

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОРОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПЛАСТМАСС

Д.В. Гвоздев, О.Г. Панин, Ю.В. Кириченко, С.В. Амосов

Последние десятилетия были ознаменованы повсеместным переходом на пластмассовые трубопроводы и, хотя в России только в последние годы начали менее настороженно относиться к пластикам, тенденция отказа от стальных трубопроводов в сфере отопления и горячего водоснабжения налицо. Однако, несмотря на очевидные преимущества трубопроводов из пластмасс, для данной области применения у них есть один недостаток – пластмасса, в отличие от стали, не является для кислорода непроницаемой, а значит, в процессе эксплуатации кислород из окружающего воздуха диффундирует через стенку трубы, насыщая циркулирующую в трубопроводе воду, что, в свою очередь, может привести к интенсивной коррозии стальных элементов отопительных систем. Но, как известно, у каждой проблемы есть решение. В нашем случае – нанесение барьерного слоя, который способен существенно снизить, если вовсе не предотвратить, про-

никновение кислорода через стенку трубы. В качестве такого покрытия широко применяют, например, алюминиевую фольгу или сополимер этилена и винилового спирта.

Понятно, что если есть барьерный слой, обладающий специфическими свойствами, то эти свойства необходимо подтверждать лабораторными исследованиями. В соответствии с

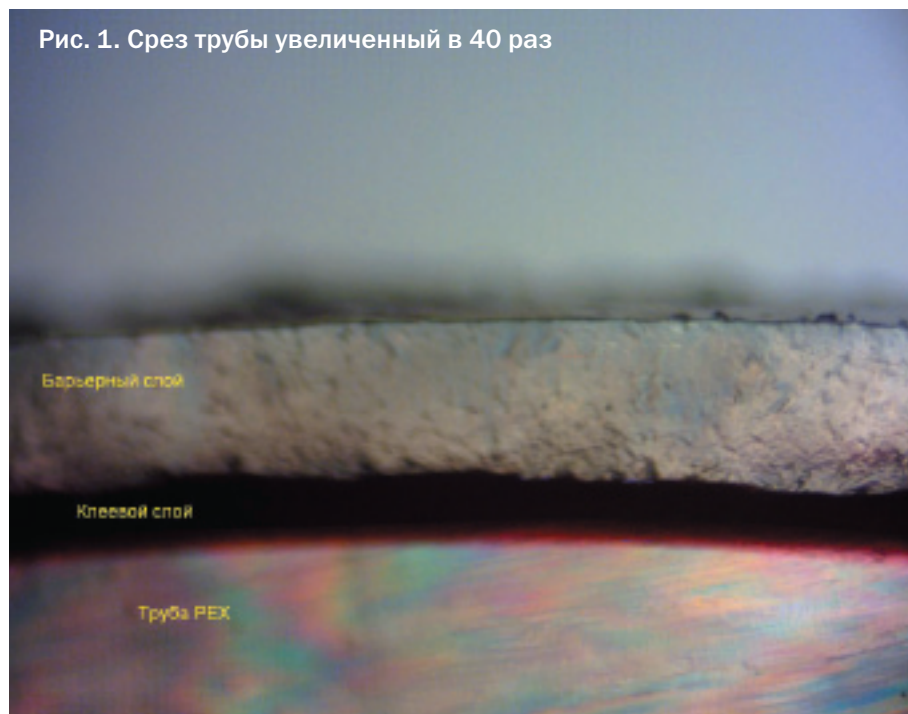


Рис. 1. Срез трубы увеличенный в 40 раз

международным стандартом ИСО 17455 «Трубопроводы из пластмасс – Многослойные трубы – Определение кислородопроницаемости трубы с барьерным слоем» существует два метода оценки свойств такого покрытия – статический и динамический. Сущность обоих методов заключается в определении количества кислорода, продиффундировавшего в транспортируемую среду через стенку трубы в указанных условиях (время и температура). Результаты испытаний, полученные по обоим методам, сопоставимы, что делает выбор метода не принципиальным.

При проведении испытания динамическим методом вода постоянно циркулирует в замкнутой системе (по сути, эта система является миниатюрным аналогом системы отопления), частью которой является испытуемый образец трубы с покрытием. В процессе испытания постоянно фиксируют изменение концентрации кислорода, и как только скорость диффузии становится постоянной – циркуляцию воды останавливают и рассчитывают значение кислородопроницаемости. При проведении испытания статическим методом в замкнутой системе циркуляция воды отсутствует, а после термостатирования при определенной температуре в течение заданного времени в воде фиксируется концентрация кислорода.

В соответствии с ИСО 17455 при определении значения кислородопроницаемости не учитывается толщина барьерного слоя. Однако для оценки свойств барьерного слоя необходимо иметь сведения о его толщине.

Толщину барьерного слоя на образцах труб измеряли с помощью поляризационного микроскопа М600Т с возможностью 40-кратного увеличения изображения, снабженного камерой MicroscopeEye-PieceCamera. Это позволило нам проводить измерения с точностью  $\pm 0,005$  мм на срезах толщиной 1–2 мм. Из-за узкого поля зрения микроскопа (порядка 0,7x1,0 мм) замеры проводились в не менее чем в шести противо-

Материал барьерного слоя	Толщина барьерного слоя, мм	Кислородопроницаемость мг/(м <sup>2</sup> x сут.)
Evasin EV-2904	0,17-0,27	0,78
Soamol DC-3205 HB	0,09-0,1	0,65
Без барьерного слоя	-	37,5

Таблица. 1

ложно расположенных по диаметру точек среза для более точной оценки разнотолщинности барьерного слоя по периметру трубы.

В качестве примера на рисунке 1 приведен снимок среза одного из образцов многослойной трубы с барьерным и клеевым слоями.

Испытание проводилось на разработанной НТЦ «Пластик» установке, соответствующей требованиям ИСО 17455, статическим методом. Установка для испытания представляет собой замкнутую систему, включающую автономные узлы подготовки воды и термостатирования образца.



Подготовка воды с низкой концентрацией кислорода (менее 10 мкг/л) может осуществляться несколькими способами, например, путем длительной циркуляции исходной дистиллированной воды через слой стальной стружки и систему очистки с фильтрами или продувкой инертными газами.

При циркуляции подготовленной воды в замкнутой системе с испытуемым образцом может регулироваться начальная концентрация кислорода, которая в соответствии с требованием стандарта должна быть стабильна и находиться в пределах  $CO_{2нач} \leq 100$  мкг/л. Непрерывное измерение концентрации кислорода производится с помощью прибора Si 792.

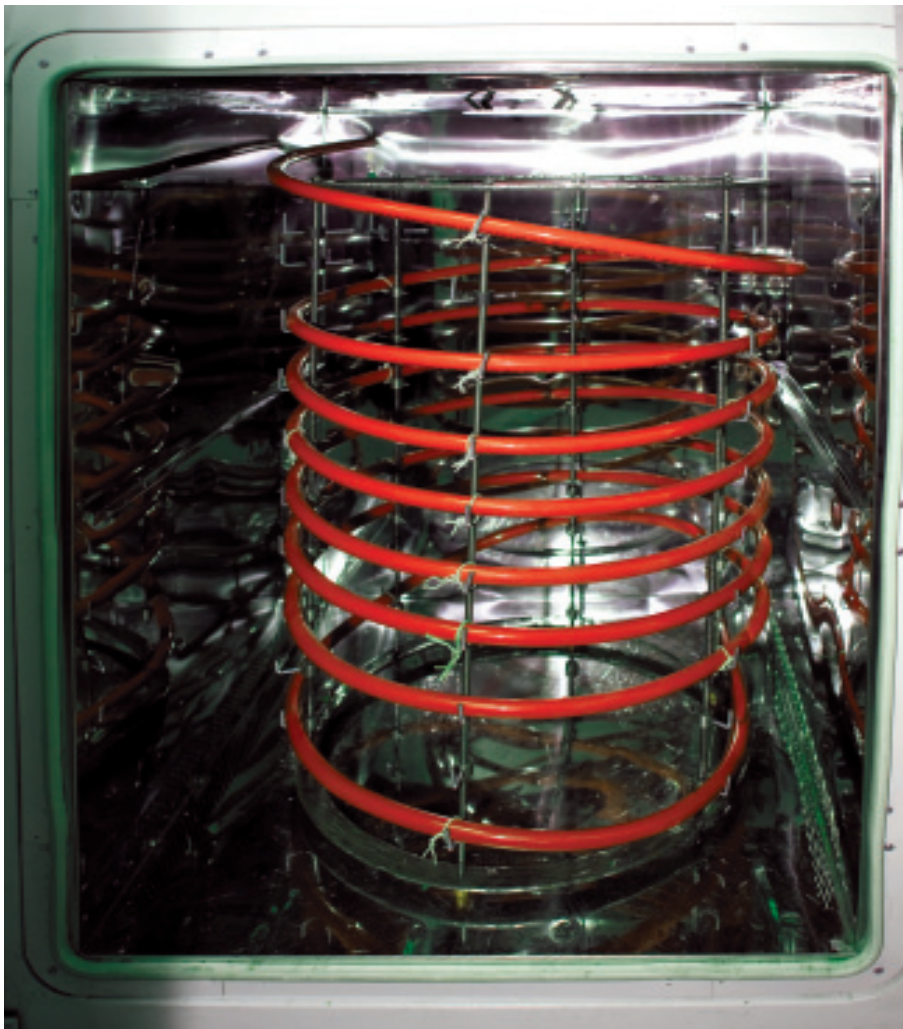
Далее образец трубы, перекрывая вход и выход, изолируют от системы и термостатируют в шкафу при заданной температуре испытания в течение 6 часов. По истечении указанного времени вода из образца постепенно вытесняется водой с начальной низкой концентрацией кислорода. В процессе проведения этой стадии фиксируется максимальная величина концентрации кислорода в вытесняемой воде.

При обработке результатов экспериментов рассчитывают интенсивность потока кислорода, проникающего в воду через стенку трубы в процессе термостатирования, с учетом поправочного коэффициента влияния атмосферного давления.

За величину кислородопроницаемости принимается интенсивность потока кислорода, выраженная в миллиграммах на квадратный метр в сутки.

В соответствии с требованиями международного стандарта ISO 21003-2 «Многослойные пластмассовые внутренние трубопроводы для горячей и холодной воды» допустимая кислородопроницаемость устанавливается равной 0,32 и 3,6 мг/(м<sup>2</sup> сут.) при температурах испытаний 40°C и 80°C соответственно.

Проведенные работы на созданной установке показали:



– установка обеспечивает приготовление воды, циркулирующей в системе, с требуемым низким и стабильным содержанием кислорода;

– установка обеспечивает возможность регулирования начального уровня содержания кислорода в воде;

– процесс испытания обеспечивает требуемый стандартом уровень воспроизводимости результатов  $\pm 5\%$ .

В качестве примера в таблице приведены результаты испытаний, полученные на образцах труб из сшитого полиэтилена наружным диаметром 25 мм SDR 7,4 с барьерным слоем из сополимера этилена и винилового спирта марок, указанных в таблице. Одновременно для сравнения приведен результат испытания труб тех же размеров без кислородозащитного слоя.

## Выводы

Силами ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК» разработана установка и освоен метод определения кислородопроницаемости труб из сшитого полиэтилена, который может быть использован для труб из других полимеров и с другими кислородозащитными слоями.

Полученные результаты свидетельствуют, что трубы, выпускаемые ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК», соответствуют требованиям Международных стандартов по кислородопроницаемости.

Отсутствие кислородозащитного слоя на трубах увеличивает их проницаемость более чем в 50 раз и делает их практически непригодными для использования в системах теплоснабжения.