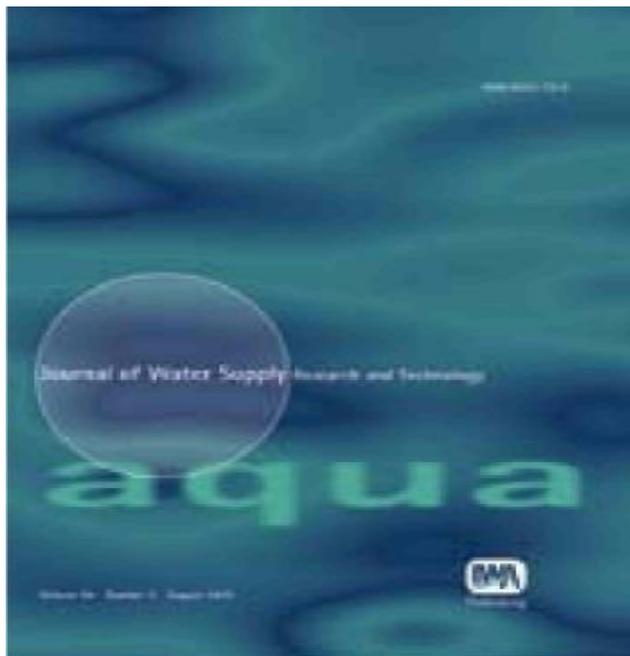


Выполнено для некоммерческого распространения. Для образовательных целей. Не для копирования.



**Органические углеводороды, мигрирующие из пластиковых труб в воду.
Беата Ковальски, Дариус Ковальски, Агнешка Розей.**

Практика показывает, что в Польше в питьевой воде возможно обнаружить органические углеводороды, которые мигрируют из поливинилхлоридовых труб или труб из полиэтилена. Анализы были проведены при помощи газового хроматографа в паре со спектрометром. Анализ оловоорганических соединений в воде, которая была в контакте с трубой ПВХ от разных производителей, показал разнообразные вещества: монобутилолово (169 и 425 нг/л) и дибутилолово (51-72 и 249-263 нг/л) были обнаружены в двух из трех образцов (А1 и А2). Трибутилолово было обнаружено только во втором образце (92 нг/л). Оловоорганические соединения в образце А3 обнаружены не были, но в данном образце был обнаружен свинец (0.13-0.82 мг/л). Девятнадцать органических соединений, также как и летучие органические соединения, такие как: ксилол, стирол, фенолы, этил метилбензол были обнаружены во время анализа образцов воды, которые соприкасались с полиэтиленом высокой плотности. Фенольные соединения, относящиеся к антиоксидантам, дис-трет-бутил-гидрокситолуол (0.29-3.6 и 0.84-9.8 мг/л), а также продукты распада их, например, ти-трет-метилфенол (0.9-11.8 мг/л) также были обнаружены.

Введение

В последние годы использование пластиковых труб вызывает немалый интерес в системах водоснабжения, а также в системах домашнего водопотребления. Трубы из полиэтилена и поливинилхлорида предпочитают по нескольким причинам, например простота установки или замены, а также превосходная жесткость. Пониженный уровень шума, стойкость к коррозии, а также способность выдерживать смещение грунта без повреждений механических свойств. Как бы то ни было, некоторые органические вещества могут просачиваться через полимерные материалы и загрязнять воду. Органические полимеры способны выделять мономеры. Единицы с маленьким молекулярным весом и добавки, такие как антиоксиданты, смазочные вещества, смягчители, красители, а также применяемые растворители (Тумболиан, 2004). Это подтвердили несколько ученых, которые обнаружили органические вещества, а также летучие органические соединения, которые попадали в воду из труб ПЭ и сшитого полиэтилена (Кох 2004, Скиврак 2003). Оловоорганические материалы, а также свинец были найдены в системе водораспределения и попали туда через трубы ПВХ (Садики 1996, садики и Вильямс 1998, Аль-Малак 2001).

Было обнаружено около 100 органических веществ, которые мигрировали в воду из труб ПЭ и сшитого полиэтилена (Кох 2004, Скиеврак 2003).

Ансельм 1985, Скиеврак и Брокка 2002 говорят о фенолах и хинонах, которые были обнаружены в трубах ПНД и ПЭ. Такие вещества как эфиры, альдегиды, кетоны, терпиноиды, ароматические добавки также могут проникать через стенки трубы, что может стать питательной средой для бактерий и возникновения микроплесени (Скиеврак). Брокка определил, что максимальная концентрация 2,6-ди-ферф-бутил-р-бензохинон 1,5 нанограмм на литр. А также нашел еще пять других фенолов, концентрация которых превышает 0,5 нг/л. Хем обнаружил такие летучие органические соединения, как ксилол, стирол, фенол и этилбензол. Скиеврак (2003) обнаружил летучие органические соединения в семи различных экспериментальных опытах. Их концентрация варьировалась от 1,3 до 8 нг/л.

Органические соединения, которые попадают из полиэтиленовой трубы в воду, можно сгруппировать следующим образом:

1. Добавки, такие как антиоксиданты.
2. продукты распада антиоксидантов
3. сломанные цепочки молекул полиэтилена, которые образуют активные полярные кислородные группы (эфиры, альдегиды).

Стабилизаторы, такие как металлические смеси свинца, оловоорганические вещества, кальций, барий, кадмий используются, чтобы контролировать распад материала труб из поливинилхлорида во время процесса производства. Некоторые исследователи говорили о проникновении свинца через материалы ПВХ в питьевую воду (Аль-Малак 2001). Несколько исследований показали проникновение в питьевую воду оловоорганических соединений, которые использовались в качестве антиоксидантов в трубах ПВХ. Факт присутствия оловоорганических соединений, таких как метилтин, диметилтин и бутилтин, в питьевой воде впервые был обнаружен в Канаде в 1993 году учеными Садики и Вильямс. Последующее изучение подтвердило присутствие оловоорганических соединений в питьевой воде, в системе водораспределения труб из ПВХ в Канаде (1996). Несколько исследований показали, что материалы из пластика подвержены появлению биопленки (Никетт 2000, Захиус 2000). Большинство биомассы. Которая появляется внутри трубы сосредоточено в биопленке, которая образуется на внутренней поверхности стенки трубы.(Лорент 1993, Захиус 2000).

В науке недостаточно сведений по поводу возможных угроз здоровью, которые могут возникнуть при влиянии веществ, мигрирующих из пластика в воду. Большинство исследований было проведено на крысах или мышах. Как бы то ни было, микробный рост биопленки в системе водораспределения может вызвать проблемы со здоровьем (Персиваль, Волкер 1999, Шевчук 2000). Рост и размножение бактерий в питьевой воде

может вызвать разрушение свойств воды из-за помутнения, гетеротрофных бактерий и даже патогенных микроорганизмов (Летола 2004). Просачивание ЛОС может вызвать нежелательный вкус и аромат воды, свинец вызывает нейротоксичный эффект и может повысить кровяное давление, вызвать проблемы со слухом, нейротоксичность триметилтина изучается очень серьезно, моно- и диметилтин не считаются токсичными веществами (Мозер 2006). Поэтому очень важно определить вещества, которые попадают из пластика в воду, чтобы получить возможность оценить возможный ущерб здоровью, который они могут нанести.

В настоящем исследовании была произведена попытка обнаружить такие вещества в воде, которые находилась в контакте с трубами ПВХ и ПЭ. Их нахождение в воде было исследовано в лабораторных условиях. Были исследованы три различные трубы ПВХ и одна ПЭ, которые можно приобрести на польском рынке. Исследования проводились при помощи газового хроматографа и спектрального анализа.

Изменения качества воды, а также образование биопленки в динамических условиях экспериментального масштаба в системе водораспределения были изучены. Более того, исследования в полевых условиях, то есть водных образцов, взятых непосредственно из системы водораспределения, будут проведены позже.

Материалы и Методы

Пластиковые трубы, используемые для тестов

Четыре различные пластиковые трубы, выполненные из ПВХ, промаркированные A1, A2, A3 и одна, сделанная из ПНД под меткой B1 были использованы в качестве образцов во время лабораторных исследований. Образцы A1, A2 и A3 – это трубы от разных производителей, покрашенные в разные цвета (два образца были белыми, один был серый). Тестовые образцы были получены прямо от производителей. Они хранились в темном месте в течение 5 дней. Исследование труб началось только после того, как они были доставлены в лабораторию.

Тест на проникновение проводился согласно стандарту EN 12837-1. Длина труб была примерно 0.5 м. Внутренний диаметр был такой: A1 и A2 – 28 мм, A3 – 21 мм, B1 – 21 мм. Поверхность трубы по отношению к объему составила 10 на 14. Во время теста на проникновение только внутренняя поверхность была в контакте с водой.

Все растворители и реагенты, которые использовались при эксперименте, были чисты. Все было подготовлено для эксперимента: деионизированная вода, подготовленная аппаратом Milli-Q (Миллимор, Мольшейм, Германия), использовалась для приготовления жидких растворов.

Стандартный раствор для анализа на общее количество органического углерода был приготовлен из гидрокарбоната калия и гидрофталата калия. Растворы оловоорганических соединений (моно-, ди-, трибутилен хлорида) были получены из аналитических стандартов (Нью Хейвен, США). Растворы из пропилатового олова использовались как внутренний стандарт. Этиловый раствор был получен в виде 5 % раствора реактива этилата натрия в этаноле.

Тест на проникновение

Тест на проницаемость различных пластиковых труб был проведен в соответствии со стандартом EN 12837-1. Этот стандарт тест описывает проницаемость, основанную на статическом контакте между поверхностью пластиковой трубы и водой в течение 3 периодов по 72 часа каждый. Перед тестом образцы трубы были промыты водой из-под крана в течение 60 минут. Сразу после промывки трубы были наполнены водой, в полном объеме, чтобы избежать свободного пространства, и были закупорены с обеих сторон. Трубы хранились при температуре 20-22 градуса в течение 3 дней, после чего образцы воды были взяты для анализа, а трубу вновь наполнили водой. Наполнение и осушение труб повторялось трижды для каждой трубы. В конце теста все образцы воды были подвержены анализу. Вдобавок, вода из-под крана также была подвержена анализу.

Анализ Качества Воды

Анализ на выявление общего содержания углеводорода в воде был выполнен устройством Shimadzu TOC5050A. Настройки и параметры устройства (температура, концентрация фосфорной кислоты H_3PO_4) описаны в стандарте EN-1484-5. Определение количества углеводорода определялось по уровню кислорода в образцах при температуре в 650-700 °C. Выявление неорганического углерода было основано на измерении уровня CO_2 , после реакции с H_3PO_4 .

Минимальная величина для выявления загрязнения была 0,1 мг/л, максимальная величина составила 0,5. Точность данных анализов оценивается как относительное стандартное отклонение, которое было лучше на 4% в трех повторных тестах.

Уровень водорода измерялся при помощи аппарата CPC-551(Элметрон) с функцией коррекции температуры.

Спектральный анализ газового хроматографа

Образцы воды по 25 мл были перелиты в специальные емкости по 40 мл с кремниевой перегородкой и профильтрованы при помощи силиконовой сетки. Также было добавлено по 2 мл этиловой жидкости, смесь была оставлена на 45 минут. Прибор с волоконным покрытием для извлечения

твердой фазы веществ был использован для выделения анализируемого вещества. Для того, чтобы проанализировать эффект изменения температуры колба была протермостатирована. После извлечения аналитов. Все шаги тщательно соблюдались, так как процедура требует тщательных и осторожных действий, определенных условий и времени. Калибровка Количества углеводородов выполнялась стандартным методом добавления раствора бутилированного соединения олова и анализ образцов по методу внутреннего стандарта (Cosnier 2000; Vancon-Montigny et al. 2002). В такой процедуре монобутилен, дибутулен и трибутилен хлора трансформировались в их этиловые аналоги. Результаты предоставлены в таблице 1.

Таблица 1. Концентрации, Время удерживания (Бу), предел обнаружения(По), предел исчисления (Пи), Погрешность (Пгр) и относительная погрешность (Опгр) для моно-, ди-, трибутилена

Вещество	Концентрация нг/л	Время удерживания Бу (мин)	По нг/л	Пи нг/л	Пгр нг/л	Опгр %
Моно -	147.2	11.33	11	33	±3.14	2.14
Ди-	154.7	13.62	9	27	±2.75	1.72
Трибутилен	157.1	15.62	7	21	±2.93	1.86

Анализ был проведен при помощи аппарата Темо Трейс ультра хроматограф совместно со спектрометром Полярис. Настройки аппарата были такими:

40 см / с, и образец впрыскивается в устройство в режиме без деления на порт впрыска при 270 ° С. Использовалась капиллярной колонка (RT x 5 (РЕСТЭК) 60 м x 0,25 мм ID, 0,25 мкм толщина пленки) температура печи была 75 ° С в течение 2 мин, после чего ее поднимали на 5 ° С до 300 ° С, температура в 300 градусов была в течение 5 мин. Началась идентификации органических соединений, извлеченных из выщелоченной воды, которая была выполнена при помощи ионной сетки. Диапазон сканирования MS было от 50 м / г до 370 м / Z (полное сканирование). линии передачи и температуры были источником ионизации 275 ° С и 250 ° С соответственно.

Часть исследования веществ, которые попадали в воду из трубу заключалась в том, чтобы при исследовании использовать спектральную библиотеку НИСТ –2005 и Вилей 8 издания. Для определения оловоорганических соединений использовался метод внутреннего стандарта.

Спектроскопия с индуктивно сопряженной плазмой и оптическим излучением

(ICP-OES) JY238 (Франция) использовался для определения химических элементов, которые попали из образцов трубы в воду. Стандарты калибровки были заданы аппаратом Certi® VIII (Merck). Образцы были распылены, затем были добавлены в аргоновую плазму, где образец разложился, распался на атомы и ионы, интенсивность света, направленного на атомы и ионы была измерена, когда стало меньше энергии. (Захиаридис и Росенберг, 2009)

Результаты и обсуждение

Характеристики качества питьевой воды, а также уровни содержания углеводов представлены в таблице 2.

Результаты, полученные в двух из 4 образцов (A1 и A2) признаны положительными на содержание оловоорганических соединений. Вещества были обнаружены при помощи газового хроматографа, сравнивая внутренние стандарты со временем выдержки. Основные оловосодержащие вещества, которые находились в образцах A1 и A2 оказались составляющими стабилизаторов моно-, ди- и трибутилена. Результаты показаны в таблице 3.

Таблица 2. Характеристики качества воды: Общее содержание углерода (ОУ), неорганический углерод (НУ), общее содержание органического углерода (ОСУ)

Труба	t (°C)	щелочность			жесткость мг/л	ОУ мг/л	НУ мг/л	ОСУ мг/л
		кислотность						
Вода из под крана	9.5	7.11	6.45		250.0	24.71	23.12	1.59
Тест №.1								
A1 Белый ПВХ	12.5	7.35	6.50		345.0	84.09	81.28	2.81
A2 Белый ПВХ	13.0	7.36	6.60		342.5	86.54	82.14	4.40
A3 Серый ПВХ	13.1	7.31	7.00		381.5	89.60	84.64	4.96
B1 Синий ПНД	12.3	7.39	6.75		350.0	87.61	81.94	5.77
Тест №. 2								
A1 Белый ПВХ	12.0	7.29	6.50		306.5	85.96	80.94	3.02
A2 Белый ПВХ	13.0	7.28	6.60		332.5	86.10	82.00	4.10
A3 Серый ПВХ	12.0	7.29	6.50		256.5	88.02	83.21	4.81
B1 Синий ПНД	14.1	7.29	6.50		237.5	88.41	82.40	6.01
Тест №. 3								
A1 Белый ПВХ	11.4	7.27	6.50		312.5	84.30	81.11	3.19
A2 Белый ПВХ	12.6	7.31	6.60		367.5	87.91	83.65	4.26
A3 Серый ПВХ	13.4	7.63	6.75		306.5	86.74	82.10	4.64
B1 Синий ПНД	14.0	7.32	6.75		312.5	87.17	81.19	5.98

Количество оловосодержащих веществ в образцах воды из труб ПВХ сильно разнится. Концентрация тетраэтилолова была в 1.6 раз больше в образце A2, чем в образце A1. Концентрации Битилотриэтилолова и дибитилоэтилолова были в 2.2 и 3.5 раз больше, чем в образце A2 и A1 последовательно. Оловосодержащих веществ в самой воде из под крана обнаружено не было, также как и в образце A3 – серый ПВХ. Хроматограмма, полученная аппаратом SPME-GC для образца A1 во время теста №2 показано на рисунке 1.

Таблица 3. Концентрация оловорганических соединений в образцах из труб ПВХ (нг/л)

	тетраэтилолово	бис(триэтил)олово	дибис(диэтил)олово	трибутилэтилолово
--	----------------	-------------------	--------------------	-------------------

A1				
Test No. 1	295	169	72	не обнаружено
Test No. 2	273	152	51	не обнаружено
Test No. 3	275	146	62	не обнаружено
A2				
Test No. 1	488	379	254	88
Test No. 2	432	368	263	71
Test No. 3	378	425	249	92

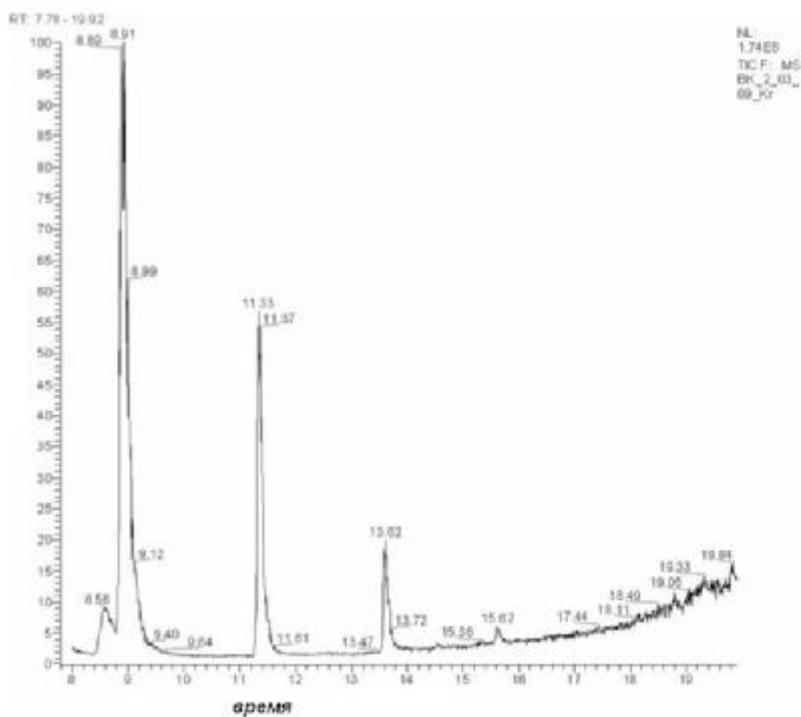


Рисунок 1. Показатели хроматографа (A1 - белая труба ПВХ) - анализ на оловосодержащие вещества.

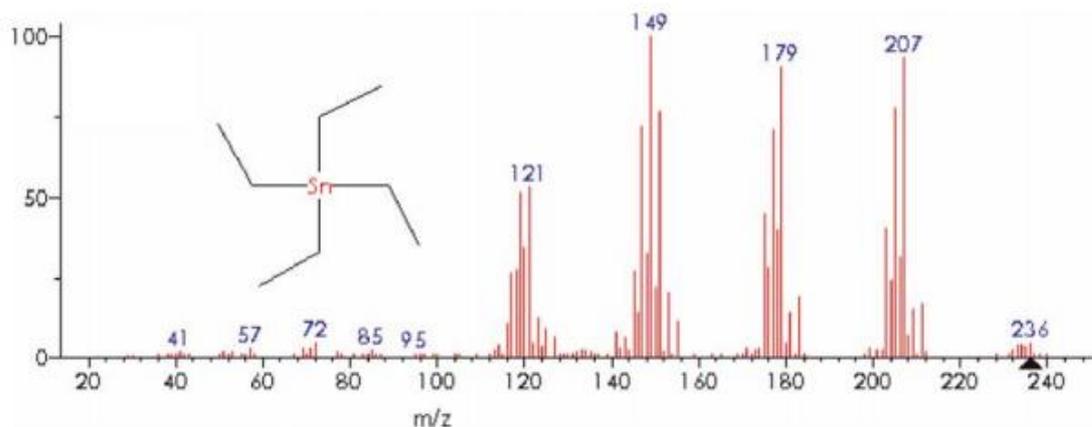


Рисунок 2. Ионная интенсивность на молекулярный кластер на тетраэтиллово

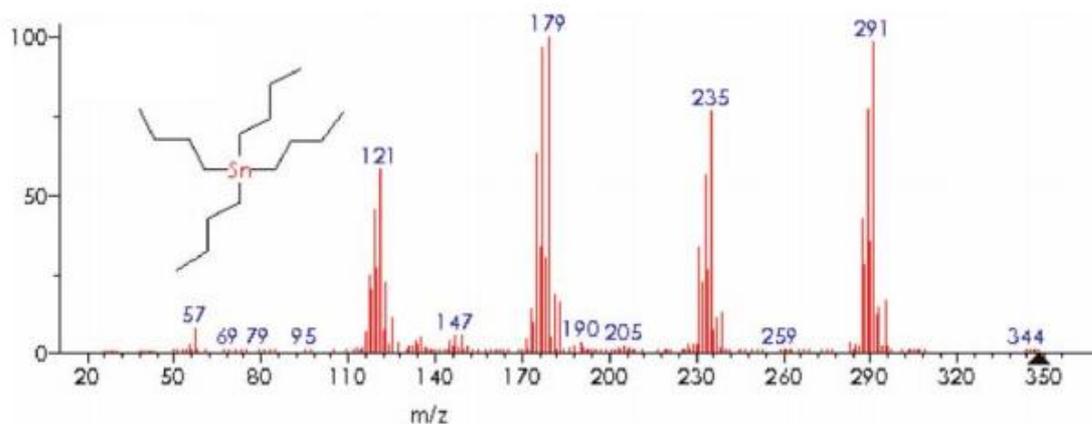


Рисунок 3. Ионная интенсивность на молекулярный кластер битилтриэтиллово

Массовая спектроскопия использовалась для определения органических соединений. Массовая спектроскопия была использована для определения оловосодержащих веществ. Аппарат показал два временных пика (рис. 2 и рис. 3), которые показали наибольшую ионную активность. Процедура обнаружила все вещества, которые были интересны.

Анализ результатов показал, что уровни монобутилена из труб ПВХ доходили до 169 нг/л в образце А1 и до 425 нг/л в образце А2. Трибутилен был обнаружен только в образце А2 и самый высокий уровень содержания был обнаружен в третьем тесте (92 нг/л). концентрация дибутилена варьировалась от 51 до 72 нг/л. в образце А1 и от 249 до 263 в образце А2. Тесты показали, что самый высокий уровень концентрации оловоорганических соединений, исключая дибутилен и трибутилен, попали в воду в образцах А1 и А2 в течение первого теста.

Концентрации дибутилена и трибутилена были разными во время тестов с

образцом А2. Самый высокий уровень оловосодержащих соединений, особенно моно и дибутилен, был обнаружен в образце А2.

Ни одного оловоорганического соединения не было обнаружено в образце А3. Для того чтобы выявить уровень веществ в воде, а также найти тяжелые металлы, необходимо было использовать метод спектроскопии с индуктивно сопряженной плазмой. Результаты даны в таблице 4. Самый высокий уровень свинца попал в воду в образце А3 (выделено жирным шрифтом). Вполне возможно, что трубы были стабилизированы посредством свинцовой опоры. Концентрация свинца в образце А3 варьировалась от 0.13 до 0.82 мг/л и была самой высокой в течение первого теста. Концентрация свинца в тесте 1 превышала уровень максимально допустимой концентрации в 8 раз (директива 98/83/WC - Европарламент). Вода, подверженная влиянию труб ПВХ или ПНД в течение 72 часов показала повышенные уровни содержания углеводов. Самый высокий уровень составил 6 мг/л в трубе ПНД.

Общая концентрация углеводорода в трубах ПВХ была меньше и составила 50%, 76% и 86% соответственно от значений, показанных трубой ПНД в первом тесте. Количество углеводов в трубах ПВХ и ПНД не изменилось даже после промывания. Органические вещества, выявленные при тесте, были обработаны при помощи аппарата GC-MS. Разнообразие временных пиков различной интенсивности показано на рисунке 4, где видно результаты двух тестов (№1 и №3). Результаты, которые относятся к этим пикам, показаны в таблице 5. Во время расшифровки анализа спектроскопии, структурная идентификация веществ была дополнена анализом спектров из спектральной библиотеки. Происхождение данных веществ скорее всего продукты распада добавок, которые использовались при производстве или результат синтеза чистых добавок. Для того, чтобы проверить эту гипотезу, необходимы дальнейшие исследования. Источником появления т-бутил-метилфенола стала труба ПНД. Некоторые вещества оказались летучими органическими соединениями.

Таблица 4. Концентрация латионов металлов в образцах воды, контактирующей с трубами ПВХ и ПНД (мг/л)

Образец	K	Mg	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Al	Mn	Ni	Pb	Sr	Zn
Вода из под крана A1	4.47	25.7	154	ND	ND	ND	ND	0.04	0.28	0.01	ND	0.03	2.50	1.19
	ПВХ													
No. 1	3.94	25.9	147	ND	ND	ND	ND	0.01	0.33	0.02	ND	0.02	2.40	3.40
No. 2	3.80	25.6	149	ND	ND	ND	ND	0.01	0.39	0.01	ND	0.01	2.00	1.38
No. 3	3.60	24.9	151	ND	ND	ND	ND	0.05	0.31	0.02	ND	0.02	1.69	1.25
A2	ПВХ													
No. 1	4.00	25.7	154	ND	ND	ND	ND	0.01	0.40	0.01	ND	0.01	2.20	3.12
No. 2	3.90	25.3	149	ND	ND	ND	ND	0.01	0.31	0.01	ND	0.01	1.97	2.75
No. 3	3.70	25.7	162	ND	ND	ND	ND	0.04	0.22	0.01	ND	0.01	1.70	1.69
A3	ПВХ													
No. 1	4.00	25.3	152	ND	ND	ND	ND	0.04	0.34	0.01	ND	0.82	2.10	1.12
No. 2	3.60	25.8	144	ND	ND	ND	ND	0.06	0.34	0.01	ND	0.61	2.01	1.53
No. 3	3.50	24.7	162	ND	ND	ND	ND	0.01	0.26	0.01	ND	0.15	1.89	1.87
B1	ПНД													
No. 1	3.97	24.7	139	ND	ND	ND	ND	0.01	0.36	0.01	ND	0.01	2.09	1.34
No. 2	3.70	25.8	156	ND	ND	ND	ND	0.02	0.33	0.01	ND	0.01	1.89	1.23
No. 3	3.60	24.6	160	ND	ND	ND	ND	0.06	0.24	0.01	ND	0.01	1.68	1.38

ND - нет сведений

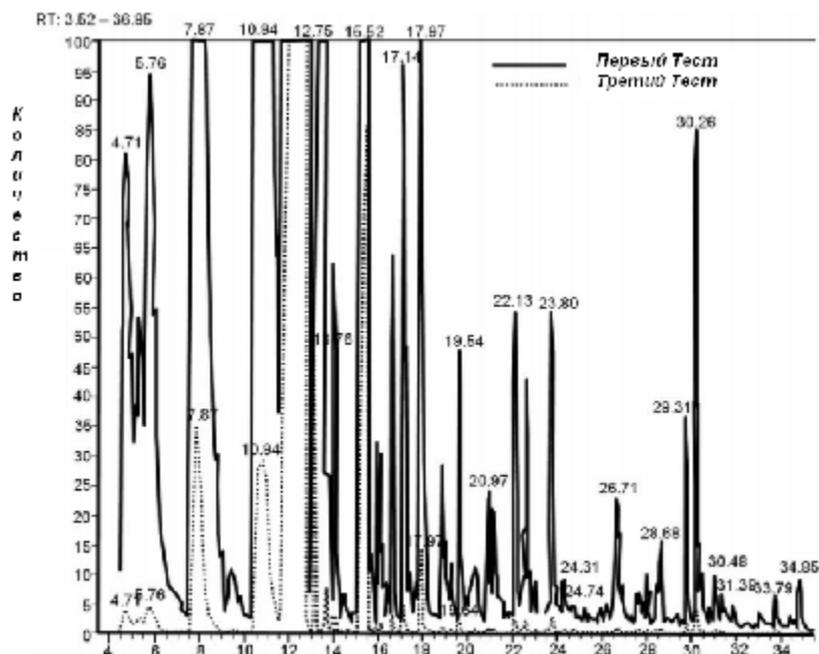


Рисунок 4. Показатели хроматографа для образца B1 (емная труба ПНД) для анализе на содержание органических соединений

Во время третьего контакта с водой понижения уровня веществ было очевидно (рис.4). Из анализов литературы известно, что результаты могут крайне отличаться, поэтому для подтверждения результатов необходимы долговременные исследования. Пики из анализа аппарата GC-SPME были расшифрованы массовым спектрометром Полярис и сравнены со спектральной библиотекой.

Из за ограниченного количества анализов веществ, которые проникают в воду из пластиковых труб и угрожают здоровью людей, очень важно определить потенциально опасные вещества. Еще большее исследование должно быть выполнено для определения, является ли процесс проникновения органических соединений в питьевую воду постоянным или нет. Тесты должны показать

насколько опасны такие вещества и их распад для здоровья человека.

Таблица 5. Вещества, найденные в образце воды, которая была в контакте с трубой ПНД

время (мин)	структура	Вещ-во	№. 1	№. 2	№. 3	вода из под крана	Ионы
4.71		Пропенинтрил	4.2 ± 0.52	3.8 ± 0.29	3.4 ± 0.29	ND ^b	107-13-1 (53; 52)
5.76		Бензол	17.44 ± 1.2	6.82 ± 0.56	6.85 ± 0.57	4.15 ± 0.33	71-43-2 (78; 77)
7.83		Толуол	17.44 ± 0.95	9.60 ± 0.68	8.24 ± 0.72	6.72 ± 0.56	108-88-3 (91; 92)
10.71		Ксилол	23.12 ± 1.23	19.2 ± 1.12	15.1 ± 1.10	12.1 ± 1.4	O 95-47-6 M 108-38-3 P 106-42-3 (91; 106)
11.66		Стирол	74 ± 2.43	21.6 ± 2.15	12.3 ± 0.89	ND	100-42-5 (104; 102)
13.21		Этилметилбензол	13.10 ± 0.76	0.95 ± 0.09	ND	ND	611-14-3 (105; 120)
13.76		Фенол	7.3 ± 0.86	3.8 ± 0.29	0.9 ± 0.12	ND	108-95-2 (94; 66)
13.78		Мезителен	15.3 ± 0.87	1.8 ± 0.06	0.9 ± 0.08	ND	108-67-8 (105; 120)
14.50		Метилстирол	29.4 ± 0.99	6.2 ± 0.58	ND	ND	98-83-9 (118; 117)
15.65		Фенил m- диоксан	4.14 ± 0.52	ND	ND	ND	772-00-9
17.17		T-бутил-метилфенол	11.8 ± 0.65	0.9 ± 0.05	ND	ND	2409-55-4 (149; 121; 164)
18.02		Индан	0.75 ± 0.09	ND	ND	ND	496-11-7 (117; 118)
19.66		Метилэнден	0.29 ± 0.08	ND	ND	ND	767-59-9 (130; 129; 115)
22.13		Дитербитилгид рокситолуол	9.8 ± 0.84	3.6 ± 0.29	ND	ND	128-37-0 (205; 220)
22.75		3-фенил 1 пентен	3.6 ± 0.54	ND	ND	ND	19949-22-9 (117; 146)
23.81		Нафталин	0.21 ± 0.09	0.17 ± 0.09	0.19 ± 0.09	0.18 ± 0.09	91-20-3 (128)
23.90		Дигидронафталин	0.19 ± 0.09	ND	ND	ND	447-53-0 (130)
26.70		2 фенил - пентенал	6.32 ± 0.61	0.9 ± 0.09	ND	ND	24401-36-3 (91; 131)
30.26		Триртербитилфенол	12.24 ± 0.89	2.80 ± 0.72	2.60 ± 0.57	ND	732-26-3 (247; 262)

Выводы:

Был выполнен анализ на определение потенциальных химических загрязняющих веществ из труб ПЭ и ПВХ. Был сделан вывод, что все трубы показали разный уровень соединений, проникаемых в воду.

Результаты оловосодержащих соединений в трубах ПВХ показали, что не все оловосодержащие вещества можно обнаружить в разных трубах. Это

показывает различные процессы синтеза полимера при производстве. Монобутилен и дибутилен были обнаружены в двух образцах воды из трех, которые контактировали с трубами ПВХ. Трибутилен был обнаружен в одном случае.

Ни одного оловосодержащего соединения не было обнаружено в образце АЗ, но в данном образце было обнаружено достаточное количество свинца. Количество свинца, обнаруженное в данном образце, превышало норму рекомендованного стандарта 0.025 мг/л. Польша на данный момент не имеет официального стандарта относительно содержания свинца в питьевой воде. Девятнадцать органических соединений были обнаружено во время спектрального анализа воды, которая находилась в образце с трубой ПНД. Некоторые из органических соединений являются летучими органическим соединениями: ксилол, стирол, фенолы, этил метилбензол. Некоторые из веществ являются продуктами распада специальных добавок, которые попадают в трубу при производстве. Некоторые вещества могут придавать воде вкус и запах, бензол показывает высокую степень токсичности, фенол является мутагенным веществом. (Литер, 2009)

К сожалению, органолептические свойства, а также влияние на здоровье человека многих веществ не изучено или неизвестно.

Благодарность:

Работа была выполнена при поддержке Польского министерства науки и высшего образования (4508/W/T02/2009/36).

REFERENCES

- Al-Malack, M. 2001 Migration of lead from unplasticized polyvinyl chloride pipes. *J. Hazard. Mater.* 82, 263-274.
- Anselme, C., N'Guyen, K., Bruchet, A. & Mallevalle, J. 1985 Characterisation of low molecular weight products desorbed from polyethylene tubing. *Sci. Total Environ.* 47, 371-384.
- Bancon-Montigny, C. H., Maxwell, P., Yang, L., Mester, Z. & Sturgeon, R. E. 2002 Improvement of measurement precision of SPME-GC/MS determination of tributyltin using isotope dilution calibration. *Anal. Chem.* 74, 5606-5613.
- Brocca, D., Arvin, E. & Mosbaek, H. 2002 Identification of organic compounds migrating from polyethylene pipelines into drinking water. *Water Res.* 36, 3675-3680.
- Cosnier, A. 2000 *Analysis Repeatability of Trace and Major elements in a Water Sample*. ICP Optical Emission Spectroscopy, Application Note 37, Jobin Yvon.
- Denberg, M., Arvin, E. & Hassager, O. 2007 Modelling of the release of organic compounds from polyethylene pipes to water. *J. Water SRT - Aqua* 56, 435-443.
- European Parliament and Council of the European Union 1998 *Directive 98/83/EC of the European Union and of the Council of 3 November 1998 on quality of water intended for human consumption*. Official Journal of the European Communities, L330.5.12.98.
- Hem, L. J. 2002 Potential water quality deterioration of drinking water caused by leakage of organic compounds from materials in contact with the water. In *Proceedings of the 20th NoDig Conference, May, Copenhagen*, pp. 45-51.
- Koch, A. 2004 *Gas Chromatographic Methods for Detecting the Release of Organic Compounds from Polymeric Materials in*
- 146 B. Kowalska *et al.* \ Organic compounds migrating from plastic pipes into water

- Contact with Drinking Water. Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, Germany
- Laurent, P., Servais, P. & Randon, G. 1993 Bacterial development in distribution networks, study and modeling. *Water Supply* 11, 387-398.
- Lehtola, M. J., Miettinen, I. T., Keinänen, M. M., Kekki, T. K., Laine, O., Hirvonen, A., Vartiainen, T. & Martikainen, P. J. 2004 Microbiology, chemistry and biofilm development in a pilot drinking water distribution system with copper and plastic pipes. *Water Res.* 38, 3769-3779.
- Lithner, D., Damberg, J., Dave, G. & Larsson, A. 2009 Leachates from plastic consumer products - screening for toxicity with *Daphnia magna*. *Chemosphere* 74(9), 1195-1200.
- Moser, C. V., Barone, J. R. S., Phillips, P. M., McDaniel, K. L. & Ehman, K. D. 2006 Evaluation of developmental neurotoxicity of organotins via drinking water in rats: Monomethyl tin. *NeuroToxicology* 27, 409-420.
- Niquette, P., Servais, P. & Savoie, R. 2000 Impacts of pipe materials on densities of fixed bacterial biomass in a drinking water distribution system. *Water Res.* 34, 1952-1956.
- Percival, S. L. & Walker, J. T. 1999 Potable water and biofilms: a review of the public health implications. *Biofouling* 42, 99-115.
- Sadiki, A.-I. & Williams, D. T. 1993 Speciation de certains composés organostanniques dans l'eau par GC-AED. In: *Presented at the 39' Canadian Spectroscopy Conference, (August 16-18 1993)*. Laval University, Quebec, Canada.
- Sadiki, A.-I. & Williams, D. T. 1998 A study on organotin levels in Canadian drinking water distributed through PVC pipes. *Chemosphere* 38, 1541-1548.
- Sadiki, A.-I., Williams, D. T., Carrier, R. & Barry, T. 1996 Pilot study of the contamination of drinking water by organotin compounds from PVC materials. *Chemosphere* 32, 2389-2398.
- Skjerve, I., Due, A., Gjerstad, K. O. & Herikstad, H. 2003 Volatile organic components migrating from plastic pipes (HOPE, PEX and PVC) into drinking water. *Water Res.* 37, 1912-1920.
- Skjerve, I., Lund, V., Ormerod, K. & Herikstad, H. 2005 Volatile organic compounds in natural biofilm in polyethylene pipes supplied with lake water and treated water from the distribution network. *Water Res.* 39, 4133-4141.
- Schewzyk, U., Schewzyk, R., Manz, W. & Schleifer, K. H. 2000 Microbiological safety of drinking water. *Annu. Rev. Microbiol.* 54, 81-127.
- Tomboulis, P., Schweitzer, L., Mullin, K., Wilson, J. & Khiari, D. 2004 Materials used in drinking water distribution systems: contribution to taste-and-odor. *Water Sci. Technol.* 49, 219-226.
- Zachariadis, G. A. & Rosenberg, E. 2009 Determination of butyl- and phenyltin compounds in human urine by HS-SPME after derivatization with tetraethylborate and subsequent determination by capillary GC with microwave-induced plasma atomic emission and mass spectrometric detection. *Talanta* 78, 570-576.
- Zacheus, O. M., Iivanainen, E. K., Nissinen, T. K., Lehtola, M. K. & Martikainen, P. J. 2000 Bacterial biofilm formation on polyvinyl chloride, polyethylene and stainless steel exposed to ozonated water. *Water Res.* 34, 63-70.
- Zacheus, O. M., Lehtola, M. K., Korhonen, L. K. & Martikainen, P. J. 2001 Soft deposits the key site for microbial growth in drinking water distribution networks. *Water Res.* 35, 1757-1765.

First received 15 February 2010; accepted in revised form 9 September 2010