

- Продолжение работы сложных систем при нарушении каналов связи между ее элементами: локальные устройства должны продолжать управление;
- Универсальность обслуживания и сопровождения приборов;
- Возможность поэтапного внедрения: от простых локальных задач к комплексным системам;
- Соответствие применяемых средств управления сложности автоматизируемого оборудования;
- Преимущество по отношению к выпускаемым первичным датчикам и исполнительным устройствам;
- Диагностика оборудования операторами дистанционно;
- Возможность интеграции с существующими приборами и системами учета;
- Наилучшее соотношение «цена–качество».

УДК 65.05+628.23+536.2:541.64:64678.026

*В.А.Юрченко, Е.В. Бригада
УГНИИ «УкрВОДГЕО»,
В.В.Ефанова
ЗАО «ОЦЕЛОТ»*

ЗАЩИТА БЕТОНА ОТ БИОГЕННОЙ СЕРНОКИСЛОТНОЙ АГРЕССИИ В СЕТЯХ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПОКРЫТИЕМ БАРЬЕРНОГО ТИПА VMX-БАЗАЛЬТ

Приведены результаты испытаний эффективности покрытий различного химического состава в защите бетона от биогенной сернокислотной агрессии в натуральных условиях. По результатам испытаний отмечены покрытия наиболее перспективные для повышения долговечности бетонных сетей и сооружений на них. Представлены свойства наиболее эффективного покрытия в сетях водоотведения VMX-Базальт.

Сооружения канализации как технические средства защиты окружающей среды от загрязнения жидкими отходами выполняют природоохранную функцию, обеспечивая экологическую безопасность водопользования, но как масштабные промышленные объекты, служат фактором техногенного экологического риска. Одной из наиболее острых проблем надежности водоотведения как в Украине, так и зарубежом, является коррозионное разрушение бетонных канализационных трубопроводов, протяженность которых составляет около 25% протяженности всех сетей. До 74% аварий на бетонных коллекторах вызваны разрушением сводовой части в результате воздействия серной кислоты, образуемой тионовыми бактериями.

В настоящее время в массовую периодическую печать и в научно-технические издания поступает большой объем рекламных сообщений о различных специальных средствах для обмазочной защиты бетонных конструкций водоотведения. Гидроизоляционные материалы активно предлагаются дистрибьюторами для защиты конструктивов от протечек воды и очагов коррозионной агрессии, в том числе биогенной сернокислотной.

Целью работы являлся скрининг отечественных и зарубежных материалов, предлагаемых для защиты бетона в сетях водоотведения.

Для проведения скрининга использовали разработанную в УГНИИ «УкрВОДГЕО» методику оперативного количественного определения эффективности покрытий различного состава в защите бетона от биогенной сернокислотной агрессии и устройство для ее выполнения. Определение основывается на установлении диффузии кислоты через покрытие и количественной оценки активности этой диффузии. Если покрытие допускает диффузию серной кислоты, то продукты взаимодействия серной кислоты с компонентами бетона (главным образом цементными гидратами) неизбежно разрушат покрытие.

С помощью этой методики было испытано более 30 видов коммерческих покрытий, которые характеризуются высокими гидроизоляционными свойствами, а также устойчивостью к воздействию серной кислоты при испытании в лабораторных условиях. Однако, как показали результаты испытаний этих покрытий при защите бетонных образцов в канализационных сетях

(концентрация сероводорода в газовой среде при экспозиции 40 ± 20 мг/м³) абсолютное их большинство оказались нестойкими в условиях биогенной сернокислотной агрессии и допустили диффузию серной кислоты к бетону.

Таблица

Оценка эффективности покрытий различного состава в защите бетона от биогенной сернокислотной агрессии

Состав покрытия	Состояние покрытия после экспозиции образцов			
	Внешние повреждения	Визуальная оценка адгезии	Проницаемость для H ₂ SO ₄	Прогнозный срок до разрыва покрытия, сут
Полиэфирные соединения	+	Хор.	+	< 30
Эпоксидная композиция (СНиП 11-28-73)	+	Уд.	+	115
Полиэтилен	-	Уд.	-	> 1825*
Пропитка кремнийорганическим лаком ВВ7	-		+	
Кольматирующая смесь на основе цемента	+	Хор.	+	
Жидкая резина		Хор.	+	333
Битумно-латексная основа		Хор.,-уд.	+	2233
Модифицированный графит с полиуретановых связующим		Неуд.	+	321
Полиуретановые синтетические смолы	+	Хор.	+	2250
Битум, цемент, песок, эластомерные полимеры, латекс	+	Хор.	+	1688
Полимерное покрытие VMX-Базальт с ПАВ		Отл.	-	> 3650

Полимерное покрытие VMX-Базальт без ПАВ		Отл.	-	> 3650
Полиуретан	+	Хор.	+	< 157

С нашей точки зрения это явление обусловлено особенностями самой микробиологической агрессии и составом среды – пленочной конденсатной влаги, содержащей продукты жизнедеятельности бактерий - которая воздействует на защитные покрытия.

По результатам испытаний покрытий можно отметить, что невысокую степень надежности в защите бетона от биогенной сернокислотной агрессии проявили покрытия на основе цемента, эпоксидные композиции, битум и полипропилен без добавок. Ряд покрытий (жидкая резина, битум с добавками), обеспечивших защиту бетона имели очень большую толщину и низкую адгезию к бетону. Наиболее эффективную защиту бетона обеспечивали полиэтилен (его испытания продолжаются четвертый год) и полимерное покрытие барьерного типа наполненное базальтовыми чешушками. Экспериментально установлено, что эти материалы обладают устойчивостью к агрессивным компонентам конденсатной влаги, образуемым микроорганизмами.

Покрытие VMX-Базальт в октябре 2005 г. было нанесено на железобетон и металлоконструкции шахтного ствола № 4 главного действующего коллектора. Перед нанесением стена шахты была обработана водной струей под давлением. Покрытие наносилось на мокрую поверхность шахты и металлоконструкций. Газовоздушная среда шахты содержала: SO₂- 8 мг/м³, H₂S-35 мг/м³, CO₂-0,4 мг/м³, CH₄-0,1 % об., CO- 0 мг/м³.

Осмотр состояния покрытия VMX-Базальт, нанесенного на железобетон и металлоконструкции, показал, что вздутий, разрывов и отслаивания покрытия на защищенных поверхностях не наблюдается. Поэтому были сделаны выводы:

1. Покрытие VMX-Базальт устойчиво к биогенной коррозии в сетях водоотведения.
2. Покрытие VMX-Базальт эффективно и надежно защищает железобетон и металлоконструкции в сетях водоотведения.

3. По опыту испытаний на Комплексе «Харьковводоотведение» различных покрытий путем нанесения на стены шахт действующих сетей только покрытие VMX-Базальт сохранилось без разрушения, отслаивания, вздутий более 6,5 месяцев.

4. Покрытие VMX-Базальт рекомендуется для защиты железобетона и металлоконструкции в сетях водоотведения.

Фирма «ОЦЕЛОТ», для решения проблемы коррозии предлагает принципиально новый универсальный комплексный подход к защите металлоконструкций, железобетонных конструкций, оборудования больших форм, работающих в условиях интенсивной коррозии и абразивного износа VMX-Базальт.

Покрытие VMX-Базальт разработано и выпускается фирмой «Оцелот»

Износостойкое полимерное покрытие VMX-Базальт - это новый тип толсто пленочных полимерных покрытий барьерного типа, содержащий пластинчатый наполнитель, в качестве которого выступают активированные базальтовые чешуйки. Барьерный эффект обеспечивают активированные базальтовые чешуйки (АБЧ), они накладываются друг на друга, образуя взаимно перекрывающиеся слои. Такая структура в 10-15 раз уменьшает проницаемость защитного слоя для жидких и газообразных веществ, обеспечивает отсутствие подпленочной коррозии.

АБЧ армирует полимер, как металлические стержни армируют бетон. Фактически это стеклопластик, точнее базальтопластик

VMX-Базальт обеспечивает эффективную защиту от коррозии не только черных металлов, но и цветных - латунь, бронзы, авиационных сплавов, дюралюминия и бетона. Защищает и от абразивного износа. При покрытии бетона прочность на изгиб увеличивается в 2 раза.

Покрытие надежно защищает от органических (уксусная, салициловая) и неорганических кислот (серная, соляная), а также щелочей (NaOH, KOH), растворов солей, минеральных удобрений, электролитов, окислителей - (перекись водорода), сероводородсодержащих нефтей. Это подтверждено многочисленными испытаниями.

Так, испытания проведенные УГНИИ «Укрводгео» г. Харьков показали, что только VMX-Базальт защищает бетонные городские коллекторы от разрушения тионовыми бактериями, образующих серную кислоту при осаждении на покрытия, проникающих через покрытие и разрушающих бетон. Это подтверждают. Из 30 представленных покрытий только VMX-Базальт сохранил свои свойства после выдержки в коллекторе с высоким (60 мг/м^3) содержанием SO_2 в течении 4 месяцев.

Покрытие надежно защищает сварные швы металлоконструкций, труб, днища судов. Экспериментальные испытания в Севастополе в войсковой части на днищах судов.

VMX-Базальт имеет высокую химическую стойкость, физическую прочность, высокую адгезию и долговечность (в условиях морского тропического климата Гавана, Ханой, не менее 15 лет). Защищает широкую гамму материалов.

Полимерное покрытие не требует специальной подготовки защищаемой поверхности, ее не обязательно обрабатывать пескоструйным методом. Нанесение возможно на поверхности со следами масел, ржавчины, на мокрые поверхности, а следовательно наше покрытие не имеет ограничений по влажности атмосферы, т.е. точка росы не влияет на нанесение.

VMX-Базальт позволяет проводить ремонт под водой трубопроводов, ремонт пробоин днищ судов, производить стыковку трубопроводов, проходящих под водой.

Износостойкое полимерное покрытие имеет очень много преимуществ в сравнении с другими аналогами. Оно не требует грунтовки, но для других покрытий служит грунтом, что увеличивает долговечность используемых покрытий в 3,5 раза.

Может наноситься как на малые так и на большие формы оборудования непосредственно в цехе или на монтажной площадке, в полевых условиях, не требует демонтажа конструкций

Безусловная легкость ремонта поврежденных слоев VMX-Базальт, нанесенные ранее слои VMX-Базальт легко перекрываются новым слоем покрытия в любых рабочих условиях (полевые, водные площадки.)

VMX-Базальт создает барьер повышенной устойчивости к механическим повреждениям - удару, растрескиванию, ползучести трещин, расслаиванию, образованию под пленочной коррозии.

Покрытие не только надежно защищает металло- и железобетонные конструкции от коррозионного разрушения, но и при необходимости создает шероховатость поверхности различной степени для устранения скольжения. Это палубы военных кораблей, посадочные площадки вертолетов, железнодорожные платформы, трапы, ступени в поездах и электричках.

Долговечность и надежность покрытия VMX-Базальт позволяет в несколько раз повысить срок службы, уменьшить затраты на обслуживание и текущий ремонт конструкций и оборудования – а это экономия вложенных средств.

Покрытие состоит из наполнителя и полимерного связующего, которое является нашей разработкой.

Как уже было сказано, наполнителем в покрытии являются базальтовые чешуйки, полученные из базальта Украины, запасы которого составляют около 150 млн. т. Благодаря разработанной нами технологии получения, в структуре чешуек имеются кристаллические области гематита, по твердости приближающегося к корунду, что и обеспечивает высокую стойкость покрытий к абразивному износу. Кроме того, разработанная технология позволяет создать на поверхности чешуек активные, по отношению, к полимерному связующему, центры.

Это обеспечивает прочную химическую связь наполнителя и полимера, что приводит к образованию полимерного композиционного материала, покрытия с высокими физико-механическими свойствами.

Чешуйки обладают высокой химстойкостью. Они не растворяются в горячих щелочах и кислотах за исключением плавиковой. Химически стойкий наполнитель чрезвычайно важен для защитных покрытий. Так известны пластинчатые наполнители – железные, цинковые чешуйки, но они реагируют с коррозионно-активными ионами, находящимися как в газовой так и в водной среде. Активированные базальтовые чешуйки обеспечивают в полимерном покрытии высокую светостойкость, ударную прочность, модуль упругости, коэффициент теплопроводности.

Долговечность и надежность покрытия VMX-Базальт обеспечивает второе составляющее – полимерное связующее.

Полимерное связующее для покрытия VMX-Базальт разработано нами на основе акрилатных сополимеров. Связующее содержит различные модифицирующие добавки и поверхностно-

активные вещества, которые позволяют наносить покрытие на влажные поверхности, производить ремонт под водой и обеспечивающие высокую адгезию – прилипание, к защищаемой поверхности.

Так у нашего покрытия адгезия к металлу под водой 10-12 МПа, для сравнения у зарубежных аналогов на воздухе «Дурафлекс»-7МПа; «Санкоат»-3,6МПа, «Йотон»-16,4МПа.

Связующее обеспечивает высокую химическую стойкость к кислотам, щелочам и растворам солей, введение чешуек создает синергический эффект и значительно повышает химстойкость за счет уменьшения скорости диффузии коррозионно-активных ионов к подложке. Полимерное связующее может применяться в качестве клея, герметика, для изготовления химически стойких стеклопластиков – лодки, серфинги.

Испытания свойств покрытия VMX-Базальт проведены ведущими институтами Украины и России: Институтом электросварки им. Патона, (в аккредитованной лаборатории коррозии и защиты), Львовский химико-технологический институт выдал нам сертификат по использованию VMX-Базальт для защиты наружно поверхности трубопроводов, Научно-исследовательским институтом строительных материалов и другими.

Новизна и отсутствие подобных технологий подтверждено патентами практически всех стран мира: Европейский (22 страны), Россия, Турция, Вьетнам, Латвия, Литва, Евразийский патент, Сингапур, Австралия, Новая Зеландия, Польша, Китай, Турция и др.

Наши разработки отмечены:

- на Международной выставке изобретений в Брюсселе - золотой медалью;
- на Международной выставке по коррозии ЛенЭкспо, УкрНафтоГаз.