

Исследование бактерицидных свойств модифицированных полимерных фосфатов

Поскольку фосфор является биогенным элементом, а катион натрия не оказывает токсического действия на микроорганизмы, то при постоянном дозировании в воду хорошо растворимых фосфатов натрия, особенно при ее слабой бактерицидной обработке или при отсутствии последней, возможно появление и рост как различных бактерий, микроводорослей и микроорганизмов, так и продуктов их жизнедеятельности на внутренней поверхности трубопроводов и оборудования.

Развитие бактерий может явиться причиной не только закупоривания трубопроводов, но и возникновения биокоррозии (глава 1). Особенно остро эта проблема стоит для водоводов законтурного заводнения пластов на нефтепромыслах, поскольку бактерицидная обработка воды в таких системах отсутствует.

Кроме того, так как большинство систем коммунально-бытового и промышленного водоснабжения являются открытыми, то возможно поступление остаточных концентраций полифосфатов в реки, озера и водоемы, что может повлечь их эвтрофикацию, то есть зарастание их поверхности водорослями, что также может ухудшить впоследствии качество воды, забираемой из этих водоисточников.

В связи с выщеизложенным, определенный интерес представляют исследования бактерицидных свойств разработанных силикополифосфатных цинк- и марганецсодержащих ингибиторов коррозии металлов, о проявлении которых можно косвенно судить по биохимическому потреблению кислорода, без проведения специальных биологических экспериментов.

В данном разделе на примере воды реки Сыр-Дарья (акт лабораторных испытаний прилагается) изучен процесс выделения биогенного кислорода, источником которого являются микроскопические водоросли, споры и бактерии, который проводили методом определения пятисуточного биохимического потребления кислорода - БПК₅ (глава 2).

Исследования проводили как в исходной воде без добавок, так и с добавками полифосфата натрия NaPO₃, полифосфата натрия-цинка, полифосфата натрия-марганца, силикополифосфатов цинка и марганца. Концентрация полифосфатов во всех опытах составляла 10 мг P₂O₅/л. Полученные данные представлены в таблице 47.

Таблица 47. Влияние состава поли- и силикополифосфатов на биохимическое потребление кислорода в воде

Исходная вода без добавок – БПК ₅ , мг/л	Вода с добавками поли- и силикополифосфатов с концентрацией 10 мг P ₂ O ₅ /л				
	NaPO ₃	ZnNa(PO ₃) ₃	MnNa(PO ₃) ₃	Na ₂ O– ZnO– P ₂ O ₅ – SiO ₂	Na ₂ O– MnO– P ₂ O ₅ – SiO ₂
39,0	77,0	5,6	0,0	5,6	0,0

Как следует из представленных данных, в растворе не модифицированного полифосфата натрия БПК₅ увеличивается, поскольку, как уже было сказано выше, фосфор является биогенным элементом, а катион натрия не оказывает токсического действия на микроорганизмы.

В растворах полифосфата натрия, модифицированного оксидом цинка, также как и в растворах силикополифосфата цинка-натрия, БПК₅ снижается практически в 7 раз по сравнению с исходной водой, и в 14 раз по сравнению с водой, содержащей полифосфат натрия (таблица 47)

В растворах, содержащих полифосфат натрия, модифицированный оксидом марганца, а также в растворах силикополифосфата натрия-марганца, биохимическое потребление кислорода отсутствует, что свидетельствует об отсутствии роста микроорганизмов вследствие наличия в растворах катионов марганца, обладающих большим токсическим действием, по сравнению с катионами цинка.

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование силикополифосфатов натрия-цинка и натрия-марганца, не только обеспечит защиту металла от электрохимической коррозии, но и от возможной биокоррозии, а также существенно снизит обрастание его поверхности биоотложениями. В то время как при антикоррозионной обработке воды не модифицированным полифосфатом натрия возможно увеличение биообрастаний на внутренней поверхности трубопроводов и оборудования и развитие биокоррозии [266].

Сопоставление результатов лабораторных экспериментов с данными опытно-промышленных испытаний позволило установить общие закономерности процессов антикоррозионной обработки воды, транспортируемой стальными водоводами и показать, что разработанные новые силикополифосфатные ингибиторы обеспечивают эффективную защиту поверхности металлов от коррозии в широком диапазоне концентраций, в том числе и при малых концентрациях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам для питьевой воды (1мг P₂O₅/л). При этом разработанные составы эффективны в водах с различным солесодержанием как по брутто-составу, так и по содержанию анионов-стимуляторов коррозии металлов. Следует отметить, что новые

силикополифосфатные ингибиторы обладают эффектом последействия, что позволяет прекращать их дозирование после завершения формирования защитного слоя на поверхности водоводов.

При применении силикополифосфатных ингибиторов в практике защиты промышленных водоводов от внутренней коррозии нет таких жестких концентрационных ограничений, как в случае питьевых водоводов. В результате рабочие концентрации ингибиторов по P_2O_5 могут быть увеличены более чем на порядок и составлять 10-50 мг/л, что обеспечивает в транспортируемой воде содержание катионов цинка и марганца достаточное для подавления роста и жизнедеятельности различных микроорганизмов, что способствует торможению процессов биокоррозии и биообрастаний.

В результате проведенных исследований был разработан общий технологический регламент антикоррозионной обработки воды, который может быть использован для защиты внутренней поверхности как питьевых, так и промышленных водоводов.

6.5 Технология антикоррозионной обработки воды, транспортируемой стальными трубопроводами, силикополифосфатными ингибиторами

6.5.1 Общие положения

Стальные магистральные водоводы коммунально-бытового и промышленного назначения являются морально не стареющими, металлоемкими конструкциями, надежность и срок эксплуатации которых зависят в основном от их коррозионной стойкости. Отсутствие противокоррозионной защиты внутренней поверхности водоводов приводит к ее обрастанию продуктами коррозии, сквозным проржавлениям (свищи) и сверхнормативному содержанию железа в воде у потребителей, оказывающему негативное действие как на технологические операции (для промышленных водоводов), так и на здоровье людей (коммунально-бытовые водоводы).

В целях снижения скорости коррозионных процессов и предотвращения зарастания внутренней поверхности водоводов продуктами коррозии, а также в целях увеличения их долговечности и надежности, необходимо проводить антикоррозионную обработку воды ингибиторами, из которых наиболее эффективными следует считать силикополифосфаты цинка-натрия, кальция-натрия (питьевое водоснабжение) и марганца-натрия (промышленное водоснабжение).

Обработку воды ингибиторами необходимо проводить только непосредственно после очистки внутренней поверхности водоводов гидромеханическим или гидродинамическим способами.

Гидромеханическую и гидродинамическую очистку внутренней поверхности водоводов от коррозионных отложений следует рассматривать с одной стороны как профилактическое мероприятие, обеспечивающее поддержание на необходимом уровне эксплуатационные характеристики водовода, с другой - как операцию по замедлению и сокращению процессов локальной коррозии, создающую необходимые условия для формирования защитных антикоррозионных покрытий при последующей обработке воды силикополифосфатными ингибиторами.

6.5.2 Организация контроля защитного действия обработки воды силикополифосфатными ингибиторами

Контроль защитного действия обработки воды силикополифосфатными ингибиторами должен осуществляться проведением мониторинга за содержанием двухвалентного, общего окисленного железа и растворенного кислорода в воде (для питьевых водоводов, для промышленных – только в случае влияния катионов железа на технологический процесс) и ежегодным осмотром образцов-индикаторов, конструкция которых обеспечивала бы эквивалентность электрических и гидродинамических условий относительно внутренней поверхности трубопровода (для коммунально-бытовых и промышленных водоводов). При отсутствии образцов-индикаторов для анализа и расчета скорости коррозии можно использовать вырезки водовода для шламовыпусков в процессе очистки водовода.

Аналитическое определение содержания катионов железа в воде необходимо проводить ежедневно не только в начальной и конечной точках, но и по длине трассы, для чего необходим монтаж пробоотборников. Расстояние между пробоотборниками и их количество зависят от общей длины и профиля трассы и определяются для каждого конкретного водовода отдельно.

Аналитическое определение содержания растворенного в воде кислорода (как вспомогательного показателя скорости коррозии) также проводят ежедневно наряду с определением концентрации катионов железа. При отборе проб на растворенный кислород во избежание искажения результатов анализа необходимо строго соблюдать правила отбора проб с использованием специальных насадок и склянок. Измерение содержания растворенного в воде кислорода необходимо проводить при помощи специальных приборов – кислородомеров КЛ-115, КЛ-215, а в случае их отсутствия – иодометрическим титрованием по Винклеру, сопоставляя полученные результаты с равновесными концентрациями растворенного в воде кислорода при соответствующей температуре.

Наряду с определением аналитических коррозионных характеристик необходимо ежедневно проводить контроль за подачей ингибитора в начальной точке, сопоставляя данные химического анализа (в пересчете на P_2O_5) с суточным расходом силикополифосфата по товарному продукту.

6.5.3 Технологический режим обработки воды дозами силикополифосфатных ингибиторов для питьевых водоводов

Обработку воды силикополифосфатами натрия-кальция или натрия-цинка для водоводов коммунально-бытового водоснабжения следует начинать непосредственно после очистки (гидромеханической или гидродинамической) внутренней поверхности трубопровода от коррозионных отложений.

Концентрацию силикополифосфата в точке ввода в зависимости от длины водовода, профиля трассы и конкретных условий эксплуатации необходимо поддерживать на таком уровне, чтобы его остаточная концентрация у потребителя не превышала 1,0 мг P_2O_5 /л. Если остаточная концентрация силикополифосфата в конечной точке менее 0,5 мг P_2O_5 /л, то необходимо либо повысить дозу реагента в начальной точке, либо предусмотреть промежуточные пункты ввода ингибитора по трассе водовода.

При достижении в конечной точке трассы концентрации двухвалентного железа $0,0 \div 0,1$ мг/л подачу ингибитора можно прекратить до момента увеличения концентрации $Fe^{+2} > 0,3$ мг/л. После чего начать ввод силикополифосфата.