

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТА ФЕРНЕЛ для очистки, обезвреживания и обеззараживания сточных и природных вод**

### **Краткая характеристика реагента-окислителя ФЕРНЕЛ**

Реагент-окислитель ФЕРНЕЛ предназначен для использования в технологиях обезвреживания и очистки природных вод и технологических водных растворов. Преимуществом реагента ФЕРНЕЛ по сравнению с традиционными окислителями на основе соединений марганца и хлора является отсутствие вторичного загрязнения очищенных вод соединениями марганца(II), хлоридами металлов и пероксидными производными органических соединений.

Реагент-окислитель ФЕРНЕЛ (ТУ 214000-001-56974547-2009) представляет собой поликристаллический сплав ферратов(IV)—(VI), гидроксидов, оксидов и сульфатов натрия и калия. Реагент ФЕРНЕЛ хорошо растворяется в воде с образованием щелочного раствора красно-фиолетового цвета. Высокая окислительная способность реагента связана с анионом  $FeO_4^{2-}$ , электродный потенциал которого в зависимости от  $pH$  и состава растворов принимает значения от 0,7 В до 1,7 В.

Таким образом,  $FeO_4^{2-}$  выступает в качестве окислителя соединений, содержащих соединения серы, мышьяка, азота, углерода, сурьмы, фосфора и ряда других примесей, загрязняющих поверхностные воды и технологические стоки, практически при любых условиях, сопровождающих процессы очистки водных растворов.

### **Содержание:**

1. [Применение реагента Фернел](#) (общее) \_\_\_\_\_ стр. 2
2. [Очистка от мышьяка](#) \_\_\_\_\_ стр. 2
3. [Очистка от фосфора](#) \_\_\_\_\_ стр. 3
4. [Очистка от микробиологических загрязнений](#) \_\_\_\_\_ стр. 3
5. [Очистка от фенола](#) \_\_\_\_\_ стр. 5
6. [Очистка от цианидов](#) \_\_\_\_\_ стр. 5

## **Применение реагента-окислителя ФЕРНЕЛ**

Применение реагента-окислителя ФЕРНЕЛ в технологиях обеззараживания, обезвреживания и очистки природных вод и технологических водных растворов, содержащих соединения мышьяка, сурьмы, цианидов, радионуклидов, фосфатов, непредельные органических соединений, патогенные микроорганизмы, основано на его высокой окислительной активности. При использовании реагента ФЕРНЕЛ практически отсутствует вторичное загрязнение очищенных вод соединениями токсичными примесями. Образующиеся при восстановлении ферратов натрия и калия дисперсные системы на основе гидроксида железа(III) обеспечивают дополнительную очистку растворов от малорастворимых и взвешенных веществ. Наличие в составе реагента оксидов щелочных металлов обеспечивает одновременно нейтрализацию сточных вод.

## **Очистка природных вод от соединений мышьяка**

Подлежащие очистке природные воды поверхностных источников содержат водорастворимые арсениты щелочных металлов с концентрацией от 1 до 10 г/м<sup>3</sup> в пересчете на мышьяк. Реагент ФЕРНЕЛ обеспечивает очистку водных растворов до значений ПДК, установленных для водорастворимых соединений мышьяка, путем перевода их в практически нерастворимый арсенат(V) железа(III). Это позволило разработать технологию очистки от мышьяка природных вод, для которых разбавление другими растворами в принципе невозможно. Одновременно с очисткой от мышьяка реагент ФЕРНЕЛ разлагает токсичные органические соединения и уничтожает патогенные микроорганизмы.

## **Очистка производственных сточных вод от соединений мышьяка**

Очистке подвергаются технологические растворы, образующиеся на предприятиях цветной металлургии. Технологические и сточные воды таких предприятий содержат значительные количества серной кислоты и водорастворимые соединения мышьяка(III) в виде мышьяковистой кислоты и ее солей — арсенитов щелочных металлов. Концентрация серной кислоты и мышьяка(III) изменяется в широких пределах и составляет:

- для серной кислоты от 0,5 до 100 г/м<sup>3</sup>;
- для мышьяковистой кислоты и арсенитов щелочных металлов, в пересчете на мышьяк, от 3,5 до 65 г/м<sup>3</sup>.

Материальные потоки основных компонентов процесса очистки представлены на принципиальной технологической схеме (рис. 1). При расчете материальных потоков в технологии очистки кислых сточных вод был принят

раствор с концентрацией мышьяка(III)  $15 \text{ г/м}^3$ . Нормативной концентрацией мышьяка в очищенной воде принято значение  $1 \text{ г/м}^3$ .

### **Очистка природных и сточных вод от соединений фосфора**

Серией экспериментов по динамике осаждения фосфат-ионов из хозяйственно-бытовых сточных вод, взятых с городских очистных сооружений г. Ревда Свердловской области показана возможность снижения концентрации соединений фосфора до установленных нормативов ПДК. Пробы воды для исследований были взяты после цикла очистки из вторичных отстойников.

Разработаны технологии, в которых реагент ФЕРНЕЛ вводился в обрабатываемый раствор в виде раствора или предварительно измельченной полидисперсной массы.

При наличии в обрабатываемом водном растворе соединений фосфора(I) и фосфора(III) реагент ФЕРНЕЛ окисляет их до соединений фосфора(V).

Далее очистка от фосфатов происходит за счет образования малорастворимого ортофосфата железа(III). Одновременно с очисткой от мышьяка реагент ФЕРНЕЛ разлагает токсичные органические соединения и уничтожает патогенные микроорганизмы.

Поскольку реагент ФЕРНЕЛ обеспечивает очистку водных растворов от соединений фосфора до  $ПДК_{PO_4^{3-}}$  и ниже, он может быть использован в технологиях водоподготовки и для очистки от соединений фосфора природных вод поверхностных источников.

### **Очистка природных и сточных вод от микробиологических загрязнений**

Патогенные микроорганизмы являются источником ряда инфекционных заболеваний и эпидемий. Основными источниками поступления в водоемы патогенных бактерий являются городские сточные воды.

Санитарно-бактериологическая оценка воды основывается на учете в ней преимущественной аллохтонной микрофлоры, представители которой являются показателями ее бактериального загрязнения. Бактериальными показателями загрязнения воды являются: сапрофитные бактерии, способные расти на стандартных мясо-пептонных средах и указывающие на поступление в водоем легко разлагающихся органических веществ; бактерии – обитатели кишечника человека и домашних теплокровных животных.

Применение реагента-окислителя ФЕРНЕЛ для обеззараживания водных растворов не вызывает вторичного загрязнения очищенных вод, поскольку продуктом его восстановления является малорастворимый гидроксид железа(III). Он применяется для обработки воды на последних стадиях очистки, когда в результате биологической очистки и сгущения осадков вода освобождается от

основных примесей, обладающих восстановительными свойствами. Образующийся высокодисперсный объемный осадок гидроксида железа(III) обладает хорошими сорбционными свойствами и способствует осветлению очищенных вод.

Общепризнанными бактериологическими показателями фекального загрязнения воды являются бактерии группы кишечной палочки *Escherichia coli*.

В таблице 2 приведены данные о КОЕ и БОЕ в воде, взятой с очистных сооружений МУП «Водоканал» г. Ревда Свердловской области до и после обработки воды реагентом-окислителем ФЕРНЕЛ.

Таблица 2

Микробиологические показатели воды после обработки реагентом ФЕРНЕЛ  
(объем исследуемой воды – 1 л)

Формы бактерий	Масса навески реагента ФЕРНЕЛ, г	Исходное количество бактерий в 100 см <sup>3</sup> воды	pH	Количество бактерий после обработки воды реагентом ФЕРНЕЛ	Норматив, количество бактерий в 100 см <sup>3</sup> воды
термотолерантные колиформные бактерии	0,2	800000	10,4	менее 50	100
	0,3		6,4	100	
	0,5		6,8	менее 50	
общие колиформные бактерии	0,2	1300000	10,4	менее 50	500
	0,3		6,4	300	
	0,5		6,8	менее 50	
колифаги	0,2	99	10,4	менее 3	10
	0,3		6,4	менее 3	
	0,5		6,8	менее 3	

По результатам микробиологических исследований можно сделать вывод, что реагент-окислитель ФЕРНЕЛ блокирует развитие патогенных микроорганизмов в пределах, удовлетворяющих нормативным показателям. Расход реагента зависит от общего содержания в воде примесей, обладающих восстановительными свойствами, и определяется по результатам исследования обрабатываемых растворов в процессе пуско-наладочных работ. Как показывает опыт, средний расход реагента на обеззараживание 1 м<sup>3</sup> очищенных и осветленных хозяйственно-бытовых сточных вод составляет от 0,1 до 10 г.

### Очистка сточных вод от фенола

При взаимодействии с реагентом-окислителем ФЕРНЕЛ фенол претерпевает достаточно сложную цепочку превращений. Для фенолов характерны реакции гидроксильной группы и реакции замещения в ароматическом кольце. Продуктами окисления фенола являются производные гидрохинона, далее хинон и т.д. Уменьшение концентрации фенолов возможно также за счет их сорбции продуктами восстановления ферратов калия и натрия – мелкодисперсным объемным осадком гидроксида железа(III).

Рекомендуемый расход реагента для окисления 1 г растворенного фенола составляет 35—40 г. По окончании смешения реагента с обрабатываемой водой пульпу выдерживают при перемешивании в течение 30—40 минут и направляют на отделение осадка от раствора. Сгущение и очистку воды от взвешенных частиц осуществляют традиционными методами с применением методов отстаивания, фильтрации или центрифугирования.

### Очистка производственных сточных вод от цианидов

Циановодородная кислота  $H\bar{C}N$  и ее соли относятся к чрезвычайно токсичным веществам. Сильные восстановительные свойства этих соединений связаны с наличием тройной связи между атомами углерода и азота в цианид-ионе  $[C \equiv N]$ . Согласно электрохимическому равновесию (11), продуктом окисления циановодородной кислоты реагентом ФЕРНЕЛ является газ циан. Более сильные восстановительные свойства цианид-ион проявляет в щелочной среде – равновесие (12). В этом случае происходит обезвреживание водных растворов за счет окисления цианидов до менее токсичных цианатов металлов.

Поскольку в составе реагента-окислителя ФЕРНЕЛ содержится значительное количество щелочных реагентов, при его растворении в обрабатываемой воде  $pH$  заметно возрастает. Таким образом, окисление цианидов протекает по типу реакции (12). При определенных условиях окисление может проходить далее с образованием диоксида углерода и азота. Расход реагента может быть существенно уменьшен при разработке комбинированных технологий очистки, в которых обеспечивается обезвреживание цианид-ионов с дальнейшим удалением цианатов металлов.