

*Бажанова М. Е., доц.,  
Ерофеев В. Т., д-р техн. наук, проф.  
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева*

## СТОЙКОСТЬ ТРУБОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Mbazhanova@yandex.ru

*В статье представлены результаты исследований почвенной коррозии образцов из стальных, оцинкованных, полипропиленовых и металлопластиковых труб. Даны описания трубопроводных материалов различных изготовителей.*

*Установлено, что в результате испытаний в почвах различных районов Республики Мордовия произошли физико-механические изменения трубопроводных материалов, выдержанных в переменных температурно-влажностных условиях в течение года.*

**Ключевые слова:** *трубопроводы, почвенная коррозия, микроорганизмы, микробное число.*

В санитарно-технических системах применяются трубопроводы из различных материалов. Диапазон температур применения труб из различных материалов составляет: стальных от –200 до +200 °С; полипропиленовых от –10 до +80 °С; металлопластиковых от –40 до +95 °С [4]. Область применения стальных труб – это практически все существующие климатические регионы, способы прокладки – надземные и подземные, назначение – промышленность, сельское хозяйство, транспорт, коммунальное хозяйство. Стальные трубопроводы подвержены коррозии в результате физико-химических и биологических процессов, происходящих в почве. Для полипропиленовых и металлопластиковых труб диапазон температур транспортируемой жидкости меньше и, как следствие, ограничение используемых областей. Максимальная рабочая температура пластиковых материалов для трубопроводов составляет 95 °С, критическая – до 110 °С. Это говорит о низкой их сопротивляемости воздействию высоких температур. Преимущества труб из полимерных материалов по отношению к стальным – это более высокая сопротивляемость к коррозии. Именно поэтому в 50-х гг. XX столетия стали применяться пластиковые материалы в сантехнических системах. В 70-х гг. были созданы трубопроводные материалы, состоящие из слоя алюминия и нескольких слоев пластика.

По утверждению производителей – трубы из полимерных материалов экологически чистые, химически нейтральные, в таких трубах не накапливаются отложения – благодаря шероховатости 0,003–0,007 мм, меньшей во много раз, чем у стальных труб. Это отражается на пропускной способности труб, которая увеличивается в результате этого, так как поток жидкости в этом случае близок к ламинарному. Долговечность труб из полимерных материалов превосходит срок службы стальных трубопроводов.

Учитывая все характеристики трубопроводных материалов, для исследования на корро-

зионную стойкость были выбраны такие материалы:

1. Трубы металлопластиковые производства «HENCО» - Бельгия. Металлопластиковая труба – это алюминиевая труба, сваренная лазером встык. Внутренний и внешний слой трубы изготавливаются из гранул полиэтилена высокой плотности (HDPE), сшитых потоком электронов. Это конструкция из трех основных и двух связующих слоев. Внутренний слой произведен из сшитого полиэтилена высокой плотности (HDPE). Алюминиевый слой выполнен из специальной фольги толщиной 0,4 мм со сварным швом по всей длине. При помощи специального клея основные слои связываются друг с другом. Вся труба сшита посредством бомбардировки электронами как внутреннего, так и внешнего слоев. Коэффициент сшивания составляет 60-65 %. Сшивание полиэтилена представляет процесс образования продольных и поперечных связей между молекулами полимера под воздействием интенсивной бомбардировки электронами. В результате металлопластиковые трубы «HENCО» приобретают устойчивость к резким перепадам давления и температур. Применяются во внутренних инженерных системах строящихся и реконструируемых зданиях, а также при транспортировке жидких и газообразных сред в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и транспорта.

2. Трубы из полипропилена, производимые фирмой западной Германии в г. Веста Gebr. OSTENDORF Kunststoffe GmbH Co.KG. Применяются для систем горячего и холодного водоснабжения, отопления, а также используются как распределительный механизм в жилых, административных и промышленных зданиях. Полипропилен – термопластичный линейный полимер. Получаемый в промышленности полипропилен имеет изотактическую структуру. В своих работах А.К. Рудакова отмечает определенные типы связей, которые труднодоступны и недоступны для плесневых грибов, а также доступные формы углерода для микроорганизмов.

Существует определенная зависимость между степенью биоповреждения и химической структурой материала [2].

3. Трубы стальные водогазопроводные (Выксунский металлургический завод) выпускаются согласно ГОСТ 3262-75 из сталей по ГОСТ 380-88 и ГОСТ 1050-88. Применяются для водопроводов и газопроводов, систем отопления, а также для водопроводных и газопроводных конструкций. Строение металлов имеет свои особенности. Наличие кристаллической решетки определяет механические свойства – прочность, твердость, то есть высокую сопротивляемость механическим нагрузкам. Прочность углеродистой стали повышается с увеличением содержания углерода до 0,9 %, а при более высоком содержании углерода уменьшается.

4. Трубы водогазопроводные (Таганрогский металлургический завод) производятся методом печной сварки в трубосварочном цехе оцинкованные и неоцинкованные условным проходом в соответствии со стандартами API, EN/DIN, ASTM. Толщина цинкового покрытия по всей наружной и внутренней поверхности не менее 30 мкм. Применяются для прокладки водопроводов и газопроводов, для систем отопления, для деталей водопроводных и газопроводных конструкций.

Испытания образцов из разных трубопроводных материалов после выдерживания в почвах различных районов Мордовии показали изменения физико-химических свойств. Различия в химическом составе исследованных материалов для производства труб оказывают влияние на технические характеристики. Изменение твердости материалов стальных трубопроводов после выдерживания их в переменных температурно – влажностных условиях в течение года незначительно, тогда как полипропиленовые трубопроводные материалы показали значительное снижение твердости.

Твердость (HRB) стальных водогазопроводных образцов выше, чем у образцов из оцинкованных труб, но в результате длительного воздействия почв в различных районах Мордовии (12 мес) твердость уменьшилась незначительно у всех извлеченных образцов.

Средние показатели твердости контрольных образцов составили: из оцинкованных труб – 72; ст. водогазопроводных – 80. Твердость образцов, извлеченных из почв юго-западного района г. Саранска: из оцинкованных труб – 69; ст. водогазопроводных – 78. Твердость аналогичных образцов, извлеченных из почв Лямбирского района Республики Мордовия: из оцинкованных труб – 71, ст. водогазопроводных – 73.

Если сравнить показатели твердости полипропиленовых труб до загрузки и после извлечения образцов из грунта через 12 месяцев, то

уменьшение твердости образцов значительно. До загрузки образцов в грунт твердость составляла - 168,0 МПа. Через 1 год после выдерживания в почвах на юго-западе г. Саранска – 137,6 МПа; через 1 год после выдерживания в почвах Лямбирского района – 138,5 МПа.

Изменение твердости металлопластиковых труб отличается от полипропиленовых. До загрузки твердость составила – 76,3 МПа, тогда как после извлечения из грунта на юго-западе г. Саранска – 120,3 МПа, Лямбирского района – 150,7 МПа. Уплотнение внутреннего слоя – полиэтилена и внешнего слоя пластика повлекло увеличение показателей твердости.

После испытаний образцов был определен видовой состав микроорганизмов, поселившихся на них. Ранее были обнаружены представители микроскопических грибов: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Botrytis*, *Cladosporium* [5].

На опытных образцах были также обнаружены многочисленные бактерии, заселившие различные трубопроводные материалы. Количественный состав бактерий, заселивших исследуемые образцы, производился путем счета колоний (чашечный метод Коха). В чашках Петри с плотной питательной средой производят посев определенного объема исследуемого материала. При последующем выращивании посева в термостате из каждой клетки в результате размножения образуется колония; количество их подсчитывают.

Степень микробной обсемененности образцов из металлопластика, закладываемых на юго-западе г. Саранска составила  $3,2 \cdot 10^6$ , т.е. количество бактерий, приходящихся на  $1 \text{ см}^2$  исследуемого материала -  $0,48 \cdot 10^6$ , тогда как в Лямбирском районе -  $0,01 \cdot 10^6$  (рис. 1).

Общее микробное число для образцов из полипропилена составило: для образцов, закладываемых на юго-западе г. Саранска -  $2 \cdot 10^6$ ; для Лямбирского района -  $5,4 \cdot 10^6$  (рис. 2).

Кроме того, на образцах, изготовленных из полипропилена, больше всего обнаружено кислотообразующих бактерий.

Количество бактерий, приходящихся на  $1 \text{ см}^2$  стальных и оцинкованных образцов, закладываемых на юго – западе г. Саранска, примерно одинаково: стальных -  $0,67 \cdot 10^6$ , оцинкованных -  $0,58 \cdot 10^6$ . Количество бактерий, приходящихся на  $1 \text{ см}^2$  стальных и оцинкованных образцов, закладываемых в Лямбирском районе, существенно отличается: стальных -  $0,71 \cdot 10^6$ ; оцинкованных -  $2,02 \cdot 10^6$ .

В отечественной литературе описана бактериальная коррозия, которой подвержены трубы центральных отопительных систем. Отмечается доминирование СРБ летом, а зимой – железобактерий в пораженных установках. Это приво-

дит к локальным отложениям сульфида железа и перфорации труб в этих местах [1].

*a*



*б*



Рис. 2. Чашки Петри с колониями бактерий, выросшими на питательной среде:

*a* – образцы из металлопластика находились на юго-западе г. Саранска; *б* – образцы из металлопластика находились в Лямбирском районе

*a*



*б*



Рис. 3. Чашки Петри с колониями бактерий, выросшими на питательной среде:

*a* – образцы из полипропилена находились на юго-западе г. Саранска; *б* – образцы из полипропилена находились в Лямбирском районе

После исследований потери при обработке специальными составами для удаления ржавчины с поверхностей образцов различны. Для стальных образцов и оцинкованных, выдержанных в почвах юго-запада г. Саранска, потери отличаются на десятые доли процента, тогда как для образцов с Лямбирского района они составили в несколько раз больше. Также у оцинкованных образцов из разных контейнеров при обработке потери в процентном отношении больше, чем у стальных водогазопроводных.

Авторы Л.П. Сидоренко и Р.Е. Пашкевич исследовали образцы сплавов, на которые гальваническим способом были нанесены покрытия из олова и висмута, и установили, что в натуральных условиях образцы зарастали грибами в отличие от лабораторных условий [3]. Исследования, проведенные нами с образцами из стальных и оцинкованных труб, показали наличие бактерий, заселивших данные образцы в течение года в почвах различных районов Республики Мордовия. Количество и видовой состав микроорганизмов зависят от состава почв, от содержания в них марганца, молибдена, меди, цинка, кобальта, бора и др.

Таким образом, подверженность механическим воздействиям образцов из различных материалов в результате исследований в натуральных условиях различна и зависит от многих факторов: химический состав, плотность материала, область и диапазон температур применения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреюк Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А. Микробная коррозия и ее возбудители. Киев: «Наукова думка». 1980. 287 с.
2. Рудакова А.К. Микробиологическая стойкость полихлорвиниловых пластикатов, применяемых в кабельной промышленности // Труды ВНИИКП.М., 1969. Вып.13. С.93-103.
3. Сидоренко Л.П., Пашкевич Р.Е. Изучение грибостойкости металлических систем в лабораторных и натуральных условиях // Тезисы докладов конференции «Биоповреждения в промышленности»: В 2 ч, Пенза, 1993. Ч.1. С. 67-68.
4. Современные строительные материалы и товары – М.: Справочник: ООО «Изд-во «Эксмо», 2005. 576 с.
5. Бажанова М.Е., Атыкян Н.А., Смирнова О.Н., Ерофеев В.Т. Видовой состав почвенной микрофлоры, выделенной с трубопроводных материалов в условиях Республики Мордовия // Материалы третьей Междунар. науч.-техн. конфер. «Биоповреждения и биокоррозия в строительстве»: Саранск. Изд-во Мордов.ун-та, 2010. С. 6-11.