



Preparazione della miscela di Klozur® CR e linee guida applicative

Klozur® CR è una formulazione derivante dall'unione dei prodotti Klozur® SP e PermeOx® Ultra e, una volta applicato in falda, fornisce una strategia di bonifica che combina l'azione ISCO del persolfato attivato con il biorisanamento aerobico potenziato. Klozur CR è un prodotto unico auto-attivante, che non necessita dell'aggiunta di ulteriori reagenti chimici.

Klozur CR viene generalmente iniettato in pressione sotto forma di miscela liquida, ma può essere applicato anche come ammendante in scavi, trincee oppure direttamente mescolato con il materiale di riempimento. Questo documento fornisce indicazioni per la preparazione e l'applicazione della miscela tramite iniezione diretta; vengono, inoltre, riportati consigli generali sull'applicazione del prodotto con i materiali di riempimento.

Preparazione della Miscela

Klozur CR non è completamente solubile in acqua e, durante la preparazione, forma una miscela fluida che deve essere mescolata fino a portare l'intero prodotto in soluzione. La miscelazione deve avvenire in vasche costruite con materiali chimicamente compatibili, come per esempio il polietilene ad alta densità (HDPE), e attraverso l'uso di strumentazione per la miscelazione meccanica che sia essa stessa chimicamente compatibile, come l'acciaio inossidabile 304L o 316L. Se la temperatura dell'acqua, o quella esterna, è bassa, l'operazione di solubilizzazione del prodotto potrebbe richiedere tempistiche maggiori.

Le miscele di Klozur CR vengono preparate generalmente in piccoli quantitativi affinché possano essere subito iniettati. PeroxyChem non consiglia la preparazione anticipata e/o lo stoccaggio, prima dell'uso, delle miscele di Klozur CR (*vedere le *Note di Sicurezza per la Vasca di Miscelazione e la Pompa*).

La concentrazione solida tipica di una miscela di Klozur CR è del 20% in peso. La Tabella 1 riporta, per ogni fusto di Klozur CR da 20.4 kg o per 1.892,00 litri di volume finale della miscela, i rapporti tra acqua e prodotto che devono essere rispettati per ottenere le concentrazioni solide comunemente utilizzate.

Concentrazione Solida (% in peso)	Volume d'acqua per 20.4 kg di Klozur CR (litri)	Rapporti per 1.892 litri di miscela			Peso Specifico
		Massa di Klozur CR (kg)	Volume d'Acqua (litri)	Volume Totale della Miscela (litri)	
10%	170,3	197,8	1780	1892	1.031
20%	83,3	422	1684,5		1.124
30%	49,2	680,4	1586,1		1.190

Tabella 1. Esempi di concentrazioni solide per la preparazione della miscela di Klozur CR

Consigli sulla Vasca di miscelazione e sulla Pompa d'iniezione

La malta fluida di Klozur CR dovrebbe essere generalmente preparata in una vasca per miscelazione verticale, chimicamente compatibile, ventilata, con il fondo a forma di cono e dotato di uno scarico al fine di favorire la fuoriuscita della miscela, che deve essere sempre mantenuta in costante agitazione fino al completo svuotamento



della vasca stessa. Oltre alla linea d'uscita principale che porta al sistema di iniezione, la presenza di un piccolo sistema di ricircolo, che va dalla pompa alla vasca di miscelazione, potrebbe aiutare a impedire l'accumulo di miscela con concentrazione solida troppo elevata oppure a limitare la precipitazione della frazione solida sul fondo al di sotto del mixer meccanico. Quando la vasca di miscelazione risulta quasi vuota, inoltre, si consiglia di interrompere completamente il sistema di ricircolo al fine di consentire il completo vuotamento verso il punto di iniezione. Tutte le parti del sistema di iniezione a contatto con la miscela, compresi la vasca di miscelazione, le valvole, le flange, le guarnizioni, le valvole di controllo, le pompe, i tubi e i misuratori devono essere chimicamente compatibili con il prodotto Klozur CR.

Pompe volumetriche ad aria compressa a diaframma doppio auto-adescenti sono state utilizzate con successo per l'iniezione di miscele di Klozur CR con concentrazioni variabili dal 10% al 30% in peso. Si raccomanda l'utilizzo della pompa a diaframma doppio con un ingresso e un'uscita di almeno 3,8 cm. Tutte le parti della pompa che entrano in contatto con Klozur CR devono essere costruite, o rivestite, con materiali chimicamente compatibili con la presenza di agenti ossidanti e con condizioni di pH elevato, come l'acciaio inossidabile 304L o 316L, il polietilene, il fluoruro di polivinilidene (PVDF) o il politetrafluoroetilene (PTFE o Teflon®).

***NOTE DI SICUREZZA PER LA VASCA DI MISCELAZIONE E LA POMPA D'INIEZIONE**

Klozur CR può andare incontro a decomposizione se conservato o gestito in modo inappropriato o nel caso in cui venga in contatto con impurità. Si prega di consultare la Scheda di Sicurezza (SDS) relativa al prodotto Klozur CR ed il Bollettino Tecnico di Sicurezza e Gestione del Persolfato Klozur, disponibili sul sito web di PeroxyChem. Le miscele solide e/o le soluzioni di persolfato Klozur si decompongono in modo auto-catalitico ed il processo di decomposizione è funzione della temperatura, del tempo, della presenza di attivatori, come i metalli di transizione, e dell'esposizione a materiali incompatibili. Il sistema d'iniezione costituito dalla vasca di miscelazione e dalla pompa d'iniezione DEVE essere progettato in modo tale da dissipare le eventuali pressioni, che possono svilupparsi a seguito dei processi di decomposizione, prevedendo l'uso di opportuni sistemi di sfiato. L'intera strumentazione, comprese le pompe, le vasche ed i tubi DEVONO essere lavati con acqua alla fine di ogni fase iniettiva per evitare l'accumulo di materiale solido e ridurre la possibile corrosione della strumentazione.

Applicazione tramite iniezione

Klozur CR deve essere applicato, tramite iniezione in pressione, in modo tale da favorire la distribuzione della miscela solida nell'ambiente sotterraneo saturo. Pertanto, Klozur CR viene generalmente applicato tramite la tecnologia Direct Push (DPT) a pressioni sufficientemente elevate tali da consentire la formazione di microfratture della matrice solida satura, all'interno delle quali il prodotto si distribuisce uniformemente. Quando si utilizza la strumentazione per Direct Push, in corrispondenza di ogni punto di iniezione, le aste vengono inizialmente fatte avanzare fino al limite superiore (o fino al limite inferiore) dell'intervallo di profondità di trattamento previsto e, prima di procedere alla profondità successiva, viene iniettato uno specifico volume di miscela. Usando strumentazione DPT, è possibile selezionare intervalli verticali di iniezione di altezza variabile da 0.3 m a 0.9 m circa. L'approccio di iniezione DPT più comunemente utilizzato è quello dall'alto verso il basso, con l'uso di punte da iniezione che dirigono orizzontalmente il flusso di miscela. Tuttavia, sulla base della specifica attrezzatura o della valutazione delle condizioni sito-specifiche, può essere scelto anche l'approccio dal basso verso l'alto.

Spaziatura di iniezione

La spaziatura dei punti iniettivi dipende principalmente da due fattori: la capacità di distribuzione del prodotto (ROI) e la ricettività del suolo. A seconda della tecnica di iniezione e della litologia, entrambi i fattori possono variare notevolmente. Si consiglia di essere il più flessibili possibile durante le fasi applicative e/o di valutare tali parametri



attraverso un test pilota di iniezione. Tuttavia, sulla base dell'esperienza acquisita in numerosi siti, generalmente si stima un ROI di almeno 1.5 m dal punto di iniezione ed una spaziatura tra punti di iniezione variabile dai 2.4 m ai 3.6 m. Inoltre, i punti di iniezione sono generalmente situati lungo linee sfalsate regolari, con i ROI dei differenti punti sovrapposti tra loro. Con tecniche e attrezzature specifiche, è possibile raggiungere anche ROI di dimensioni maggiori; in ogni caso, PeroxyChem consiglia di consultare un proprio tecnico specializzato per la verifica della migliore spaziatura ipotizzata sito-specifica tra punti di iniezione.

Anche la ricettività del suolo può variare fortemente in funzione della concentrazione di Klozur CR, della litologia, della capacità di fratturazione del suolo e della profondità di iniezione. Come linea guida generale, si consiglia, per le formazioni più permeabili, l'utilizzo di non più di 45 kg di Klozur CR ogni 0.3 m di spessore saturo. Nel caso di formazioni meno permeabili, la ricettività massima del suolo è generalmente limitata a 22.5 kg ogni 0.3 m di spessore saturo. L'effettiva capacità ricettiva del suolo può essere verificata e confermata attraverso prove di campo a scala pilota. Nel caso in cui sia necessario l'impiego di maggiori quantitativi di Klozur CR, può essere utilizzata una spaziatura più ravvicinata oppure un ROI inferiore; alternativamente, si potrebbe anche prevedere di incrementare la concentrazione della miscela.

NOTA: Con l'uso di alcune tecniche di fratturazione pneumatica, sono stati osservati ROI significativamente maggiori. Per ulteriori informazioni sul monitoraggio del ROI, si prega di contattare PeroxyChem.

Applicazione in Scavo

In assenza di informazioni sito-specifiche, in generale si può considerare di applicare sul fondo scavo un quantitativo di Klozur CR compreso fra 5 e 20 Kg per metro quadrato di superficie come fase di ripulitura della contaminazione residua in soluzione. Se il Klozur CR deve essere anche miscelato sul fondo dello scavo, si consiglia di applicare un dosaggio compreso fra circa 16 e 64 Kg per metro cubo, a seconda dell'estensione verticale della miscelazione.

Considerazioni per i dosaggi di Klozur CR più elevati:

- Il sito e/o i recettori sono maggiormente sensibili ai contaminanti
- Maggior impatto sui suoli ed acque sotterranee
- Alte concentrazioni di contaminante nel suolo e nelle acque sotterranee
- Ambienti sotterranei ad elevato flusso di falda

Considerazioni per i dosaggi di Klozur CR meno elevati:

- Il sito e/o i recettori sono meno sensibili ai contaminanti
- Minor impatto sui suoli ed acque sotterranee
- Basse concentrazioni di contaminante nel suolo e nelle acque sotterranee
- Ambienti sotterranei a basso flusso di falda

Klozur CR può essere applicato direttamente come ammendante unitamente al materiale di riempimento in diversi modi, tra cui: 1) applicazione di Klozur CR direttamente sul fondo dello scavo mediante miscelazione e riempimento successivo con materiale di riporto pulito al di sopra della zona satura trattata; 2) applicazione del prodotto direttamente alla base dello scavo in falda e poi utilizzo di un dispositivo, come la benna di un escavatore, per miscelare il Klozur CR con il terreno; 3) miscelazione di Klozur CR con il materiale di riempimento al di fuori dello scavo e successiva applicazione del materiale miscelato sul fondo in falda. Si raccomanda di applicare Klozur CR direttamente alla base dello scavo in modo tale da ridurre al minimo la produzione di polveri. Si raccomanda,



inoltre, che tutto il personale indossi adeguati dispositivi di protezione individuale (DPI), come descritto nella SDS del prodotto Klozur CR. L'elevato pH di Klozur CR (generalmente $\text{pH} > 11$) tende a ridurre la capacità corrosiva del persolfato contenuto nel prodotto; tuttavia, si raccomanda di valutare la compatibilità chimica della strumentazione, o di altri materiali, con i quali il Klozur CR entra in contatto.

Klozur CR è stato ingegnerizzato in modo da poter essere applicato in condizioni di saturazione dal momento che la presenza di una sufficiente quantità d'acqua facilita le reazioni biologiche di trattamento. Pertanto, Klozur CR deve essere applicato in zone sature o comunque in zone che dovranno essere saturate con acqua immediatamente dopo l'applicazione del prodotto. Nel caso in cui il prodotto Klozur CR venga applicato a secco, quest'ultimo dovrà essere necessariamente bagnato e, pertanto, tutta l'area di applicazione dovrà essere saturata con acqua in modo tale da raggiungere le opportune condizioni di trattamento per un lungo periodo di tempo. L'applicazione di Klozur CR in condizioni non sature deve essere attentamente valutata, dal momento che, se Klozur CR viene applicato con acqua insufficiente, potrebbe facilmente reagire con conseguente generazione di calore e vapore.

Materiali Compatibili

Come specificato nella Scheda di Sicurezza (SDS) del prodotto, il Klozur CR è un materiale ossidante e corrosivo di classe DOT 5.1. Durante la dissoluzione, il reagente crea tipicamente condizioni alcaline ma è anche potenzialmente acido. Pertanto, tutti i materiali che entrano in contatto con il Klozur CR, comprese le vasche da miscelazione, le pompe, le punte da iniezione, le guarnizioni, i tubi e le attrezzature di miscelazione, devono essere chimicamente compatibili.

I materiali COMPATIBILI comprendono: acciaio inossidabile (304L e 316L), polietilene (PE), polivinilcloruro (PVC), politetrafluoroetilene (PTFE), Viton[®], fluoruro di polivinilidene (PVDF) e gomma butilica. I materiali NON COMPATIBILI comprendono: gomma nitrilica, acciaio al carbonio, alluminio, ottone, acciaio galvanizzato o qualsiasi altro metallo suscettibile a corrosione. Per ulteriori informazioni, si prega di consultare il Bollettino Tecnico di PeroxyChem sulla Corrosione e sulla Compatibilità dei Materiali per il persolfato Klozur, reperibile sulla pagina web www.peroxychem.com/remediation.

Salute e Sicurezza

Il persolfato Klozur CR è stato applicato in modo sicuro ed efficace in migliaia di siti in tutto il mondo. Tuttavia, come per qualsiasi altro tipo di sostanza chimica, si raccomanda di mettere in atto le opportune procedure di sicurezza e di utilizzare strumentazioni adeguate. Quando si opera con il persolfato Klozur CR, bisogna assicurarsi di avere una ventilazione adeguata nell'ambiente di lavoro e opportuni dispositivi di protezione individuale, tra cui occhiali e vestiti protettivi, scarpe antinfortunistiche, guanti resistenti alle sostanze chimiche, elmetti protettivi e cuffie per la protezione dell'udito (quando si usa strumentazione Direct Push). Si raccomanda, inoltre, di indossare mascherine e occhiali protettivi in caso di esposizione a polveri, schizzi, vapori e spray. In aggiunta agli occhiali può essere utilizzata anche una visiera.

Per le linee guida relative alla gestione dei prodotti, si prega di consultare le specifiche Schede di Sicurezza (SDS). Per il prodotto Klozur CR, le SDS possono essere reperite consultando il sito: <http://www.peroxychem.it>. Per le operazioni meccaniche e di cantiere possono essere necessari ulteriori dispositivi di sicurezza. Per ulteriori informazioni, si prega di contattare PeroxyChem.

Klozur is a registered trademark of PeroxyChem. © 2017 PeroxyChem. All rights reserved. Document 89-03-ESD-17-IT The information contained herein is presented to the best of our knowledge, PeroxyChem makes no representations or warranties regarding the accuracy, quality, or reliability of this information and shall under no circumstances be liable with respect to such information. Teflon and Viton are registered trademark of The Chemours Company. Wilden is a registered trademark of Wilden Pump & Engineering, LLC. Sandpiper is a registered trademark of Warren Rupp, Inc.