario utilizzare un buon prodotto per il rivestimento come anche un metodo affidabile e ripetibile che possa far fronte a condizioni diverse.

SISTEMI DI GIUNTI ATTUALMENTE DISPONIBILI

I rivestimenti di giunti tradizionali che sono stati utilizzati per condotte in polipropilene comprendono quanto segue:

1. Polipropilene applicato con metodo flame-spray. Con questo metodo, viene utilizzata una speciale pistola per spruzzare il polipropilene e il copolimero al fine di rivestire il primer FBE. Se da un lato si tratta di una tecnica conveniente per superfici irregolari come valvole ed accessori, si nota una scarsa adesione se le polveri non sono completamente attivate e, a causa delle attrezzature richieste, il metodo è anche costoso ed impraticabile per piccoli progetti.
2. Rivestimento in polipropilene sinterizzato a due strati di FBE. Questo metodo implica l'utilizzo di una polvere di polipropilene sopra ad un primer FBE da applicarsi su un giunto preriscaldato. La riuscita del processo di sinterizzazione si basa principalmente sul riscaldamento della tubazione che quindi è limitata a circa 1,5 mm di spessore. Può presentarsi il rischio di scarsa adesione se la superficie non viene sufficientemente riscaldata.
3. Foglio in polipropilene coestruso applicato sopra l'adesivo sinterizzato e sopra gli strati di polvere di FBE è il metodo ad oggi più utilizzato. A seguito dell'induzione termica le polveri adesive di FBE e polipropilene si

N. Civardi

Tesi S.R.L., Via Piave 20/11,
20080 Vermezzo MI

sinterizzano sulla superficie mediante l'applicazione a spruzzo. Successivamente il foglio di polipropilene viene avvolto attorno al giunto che si sta preriscaldando e viene pressato con un rullo. Solitamente, vengono applicati diversi fogli sottili per creare un certo spessore. La riuscita del processo richiede temperature di 240°C, che possono facilmente danneggiare o distaccare il rivestimento del tubo. Potrebbe inoltre verificarsi che non venga raggiunta una temperatura della superficie da rivestire tale da garantire una corretta adesione del foglio di polipropilene, in modo particolare se il rivestimento ha uno spessore superiore ai 2 mm. L'utilizzo di granuli e di fogli non estrusi in campo comporta varianti meglio controllate in fabbrica.

4. Stampaggio ad iniezione di polipropilene. Questo sistema impiega una matrice per l'installazione al di sopra del giunto. Si tratta di un metodo molto costoso e complesso, dove "la fabbrica per lo stampaggio ad iniezione viene portata in campo" per applicare il rivestimento del giunto. L'aspetto economico ne restringe l'impiego a grandi lavori come anche a ben controllate condizioni in sito.
5. Guaine termorestringenti in polietilene con adesivi compatibili con i rivestimenti in polipropilene. Sono adatte per applicazioni non molto specifiche ed esigenti, ma il polietilene non offre le stesse prestazioni dei rivestimenti in polipropilene.

La maggior parte di questi sistemi richiede delle attrezzature ed una manodopera specializzate che aumenta il costo del progetto. Recentemente British Petroleum ha annunciato la necessità di un maggior risparmio di costi nel settore, di conseguenza qualsiasi soluzione deve considerare tale esigenza.

Ciò che è stato omesso riguardo ad una soluzione di giunti in polipropilene sono le guaine termorestringenti in polipropilene, ovvero il metodo di finitura dei rivestimenti triplo strato che ad oggi riscuote più successo essendo anche il più accettato. Le guaine termorestringenti hanno riscontrato un successo della durata di più di trent'anni.

REQUISITI FONDAMENTALI PER IL RIVESTIMENTO DI GIUNTI

I rivestimenti delle tubazioni forniscono una protezione anticorrosiva alla tubazione mantenendo così l'originale integrità dell'acciaio. L'applicazione del rivestimento costituisce una impegnativa operazione in campo dove le condizioni sono soggette a variazioni. Tuttavia, un buon rivestimento in polipropilene deve possedere i seguenti requisiti:

1. Protezione anticorrosiva primaria dell'acciaio, che è fornita dal primer epossidico.
2. Protezione meccanica del giunto misurata in base alla forza d'impatto e alla penetrazione. Questo è garantito dal rivestimento in polipropilene.
3. Formare una barriera agli elementi ambientali come l'acqua, gli agenti chimici ed i gas. L'adesivo fissa il rivestimento al giunto per formare una barriera contro tali elementi.
4. Legame fra il rivestimento applicato in fabbrica ed il rivestimento applicato in campo, non solo che fornisca un sigillo al giunto, ma anche per creare un rivestimento "continuativo" affinché la tubazione sia integra.
5. Fornire prestazioni elevate garantendo una temperatura

di esercizio della tubazione di 110°C o fino a 130°C per alcune condotte rivestite in polipropilene.

6. Raggiungere tutto quanto sopra esposto in termini di costo-effetto senza la necessità di subappaltatori specializzati.

Negli ultimi anni, Canusa ha fornito un sistema brevettato per i rivestimenti di tubazioni in polipropilene. Questo sistema è stato utilizzato con successo in Algeria, Siria, Arabia Saudita, Emirati Arabi ed Oman. Si tratta di una guaina in polietilene completa di strisce di adesivo per fissarla ad un rivestimento in polipropilene ed applicare successivamente uno strato di resina epossidica sulle estremità della guaina per garantire la resistenza alle sollecitazioni. Tale sistema è adatto per le applicazioni meno specifiche ed esigenti.

Continua tuttavia a presentarsi una richiesta dall'industria per un rivestimento in polipropilene termorestringente ottenuto da materiali in polipropilene simili a quelli usati per l'originale rivestimento del tubo.

EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA DELLA TERMORESTRIZIONE IN POLIPROPILENE

Un sistema di guaina termorestringente in polipropilene ha finora eluso le speranze di scienziati ed ingegneri a causa della difficoltà nel reticolare il polipropilene. Le guaine termorestringenti in polietilene sono prodotte tramite irraggiamento reticolando il foglio di polietilene ed allungando successivamente la guaina per renderla termorestringente. Il foglio in polipropilene, tuttavia, si degrada a causa della scissione della catena delle molecole quando è soggetto ad irraggiamento. Allo stesso modo, la reticolazione chimica richiede anche reazioni a radicali liberi, che immancabilmente danneggiano il polipropilene.

Recentemente gli ingegneri di Canusa, una divisione della canadese ShawCor, sono stati in grado di introdurre una struttura reticolata del polipropilene controllando la reazione di scissione a catena adottando un'interna ed esclusiva tecnologia di reticolazione brevettata. Si tratta di una conquista significativa nell'industria plastica. Canusa ha appreso questa tecnologia e l'ha applicata al progetto ed alla produzione delle guaine termorestringenti in polipropilene. Ciò ha inoltre comportato l'impiego di uno speciale adesivo in polipropilene adatto per le applicazioni di fasce termorestringenti come anche di nuove tecniche produttive.

L'obiettivo principale dello sviluppo del sistema di guaine termorestringenti in polipropilene era di ottenere un rivestimento finale che equivaleva o migliorava le caratteristiche e le prestazioni del rivestimento della condotta. Per determinare un parametro per il nuovo sistema sono stati utilizzati i seguenti standard industriali:

1. NFA-49-711 Standard Francese per Tubi in Acciaio - Rivestimento Esterno Triplo strato Basato sulla Applicazione tramite Estrusione del Polipropilene
2. Standard Shell DEP31.40.3031-Gen.
3. Standard Total SP-COR-356
4. Standard DIN 30678.

DESCRIZIONE DEL SISTEMA CON GUAINA IN POLIPROPILENE

La guaina termorestringente in polipropilene è costituita da due componenti:

1. una resina epossidica liquida
 2. una guaina termorestringente in polipropilene rivestita con un adesivo a base di polipropilene

Diversamente dalla polvere FBE, la resina epossidica liquida non richiede temperature dell'acciaio superiori a 240°C, che comportano perdite di tempo, un' intenso dispendio di energia e che potrebbero danneggiare il rivestimento. La resina si polimerizza ad una temperatura inferiore a 150°C e fornisce eccellenti proprietà, compresa un'elevata protezione anticorrosiva con un eccellente distacco catodico a temperature elevate, paragonabili a quelle dell'FBE.

Inoltre, le guaine termorestringenti sono state prefabbricate in foglio o come prodotto tubolare in condizioni di fabbrica controllate, superando così gli inconvenienti dei sistemi attuali che richiedono la mescola delle materie prime sul campo - quindi in ambiente imprevedibile - oppure che necessitano di portare l'intero complesso delle apparecchiature in cantiere. Ciò garantisce una qualità considerevole e prestazioni identiche su tutti i giunti.

Le caratteristiche che definiscono chiaramente la qualità superiore del sistema sono i valori minimi di un'elevata resistenza al distacco di 70 N/cm a 100°C e i valori di resistenza all'abrasione inferiori a 0.4 mm a 110°C.

SVILUPPO NELL'INSTALLAZIONE

La chiave per raggiungere un rivestimento di buona qualità sul giunto non è soltanto di avere un buon sistema, ma anche un metodo di installazione controllato che fornisca buoni risultati, affidabili e continui. Nello sviluppo della tecnica di installazione della guaina termorestringente in polipropilene sono stati considerati quattro parametri chiave:

1. La temperatura del giunto in acciaio deve essere di minimo 180°C per permettere all'adesivo della guaina di fissarsi.
2. La temperatura di superficie del rivestimento del tubo deve essere di almeno 140°C durante il preriscaldamento, e superare in seguito i 160°C durante l'installazione della guaina.
3. Affinché il primer sull'acciaio si polimerizzi sono necessari 140°C.
4. Per una corretta adesione è necessaria una certa pressione sull'adesivo durante l'installazione.

Il raggiungimento della temperatura richiesta avviene mediante l'utilizzo di un coil ad induzione.

Diametro della tubazione: 600 mm

Spessore della parete: 30 mm

Spessore del rivestimento in polipropilene: 5.0 mm

Lunghezza totale del giunto (cutback): 300 mm

Guaina in polipropilene: 450 mm larghezza, 2,6 mm spessore

Perché l'adesione sia perfetta è necessario che l'adesivo venga pressato verso il tubo; la pressione richiesta viene ottenuta dalla forza circonferenziale data dalla termorestrizione della guaina.

Si sono presentati ostacoli non indifferenti durante le fasi iniziali dello sviluppo. Per indurre la superficie del rivestimento in polipropilene ai 140°C richiesti, la temperatura dell'acciaio ha superato i 240°C. A questa temperatura, il rivestimento può distaccarsi dalla tubazione ed essere severamente danneggiato. Anche la resina epossidica può degradarsi. La chiave della riuscita è tuttavia di raggiungere una temperatura di superficie del polipropilene di

140°C mantenendo l'integrità del rivestimento.

Ciò può essere raggiunto mediante l'impiego di bande di conduzione avvolte saldamente al rivestimento di polipropilene adiacente al cutback. Il coil per il riscaldamento ad induzione va a scaldare anche le bande laterali in acciaio nella zona di sovrapposizione con la fascia. In tale configurazione il rivestimento viene riscaldato dall'interno dal tubo in acciaio e dall'esterno dalle bande di conduzione. Un beneficio ulteriore delle bande di conduzione è che agiscono modellandosi attorno al rivestimento, evitando l'esfoliazione, il formarsi di bolle e qualsiasi danno causato dall'eccessivo riscaldamento. Esiste una pratica di brevetto in corso per tale tecnologia di riscaldamento.

Durante gli esperimenti condotti sulle tubazioni aventi uno spessore del rivestimento inferiore ai 2,5 mm, si è potuto notare che quando la temperatura dell'acciaio raggiungeva i 200°C, il calore poteva essere condotto attraverso i 2,5 mm di rivestimento e la temperatura della superficie raggiungeva l'obiettivo desiderato senza l'ausilio delle bande di conduzione. Con questo metodo, tuttavia, l'utilizzo di fasce flessibili di silicone avvolte nel rivestimento evita il distaccamento e l'esfoliazione del rivestimento durante il preriscaldamento dell'acciaio. Esiste una pratica di brevetto in corso anche per questa tecnologia.

PROCEDURA DI INSTALLAZIONE DELLA GUAINA

Viene qui di seguito descritta la procedura di installazione, sviluppata ed utilizzata con successo in diversi progetti:

1. Il giunto viene sabbiato secondo gli standard SIS Sa 2? o equivalente.
2. Successivamente alla pulizia della superficie del rivestimento, le bande di conduzione vengono avvolte attorno al rivestimento.
3. Dopo essersi assicurati che il giunto sia privo di umidità grazie al calore applicato prima della sabbiatura, viene applicata la resina epossidica utilizzando degli appositi tamponi.
4. Il giunto viene riscaldato con il forno ad induzione così da raggiungere il corretto preriscaldamento.
5. Il coil e le bande di conduzione vengono rimosse e la guaina termorestringente viene sistemata al centro del giunto con una sovrapposizione sul giunto di circa 75 mm.
6. La guaina si termorestringe con una comune torcia al propano.

L'installazione è semplice e assolutamente ripetibile per ottenere caratteristiche costanti.

La fase critica consiste nel raggiungere il preriscaldamento richiesto sull'acciaio e sul rivestimento e ciò viene facilmente conseguito calcolando il tempo di riscaldamento del coil ad induzione precedentemente calibrato. Il secondo punto critico riguarda il calore applicato per termorestringere la guaina.

RIEPILOGO

L'innovazione tecnologica riguardante la capacità di reticolare il polipropilene senza nessun effetto avverso ha consentito lo sviluppo del sistema di termorestrizione della guaina in polipropilene. Il sistema sviluppato impiega gli stessi materiali usati comunemente per i rivestimenti applicati in fabbrica sia per il rivestimento in polipropilene che per l'adesivo. Il rivestimento in polipropilene e

L'adesivo sono prefabbricati in produzione per garantire la qualità di applicazione in sito, dove le variabili non possono essere prontamente controllate. L'impiego del forno ad induzione e delle esclusive bande di conduzione del calore garantiscono inoltre costanti parametri di installazione e di qualità. Il risultato è un rivestimento in campo del giunto che risulta economico, e fornisce prestazioni simili all'originale rivestimento triplo strato. Questa soluzione offre inoltre sensibili risparmi economici poiché non richiede apparecchiature specializzate e procedure di installazione complesse. Appaltatori addestrati possono facilmente applicare il sistema ottenendo gli standard di qualità richiesti dalla committente. Considerati i molteplici vantaggi in confronto ai sistemi tradizionali, la guaina termorestringente a base polipropilenica viene già impiegata in svariati progetti in tutto il mondo.

BIBLIOGRAFIA

- 1] BERTI E. e CULZONI F., Rivestimento di giunti per tubazioni in acciaio rivestite in poliolefina triplo strato, 13° Conferenza Internazionale sulla Protezione delle condotte, (29 settembre 1999).
- 2] MOOSAVI, A.N., Progressi sul rivestimento di giunti per tubazioni interrato, Prestazioni dei materiali, (Agosto 2000).
- 3] HAIMBL, J.G., GEISER, J., Rivestimenti in polietilene in Europa, uno sguardo su 30 anni di esperienza, Conferenza sulla prevenzione della corrosione delle tubazioni, (31 ottobre 1995)
- 4] NOZAHIC, D., LEIDEN, L., BRESSER, R., Ultimi sviluppi nei sistemi di rivestimento in polietilene triplo componente per gasdotti, NACE (2000).

ABSTRACT

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR TRIPLE LAYER COATINGS OF UNDERGROUND PIPES

Keywords: PE coatings, pipes, polyethylene thermoshrinking bands

In the last decade, there has been an increase in the use of coatings for high performance pipes, as for example three-layer polyethylene (PE), and more recently Polypropylene coatings for specific applications. This coatings are usually applied in the factory under controlled conditions. On the other hand, cou-

plings must be applied in field under less controlled conditions nevertheless while assuring constants characteristics and quality as guaranteed by the coating facility in the factory.

Polyethylene thermoshrinking bands are the most commonly used in the protection of couplings of polyethylene coated pipes. These bands are fully compatible with the same coating, they are easy to install, they are reliable and they have been extensively used. However, there is no universally accepted solution as regards the restoration of couplings in polypropylene coated pipes.

This report describes in synthesis the technology of polypropylene coating of couplings. The products herein described were tested and successfully used in several projects by renowned engineers and companies.