

ISSN 2091-5527
№ 1/2022

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК. 620.193.3

ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ ТРУБНОЙ СТАЛИ В ВОДОУГОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЯХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ СРЕДАХ

И. Рузматов

Трубопроводный транспорт используется для перемещения твердых сыпучих грузов, например, угля, щебня, других строительных материалов, бытовых отходов в крупных городах и т.д.

Трубы от коррозии защищаются различными методами, в частности, битумно-бумажным покрытием, полимерными пленками с защитными обертками, эпоксидными и лакокрасочными плёнками пенополиуретаном, ингибиторами коррозии металлов [1].

В статье приведены результаты изучения защитных свойств, разработанного нами из отходов производства фосфорных удобрений, ингибитора ВВФГ. Исследования проводились в водо-угольных пульпах и солевых водных растворах, имитирующих агрессивные среды систем гидротранспорта угля, концентратов чёрных металлов и продуктов химической промышленности. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к ингибиторам для гидро-транспортировки угля, железоокисного и минерального сырья, были проведены испытания на весь комплекс необходимых свойств. Это не только требование к высокой эффективности защитного действия, но и требование работы в достаточно широком интервале pH, в условиях воздействия меняющейся концентрации агрессивных ионов и, в первую очередь, хлор ионов, широкий температурный интервал действия, устойчивость к окислителям Fe^{3+} , O_2 , способность принимать защитные свойства в условиях абразивного воздействия частиц пульпы, невысокие защитные концентрации и т.п.

Кроме того ингибиторы для гидро-транспортировки должны обладать и рядом специфических технологических свойств, совмещаться с другими веществами, не изменять реологические свойства пульп, хорошо растворяться в солевых растворах, иметь невысокие защитные концентрации т.к. громадные объёмы воды используемой в процессах гидротранспорта и значительные защитные концентрации ингибитора, могут сделать экономически невыгодным его использование. В связи с жёсткими требованиями к защите окружающей среды, ингибитор должен быть экологически чистым, иметь хорошие санитарно-гигиенические и токсикологические характеристики.

В статье приведены данные по исследованию защитных свойств ингибитора ВВФГ в зависимости от ряда факторов, действующих в условиях гидротранспорта водо-угольных пульп.

В работах [1] было показано, что для гидротранспорта угля, железоокисной руды эффективными ингибиторами могут являться неорганические вещества, защелачивающие среду, такие, например, как $Ca(OH)_2$, $NaOH$. Поэтому было изучено влияние некоторых веществ щелочного характера (преимущественно натриевых солей органических и неорганических кислот) на эффективность торможения коррозионного процесса в водо-угольной пульпе. В таблице приведены результаты коррозионных испытаний и измерений pH водо-угольных пульп в их присутствии.

Таблица 1

Влияние некоторых ингибиторов на коррозию Ст20 в водо-угольной пульпе (0,5 г/л $NaCl+I$ г/л Na_2SO_4 , соотношение жидкой и твёрдой фаз 1,5:1,0) при $t=20\pm 2^\circ C$, $w=1000$ об/мин, $\tau=6$ час

Добавка, концентрация, г/л	pH	ρ , г/м ² ч	Z, %	Характер коррозии
Без добавки	7,0	2,15	-	Равномерная коррозия
$Ca(OH)_2$, 2,0	12,5	0,16	92,6	“-” “-”
$NaOH$, 1,0	12,0	0,15	93,0	“-” “-”
Na_2SO_3 1,0	11,0	0,22	89,7	Питтинговая коррозия
Na_2CO_3	10,5	0,24	88,8	“-” “-”
C_6H_5COONa 1,0	7,5	0,12	94,4	Равномерная коррозия
Na_2SO_3 , 1,0	7,5	0,27	87,4	Язвы, питтинги
ВВФГ, 1,0-2,0	5,1	0,20	90,7	Равномерная коррозия

Как следует из данных таблицы введение гидроксидов кальция и натрия повышает pH пульпы до 12-12,5 и вызывает резкое снижение коррозии стали ($Z=86-87\%$). Однако такую же

эффективность имеют и некоторые другие добавки, не столь значительно увеличивающие pH, например, бензоат натрия и ВВФГ. Сульфит и силикат натрия вызывают локальную коррозию

в их присутствии наблюдаются питтинги, язвенные поражения, т.е. они являются опасными ингибиторами.

Таким образом, можно видеть, что защитную эффективность в водо-угольных пульпах могут проявлять как вещества защелачивающие среду, как и вещества, не изменяющие pH или смещающие её величину в слабокислую сторону. Повидимому, основной причиной торможения коррозии в этих средах всё же является способность ингибитора прочно сорбироваться на поверхности металла и формировать на поверхности плотные защитные плёнки. С этой точки зрения наиболее перспективным ингибитором является ВВФГ, так как в его присутствии на поверхности стали обнаруживались плотные защитные плёнки белого цвета.

Поскольку в реальных условиях эксплуатации трубопроводов возможны колебания анионного состава, и, прежде всего, концентрации наиболее агрессивного-хлор-иона, было исследовано влияние концентрации Cl^- на коррозию Ст20. Предварительные испытания в хлоридных растворах с концентрацией NaCl от 30 до 180 г/л показали, что в присутствии извести, силиката натрия, сульфита на поверхности стали наблюдается питтинговая коррозия. В этих условиях наилучший защитный эффект проявляет бензоат натрия (0,1-0,5 г/л), ВВФГ (1-2г/л), в присутствии которых не наблюдалось локальной коррозии. В дальнейшем в качестве модельного раствора использовали 3% хлорид натрия, в котором проведен ряд коррозионных испытаний.

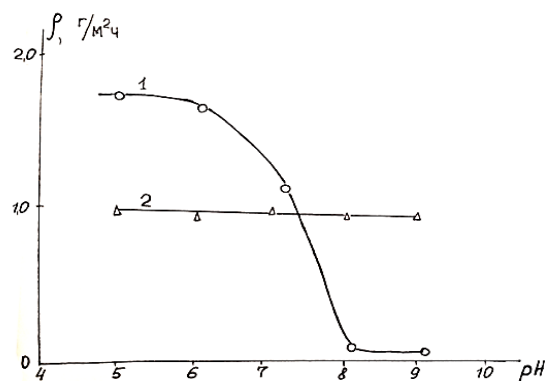


Рис.1. Влияние pH на скорость коррозии Ст20 в перемешиваемых ($w = 1000$ об/мин) (1) в неподвижном растворе; (2) растворах 3% NaCl

Как видно из рис.1, скорость коррозии Ст20 в 3 % NaCl существенно зависит от pH. Для неподвижных растворов она практически не изменяется с pH и составляет – 1 г/м²ч. Для размешиваемых растворов наименьшая коррозия наблюдается в пределах pH=5-7 и резко снижается при pH >7,5, что связано с эффективной аэрацией и подводом кислорода воздуха, являющегося сильным катодным деполаризатором.

Поскольку ВВФГ понижает величину pH и довольно эффективно защищает от коррозии при pH=6-7, было исследовано влияние ВВФГ, некоторых карбоксилатов и солей металлов, а также их смесей с ВВФГ на эффективность защиты стали в 3 % NaCl при pH=5,0. В табл.2 приведены данные коррозионных испытаний ФГ и смесей ФГ в перемешиваемых растворах хлорида.

Таблица 2

Влияние ингибитора ВВФГ и его смесей на коррозию Ст20 в перемешиваемых ($w = 1000$ об/мин) растворах 3 % NaCl при pH=5,0; $t=20 \pm 2$ °C, $\tau=10$ сут

Добавка, концентрация, г/л	ρ , г/м ² ·ч	Z, %	Характер коррозии
Без добавки	1,700	0	Коррозионные очаги
ВВФГ, 1,0	0,120	92,9	Равномерная коррозия
ZnSO ₄ , 0,03	0,970	42,9	“_” “_”
Неонол, 0,1	1,21	28,8	Отдельные питтинги
ВВФГ, 1,0+ZnSO ₄ , 0,03	0,075	95,6	Равномерная коррозия
ВВФГ, 1,0+Неонол 0,1	0,118	93,1	Равномерная коррозия

Из данных табл.2 видно, что известный ингибитор ZnSO₄ и поверхностно-активное вещество “Неонол” малоэффективны в качестве ингибиторов в 3 % NaCl; однако смесь ВВФГ с ZnSO₄ проявляет синергетический эффект и резко снижает скорость коррозии стали;

“Неонол” в смеси менее эффективен, чем ZnSO₄.

В таблице 3 приведены результаты испытаний защитных свойств смесей ВВФГ с различными карбоксилатами, являются эффективными ингибиторами коррозии углеродистой стали в хлоридных растворах.

Таблица 3

Защитное действие смесей ВВФГ с карбоксилатами по отношению к Ст20 в неподвижных растворах 3 % NaCl при pH=5,0; t=20±2°C, τ=10 сут

Добавка, концентрация, г/л	ρ, г/м ² ч	Z, %
Без добавки	1,0	-
ВВФГ, 1,0	0,37	63
ВВФГ, 1,0+магний олеат, 0,1	1,36	64
ВВФГ, натрий линолеат 0,1	0,32	68
ВВФГ, 1,0+цинк салицилат, 0,1	0,14	86
ВВФГ, 1,0+цинк салицилат, 0,2	0,06	94
Цинк салицилат, 0,2	0,33	67
ВВФГ, 1,0 + уротропин, 0,1	0,34	66
ВВФГ, 1,0+КСН 9, 0,1	0,37	63

Как следует из табл.3 добавки к ВВФГ роданида, олеата, линолеата, уротропина не дают существенного увеличения защитного эффекта в неподвижных растворах 3 % NaCl. Салицилат цинка в концентрации 0,1-0,2 г/л вызывает синергетический эффект усиления защитного действия ВВФГ. Коррозия Ст20 в неподвижных растворах имела равномерный характер в отличие от перемешиваемых растворов 3 % NaCl. Сопоставление данных таблиц 2 и 3 показывает, что эффективность ВВФГ и его смесей с ZnSO₄ в 3 % NaCl существенно выше, чем в неподвижных растворах. Видимо, это связано с лучшими условиями подвода ингибитора к поверхности металла и эффективным формированием

защитной плёнки. Можно отметить при этом, что потери массы стали в присутствии ФГ в перемешиваемых растворах ~ в 3 раза меньше, чем в неподвижных.

Испытания ВВФГ и его смесей с некоторыми солями цинка в водо-угольных суспензиях при pH=5 и 12,5 показали (табл.4), что эффективность смеси ВВФГ несколько снижается и не превышает эффективности в присутствии одного ВВФГ. Видимо абразивный фактор сводит на этот синергетический эффект ионов цинка и последние не принимают участие в формировании защитной плёнки, а возможно даже и ухудшают её защитные, изолирующие свойства.

Таблица 4

Защитные свойства некоторых смесей ВВФГ с солями цинка по отношению к Ст20 в водо-угольной пульпе при t=20±2 °C, w =1000 об/мин, τ=10 сут

Добавка, концентрация, г/л	pH	ρ, г/м ² ч	Z, %
Без добавки	5,0	2,15	-
ВВФГ, 1,0		0,20	90,7
ВВФГ, 1,0 + ZnSO ₄ , 0,03		0,28	87,0
ВВФГ, 1,0+салицилат Zn, 0,2		0,27	87,4
Без добавки	12,5	0,05	-
ВВФГ 1,0		0,02	50
ВВФГ 1,0+ ZnSO ₄ , 0,03		0,03	40
ВВФГ 1,0+салицилат Zn, 0,2		0,035	30

Эффективность ВВФГ в водо-угольных суспензиях при pH=5,0 выше, чем при pH=12,5, что связано с невысокими скоростями растворения, как вне, так и в фоне с ингибиторами (при pH=12,5 ρ изменяется от 0,02 до 0,05 г/м²ч). Таким образом, фосфогипс

является достаточно эффективным ингибитором, как в слабокислых, так и в щелочных растворах водо-угольных суспензий. В связи с этим, мы в дальнейшем более детально исследовали эффективность ВВФГ в зависимости от некоторых факторов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шелонцев В.А., Особенности коррозии и защита углеродистой стали в водных железистых пульпах.-Автореф.канд. дисс.М,1987.
2. Подобаев Н.И.,Мартынова Г.В., Влияние некоторых факторов на коррозию стали 10 в угольной пульпе.-Тез. докл. Все-союзи. научно- технич. Конф. «Гидротранспорт – 81», 11-15 авг. 1981.г. – М:1981,с.165.
3. Подобаев Н.И., Мартынова Г.В., Горичев И.Г. Взаимодействие кислорода с углем и сталью при транспортировке угольной пульпы по трубопроводу.- Защита металлов 1984, 20. 4., С. 595.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

А.Х. Хурсанов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова. Исследование механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей с частицами цветных и благородных металлов в процессе флотации.....	3
Ф.Х. Нормаматов, А.У. Эркаев, З.К. Тоиров, Б.Х. Кучаров. Изучение процесса упарки маточных растворов при получении нитрата калия.....	6
Л.К. Уббиниязова, Г.Ж. Оразимбетова, А.Г. Нимчик. Химико-минералогические свойства андезибазальтовых пород Каракалпакстана.....	11
Г.А. Усманова, Ш.К.Тухтаев. Термолиз поликомплексных композиций на основе полиакриловой кислоты и сополимера мочевиноформальдегида.....	14
Л.А. Юсупова, Ҳ.Р. Махмадиева, У.Р. Азаматов, Э.Э. Машаев, О.О. Қодиров. Ацетилацетон асосида винил эфирлар синтези.....	17
D.A. Xandamov, A.SH. Bekmirzaev, S.A. Doniyorov, D.Y. Mamatqulov, A.S. Xoliqov. Aminlangan gil adsorbentlarga n-geksan bug'larida adsorbtsiyasi xossalari.....	23
А. Икрамов, А.Э. Зиядуллаев, Д.А. Хандамов, Б.М. Отабоев. Катализаторы на основе оксидов некоторых местных металлов, нанесенных на бентонит, для гидратации ацетилена.....	25
Ф.Т. Худойбердиев, Д.Р. Махмудов, А.Т. Джалилов, Ш.Д. Широин, К.С. Каландаров, З.Р. Буриева. Исследование основных параметров, влияющих на время набухания при изготовлении патронированной гидрогелевой забойки в разных условиях.....	29
И. Рузматов. Ингибирование коррозии трубной стали в водоугольных суспензиях и нейтральных средах.....	32
Р.М. Мирзахмедов, Н.К. Мадусманова, З.А. Сманова. Имобилланган висмутол-2 реагентининг рений иони билан комплекс ҳосил бўлишини ўрганиш.....	35
Т.С. Халимжонов, С.Н. Асатов. Влияние влажности водорода на грансостав порошка молибдена и свойства компактных заготовок.....	38
Л.А. Юсупова, С.Э. Нурмонов, Т.Т. Сафаров, О.О. Қодиров. Ацетилен ва ацетофенон асосида винил эфирлар синтези.....	40
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Физико-химические свойства красящих композиций в процессе крашения белковых волокон.....	45
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Исследование механизма процесса крашения белковых волокон красящими композиционными материалами на основе солей поливалентных металлов.....	48
Ш.Н. Жалилов, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, Н.С. Абед, Д.К. Холмурадова, С.С. Негматов, Р.Х. Солиев, Д.Н. Ходжаева, М.Б. Бойдодаев. Исследование влияния модифицирующих реакционно-способных соединений на физико-химические свойства мочевиноформальдегидной смолы.....	52
2. Физико-механика и трибология композиционных материалов	
Р.Х. Сайдахмедов, А.М. Рахматов. Влияние технологических режимов получения твердосплавных пластин на их износостойкость.....	55
А.А. Юсупов, А.Х. Абдуллаев. Влияние режима температуры нагрева на свойства стали.....	58
Р.К. Ташматов. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки листов термической обработкой.....	62
Л.К. Кабулова, Т.А. Атакузиев, Г.Ж. Оразимбетова. Исследование коррозионной стойкости цементов с новой гидравлической добавкой.....	65
A.A. Yusupov, T.N. Ibodullaev. Noan'anaviy termik ishlov berish tartibini po'latli ashyolarning yeyilishga bardoshlilikiga ta'siri.....	67
Н.Д. Тураходжаев, С.Т. Маткаримов. Ис газы (СО) ёрдамида мис шлаклари таркибидаги темир асосли бирикмаларни тиклашнинг термодинамикаси.....	71
Р.Х. Сайдахмедов, Г.Р. Саидрахмедова. Напряженное-деформированное состояние лопаток турбин ГТД с жаростойкими покрытиями.....	73
И.Н. Нугманов, Х.Х. Бобоев, З.С. Тураева. Использование эффекта сверхпластичности в обработке металлов давлением.....	79
М. Каршиев, М.Ю. Рахимов, К.И. Юнусалиева, С.П. Абдурахманова, Н.Г. Холматова, А. Етмишов. Исследование особенностей сегрегации частиц по размерам, форме и массе в зависимости от параметров вибрации.....	81
У.Н. Шабарова, Қ.А. Равшанов. Сувда эрувчан полимерлар билан гул босилган аралаш матоларнинг структура-механик ва колористик хossalari.....	83
Д.Ф. Ганиева, М.Б. Маматкулова, Р.М. Давлатов. Улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств шерсти при модификации.....	86
С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Теоретическая прочность адгезионного взаимодействия адгезив и субстрат.....	90
Т.У. Улмасов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Способы повышения адгезионной прочности полимерных композиционных материалов и покрытий на их основе.....	91