



Bild 1: Strahlreinigung
Fig. 1: Blast cleaning

Hochleistungsbeschichtung für den Rohrleitungseinbau im Spülbohrverfahren

High performance coating for pipelines laid by Horizontal Directional Drilling

Von Thomas Rehberg und Michael Schad

In den letzten Jahren hat es einen verstärkten Trend zum Einsatz grabenloser Verlegetechniken, wie z. B. der Rohrpressung, des Mikrotunnelings oder des Spülbohrverfahrens (HDD), beim Einbau von Rohrleitungen gegeben. Die Anforderungen an Nachumhüllungssysteme sind hier besonders hoch. Dieser Artikel präsentiert eine neue Herangehensweise für die Umhüllung der Schweißnaht von Stahlrohrleitungen mit reaktiven Polyurethanharzen.

Im Fall der grabenlosen Rohrverlegung werden die Beschichtungsmaterialien von Rohr und Schweißnaht enormen Abreiß- und Zug-

scherkräften ausgesetzt. Deshalb sind die Rohrsegmente mit hochwertigen dreilagigen Polyethylen- oder Polypropylen-Werksbe-

schichtungen ausgestattet. Die Bandbreite gleichwertiger Nachumhüllungen, die diesen hohen mechanischen Belastungen widerstehen und dabei eine herausragende Flexibilität aufweisen, ist begrenzt.

Diese Anforderungen können nur durch zwei-komponentige, duroplastische Beschichtungssysteme auf Polyurethan- oder Epoxidbasis erfüllt werden. Beide Systeme gleichen sich darin, dass ihre Struktur durch Vermischung der beiden Komponenten und anschließende Aushärtung auf der Oberfläche erfolgt. So entstehen Nachumhüllungen, die im Einklang mit der Werksumhüllung eine extrem harte



Bild 2: Montage der Abstandshalter beidseitig der Schweißnaht
Fig. 2: Spacers mounted on each side of the weld bead



Bild 3: Fertig angebrachte Schalung
Fig. 3: Assembled casing sheet



Bild 4: Befüllen der Schalung
Fig. 4: Filling of the casing sheet



Bild 5: Befüllen oberhalb der Fließfront
Fig. 5: Discharging ahead of the flow front

und flexible Beschichtung bilden und die durch eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit gegen Abreiß- und Zugscherkräfte charakterisiert ist.

Die Anwendung dieser Nachumhüllungssysteme hat sich jedoch unter Baustellenbedingungen als sehr problematisch erwiesen. Mehrere Lagen müssen unter oft häufig schwierigen Umständen vor Ort aufgebracht werden, wobei die Gefahr von Verarbeitungsfehlern steigt und nur einige wenige Spezialfirmen als Ausführende für diese Art von Umhüllungen in Frage kommen.

Nachumhüllungssystem für Spülbohrungseinsätze

Das neue System DENSOLID® HDD ist speziell auf die Anforderungen von Spülbohrungen abgestimmt. Dieses Umhüllungssystem basiert auf einer zweikomponentigen Polyurethanformulierung, die sehr einfach und sicher anzuwenden ist, indem das Material in eine transparente Schalung injiziert wird. Verarbeitungsfehler wie Mischungsfehler der beiden Komponenten A und B sind damit weitgehend ausgeschlossen. DENSOLID® HDD wird in einem nur einstufigen Prozess für den vollständigen Schutz der Schweißnaht appliziert.

Tab. 1: Eigenschaften von DENSOLID® HDD

Table 1: Properties of DENSOLID® HDD

Eigenschaft		Einheit	Typischer Wert	Norm
Schichtdicke		mm	≥ 1,5	ISO 2808
Belastungsklasse		-	Klasse B, Typ 3	DIN EN 10290
Dauerbetriebstemperatur		°C	-20 bis +80	DIN EN 10290
Porenfreiheit bei 8kV/mm (max. 20 kV)		-	erfüllt	DIN EN 10290
Elektrische Durchschlagfestigkeit		kV / mm	25	DIN 30671
Schlagbeständigkeit	23 °C	J/mm	≥ 4,5	DIN EN 10290
	-5 °C		≥ 3,2	
Eindruckwiderstand	23 °C	mm	0,1	DIN EN 10290
	80 °C	%	23	
Biegebarkeit	23 °C	-	erfüllt	DIN EN 10290
	0 °C		erfüllt	
Reißdehnung		%	13	DIN EN 10290
Umhüllungswiderstand	23 °C, 100 Tage	Ω · m ²	4,0 · 10 ⁹	DIN EN 10290
	80 °C, 30 Tage		1,5 · 10 ⁶	DIN 30671
	70 °C, 30 Tage		2,0 · 10 ⁶	
Haftfestigkeit (X-Schnitt)	23 °C	mm	< 1 mm (Bew.-Stufe 1)	DIN EN 10290
	80 °C		< 1 mm (Bew.-Stufe 1)	
nach H ₂ O-Lagerung (80 °C, 100 h)		≤ 1 mm (Bew.-Stufe 1)		
Abzug-Haftfestigkeit	23 °C	N / mm ²	18	EN 24624
	80 °C		3	
Zugscherfestigkeit	auf Stahl	N / cm ²	> 400	DIN EN 12068
	auf PE		50	
Haftfestigkeit nach Wärmealterung	100 °C, 100 Tage	N / mm ²	18	DIN EN 10290
Kathodische Unterwanderung	23°C, 30 Tage	mm	2,0	DIN EN 10290
	60°C, 2 Tage		< 0,5	
Härte Shore D	5°C	-	75	ISO 868
	20°C		73	
	40°C		59	
	70°C		36	
Dichte		g/cm ³	ca. 1,3	-

Das System erfüllt als ausgehärtete Beschichtung die Anforderungen nach EN 12090 (Klasse B, Typ 3) für hohe mechanische und korrosive Belastungen und Dauerbetriebstemperaturen von -20 bis 80 °C.

Durch die Applikation in einer 2-Kammer-Kartusche werden Mischungsfehler und der Einschluss von Luft vermieden.

Während der Aushärtung von Beschichtungsmaterialien müssen diese vor Verunreinigungen, Wasser und Feuchtigkeit geschützt werden. Diese Forderungen der Härtingsphase werden durch das Aushärten in der Schalung, in die das zweikomponentige Polyurethansystem injiziert wird, erfüllt.

Die Schalung wird entfernt, sobald die Beschichtung klebfrei ist, was bei 20 °C Umgebungstemperatur nach ca. 2½ Stunden der Fall ist.

Die durchschnittliche Applikationszeit beträgt rund 30 Minuten pro Schweißnaht, wobei diese Angabe je nach Rohrdurchmesser gering nach oben oder unten variiert. Dies resultiert in einen maximalen Bedarf von nur fünf Schalungen, die mindestens dreimal wiederbenutzt werden können.

Das Volumen der 2-Kammer-Kartusche ist auf 400 ml begrenzt. Zurzeit wird eine neue maschinelle Austrageinheit entwickelt, um die Materialkosten und den Verpackungsumfang auf der Baustelle zu minimieren.

Durch das Einfüllen der Polyurethanmischung in ein transparentes Schalungssystem kann der Verarbeiter das gleichmäßige Verfüllen der Schalung sehr gut beobachten. Dadurch wird auch in Problembereichen wie der Schweißnaht eine gleichmäßige und glatte Oberfläche in der erforderlichen Schichtdicke erzielt.

Verarbeitung von DENSOLID® HDD

Eine nachhaltige Applikation von DENSOLID® HDD erfordert eine gründliche Untergrundvorbereitung. Die zu beschichtenden Oberflächen müssen sauber, trocken und

frei von Staub und Fett sein. Übergänge zur Werksumhüllung müssen in einem Winkel von mindestens 30° angefast sein. Danach muss die Stahloberfläche durch Strahlreinigung (**Bild 1**) eine Oberflächenreinheit von mindestens Sa 2 (nach ISO 8501-1) aufweisen, und die angrenzende Werksumhüllung muss leicht angestrahlt werden.

Nach Entfernen des Staubs von der Oberfläche werden zwei Abstandshalter (z. B. Kunststoffbänder) montiert (**Bild 2**). Der Abstand zwischen den Bändern und der Stahloberfläche muss mindestens 50 mm betragen. Die Höhe der Kunststoffbandumwicklung stellt dabei eine Überhöhung der Schweißnaht von mindestens 2,5 mm sicher.

Auf den Abstandshaltern wird anschließend die Schalung mit Spannbändern fixiert (**Bild 3**). Die Schalung ermöglicht die Verfüllung des Schweißnahtbereichs in einer einstufigen Applikation mit DENSOLID® HDD.

Ein durch die Schalung mit einem Akkuschauber gebohrtes Loch ermöglicht das Einführen des statischen Mischers der DENSOMIX 400 Austrageinheit. Die transparente Schalung stellt eine gleichmäßige Befüllung sicher. Die Befüllung der Schalung erfolgt aus der 6-Uhr-Position um das Entweichen der Luft innerhalb der Schalung sicherzustellen (**Bild 4**).

Während des Wechsels der Kartuschen verhindert ein Klebepad das Auslaufen von DENSOLID® HDD aus der Schalung. Nach Verfüllung einer Kartusche wird ein neues Loch oberhalb der Fließfront der flüssigen Polyurethanmasse gebohrt. Die neue Kartusche wird durch dieses Bohrloch injiziert (**Bild 5**).

Dieses Vorgehen ermöglicht es dem Verarbeiter, nur die für seine Anwendung erforderliche Materialmenge zu applizieren. Verwurfmaterial wird somit reduziert und Verarbeitungsfehler durch falsche Mischungsverhältnisse sind ausgeschlossen. Nach wenigen Minuten ist der Schweißnahtbereich verfüllt und die nächste Schweißnaht kann bearbeitet werden.

Nach rund 2.5 Stunden bei 20 °C können die Schalung und die Abstandshalter entfernt werden. Stufen im Übergang der Werksum-

hüllung zu DENSOLID® HDD werden nach 12 Stunden Aushärtung angefast, um einen optimalen Schutz des Schweißnahtbereichs sicherzustellen.

Eigenschaften von DENSOLID® HDD

DENSOLID® HDD ist eine Polyurethanformulierung für den Korrosionsschutz als Nachumhüllung für Schweißnahtbereiche von Rohrleitungen, die im Spülbohrverfahren verlegt werden. Dazu muss das Material die Anforderungen nach EN 10290 erfüllen. Die außergewöhnlichen Materialeigenschaften sind in **Tabelle 1** dargestellt.

Fazit

DENSOLID® HDD ermöglicht einen Korrosionsschutz, der die hohen Anforderungen (außergewöhnliche Scher-, Abrasions- und Haftungsbelastungen) an Werkstoffe im Spülbohrverfahren erfüllt. Die anwenderfreundliche und einfache Verarbeitung ermöglicht es dem Verarbeitungspersonal vor Ort, ihren Aufgabenbereich in sicherer und schneller Weise durchzuführen. Auf diese Weise werden die Verarbeitungsprozesse erleichtert und gleichzeitig mögliche Fehlfunktionen reduziert.

Autoren:

Thomas Rehberg

Product Manager DENSO GmbH,
Leverkusen (Germany)

E-Mail: rehberg@denso.de



Michael Schad

Key Account Manager DENSO
GmbH,
Leverkusen (Germany)

E-Mail: schad@denso.de

