

# Выдувная тара из ПЭТФ (риски, проблемы и реалии)

П.В. Замотаев, д.х.н., ЧП ХГ Консалтинг, г. Киев

*Мы живем в период изобилия. К сожалению, не средств существования, но информации. Сокращение тиражей печатной продукции с лихвой компенсировано сайтами, блогами, социальными сетями. А к услугам тех, кто уже стал забывать буквы, — ТВ, радио и YouTube. По законам жанра, до перегруженного восприятия публики легче достучаться страшилками, «жареными» новостями о коварно подкрадывающихся угрозах здоровью, безопасности и т. д. Одним из бесприкрытых источников таковых является экология.*

Даже издания, заточенные на описание красивой и сытой жизни, пытаются попасть в струю (рис. 1). Playboy относится к достоверности своих публикаций тщательнее большинства наших СМИ, но в погоне за сенсацией явно сел в лужу. Мы потребляем информацию, и следует относиться к ней, как к продуктам. Не забывать поинтересоваться качеством, иначе засорения и несварения мозга трудно избежать. Забавно, что эта новость опубликована в весеннем номере, перед тем как доблестные селяне начинают жечь прошлогоднюю траву и листья на своих огородах, а заодно и луга, саванны, плавни и торфяники. А где про это экологи со своими цифрами?

Рассмотрим другую сенсацию, связанную непосредственно с темой данной работы. Недавно журналистам из организации Orb Media попался отчет о жутком загрязнении бутилированной воды частичками «микропластика», обнаруженном исследователями из Государственного Университета Нью-Йорка в Фредонии [1]. Звучит круто. Google подтвердил, что такой университет уже довольно давно существует в маленьком городке Фредония (штат Нью-Йорк, 11 тыс. жителей). Специализируется он на подготовке преподавателей музыки, но имеет еще ряд программ, преимущественно гуманитарных. К мегаполису Нью-Йорк и его университету данное заведение имеет такое же отношение, как Нью-Йоркская Академия наук, дипломы коей в 1990-х успешно распространяли эмигранты из СССР по \$ 200 за штуку, к научным заслугам. В 2011 г. власти штата решили вдохнуть жизнь в депрессивный городок и вложили \$ 60 млн на соз-

дание нового научного центра. Новое здание и современное оборудование необходимо загрузить. А где гранты без обоснования практической ценности? В частности, в экологических изысканиях. И были проведены масштабные исследования 259 бутылок с водой 11 брендов, произведенных на 19 заводах в 9 странах. В каждую бутылку добавляли раствор красителя нильского красного. Эта флуоресцентная метка используется в биохимических исследованиях для маркировки липидных (гидрофобных) частиц [2]. Ее применяли для фиксации микрочастиц полимеров в воде и другие авторы [3, 4], однако подобный метод не является общепринятым, поскольку нильский красный хорошо адсорбируется также на частичках лигнина, хитина и прочих органических загрязнителях. Кроме того, наиболее эффективный перенос нильского красного на поверхность полимера происходит из его растворов в органических растворителях, например хлороформе, а никак не в водной среде [4].

Фредонийцы меченые частички отфильтровывали, затем считали на участке фильтра под микроскопом, аппроксимируя на общее содержание в бутылке. Получили разброс от 0 до 10000, величиной от 6,5 до 100 мкм, с ошибкой более 50 %. Данные отличались между различными производствами, хотя упаковка везде совпадала — бутылки из ПЭТФ различного объема. Далее с помощью ИК Фурье-спектроскопии микроструктур попытались установить природу полимерных частиц. Этот метод имеет ограничение по величине частиц в 20 мкм, а надежные результаты дает для частиц больших — 100 мкм [5].



Конечно, если бы авторы были специалистами, они бы разделили полимеры по плотности, а затем идентифицировали агломераты частиц. Хотя то, что они намерили, также можно интерпретировать. Оказалось, что 54 % частиц — это полипропилен (ПП), 16 % — полиамид (ПА), 11 % — полистирол (ПС), 10 % — полиэтилен (ПЭ) и только 6 % — полиэтилентерефталат (ПЭТФ), из которого изготовлены изученные бутылки. При этом 66 % частиц имели форму гранул, 30 % — волокнистую структуру, 14 % — плоское строение. Впрочем, метод оценки формы в отчете не приведен. Столкнувшись с необходимостью объяснить соотношение различных микрочастиц полимеров в воде, авторы допустили, что это может быть следствием загрязнений при фасовании в бутылки. Действительно, ПП практически не используется для производства крышек, большинство которых изготавливают из ПЭ. Образование частиц ПА и ПС в бутылке из ПЭТФ абсолютно невозможно. Остаются водоподготовка (фильтры из волокон ПП, ПА и вспененного ПП используются довольно широко) и ошибки измерений. Так, в результате более корректных и менее сенсационных исследований в воде, расфасованной в бутылки из ПЭТФ, были найдены микрочастицы, но именно этого полимера и только около 10 на 1 л [5]. В этой работе было отмечено небольшое увеличение числа микрочастиц в емкостях, произведенных из вторичного полимера.

Уверен, что журналистов из Orb Media взволновала цифра — более 300 частиц в среднем на 1 л, и они не стали утруждать себя сравнением данных различных исследователей. Сенса-

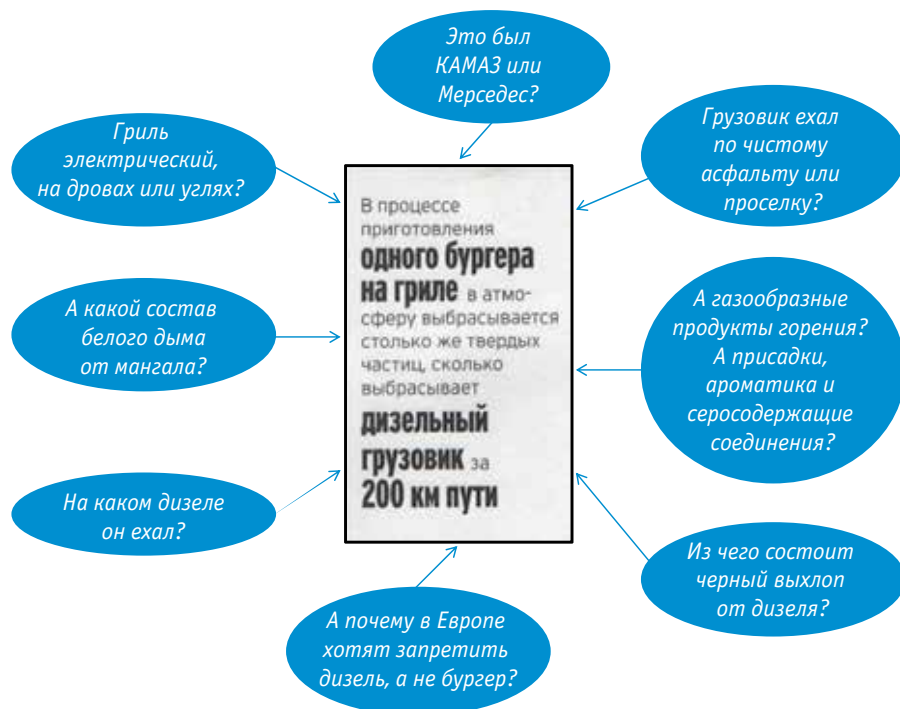


Рис. 1. Бургер против грузовика по версии журнала Playboу Украина (март 2013 г., с.13)

цию подхватили ребята из ВВС, а за ними и некоторые украинские телеканалы. Экспертная оценка представителя Института коллоидной химии и химии воды НАН Украины о том, что «все виды пластиковых бутылок являются токсичными», явно свидетельствует о желании поучаствовать в лучах славы борцов с пластиком из Фредонии. В чем же опасность «микропластиков»? Будучи инертными нерастворимыми частицами, они ничем не отличаются от «микрокосточек» карасей, тушеных в сметане, или «микрорезернышек» из рулета с маком или малинового варенья. Следующий пункт их назначения после попадания в пищевод – это унитаз.

Тема «микропластиков» возникла в пучине вод Мирового океана. Некоторые высокотоксичные соединения, такие как полихлорированные бифенилы (ПХБ) или полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ), являются чрезвычайно труднорастворимыми в воде. При этом они могут адсорбироваться на поверхности микроскопических частиц полимеров. Было высказано предположение, что «микропластики» способны быть переносчиками подобных соединений для морских беспозвоночных и рыб. В лабораторных условиях установили,

что ПБДЭ эффективно адсорбируется на микрочастицах ПЭ и проникает в ткани радужной рыбы (маори), выращенной в чистой воде [6]. Однако этот сценарий не отображает особенности реальной среды. Различные природные материалы, намного более многочисленные, чем микрочастицы пластика, также связывают гидрофобные органические загрязнения. Были проведены исследования влияния микрочастиц ПП на поглощение ПХБ червями, которые показали, что присутствие «микропластиков» в иле снижает бионакопление ПХБ и что природные органические и неорганические материалы в иле доминируют в качестве переносчиков токсичных соединений [7]. Аналогичные результаты получены в ходе исследования влияния микрочастиц ПЭ на перенос и поглощение из осадка ПХБ некоторыми беспозвоночными [8].

Анализ экспериментальных данных о роли частиц «микропластика» в передаче и поглощении нерастворимых в воде токсичных соединений в ткани морских организмов позволил оценить их вклад на уровне 0,01 % [9]. Остальная часть переносится при поглощении ими коллоидов, фитопланктона, бактерий, зоопланктона и других природных компонентов. Ис-

следование содержания микрочастиц полимеров в консервированных сардинах и шпротах показали, что в организм активных потребителей могут попасть не более 5 частиц за год [10]. Желание продемонстрировать экотоксикологические эффекты «микропластиков» провоцировало некоторых исследователей использовать экспериментальные концентрации воздействия на несколько порядков выше уровней, зафиксированных в окружающей среде [11].

Не следует возлагать всю вину за засорение водоемов отходами пластика на упаковку. Значительную их долю составляют утерянные рыболовные и корабельные снасти, предметы домашнего обихода и т. д. Конкретных данных очень мало. Например, ежегодно в заливах штата Мэн (США) мощные приливы и отливы срывают до 175 тыс. ловушек для лобстеров, а рыбаки, промысляющие на небольших судах вокруг Корейского полуострова, теряют ежегодно до 70 тыс. сетей [12]. При этом вероятность поглощения морскими обитателями токсичных галоген-ароматических антипиренов или вспенивающих агентов куда вероятнее с крошками ПС или полиуретановой пены от раскрошившихся буйков, спасательных кругов и утеплителей в морских судах [11]. Это делает даже более актуальным поиск стимулов для использования биоразлагаемых материалов для производства изделий с ограниченным сроком службы и рыболовных снастей, чем для того, чтобы сорить в море пакетами и бутылками, изготовленными из этих полимеров. Следует приложить усилия для прогнозирования изменений потребительских характеристик снастей, буйков, поплавков из биоразлагаемых полимеров. Первые работы показали, что разрушение большинства из них в морской воде замедляется [12]. С другой стороны, пленки содержащие инициаторы оксобиоразложения, быстрее распадаются на «микропластики». Однако в дальнейшем эти частицы оказались столь же устойчивыми к биоразложению, как и ПЭ без добавок.

После данных разъяснений следует вернуться к фредонийским исследователям. Их руководитель – госпожа Масон – имеет химическое образо-

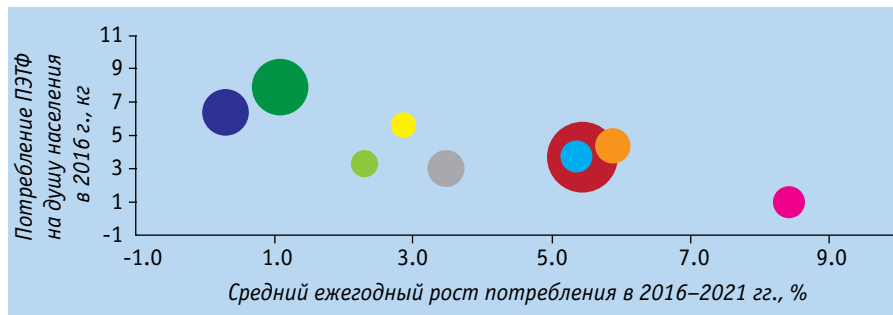
вание. Однако, ее диссертация была посвящена анализу состава дыма при лесных пожарах, то есть к химии высокомолекулярных соединений отношения не имеет. Очевидно, что изучать пожары куда менее приятно, чем плавать с сачком по водной глади в хорошую погоду. Несколько лет назад она вошла в группу по поиску «микропластиков» в Великих Озерах и заливе Сан-Франциско [13]. Эта команда сосчитала с точностью до единиц тысячи частиц на квадратный метр водоемов исходя из отдельных заборов воды с поверхности в нескольких точках. Еще интересней способ разделения природных загрязнений и «микропластиков». Осадок обрабатывали реактивом Фентона (30%-й раствор перекиси водорода с добавлением  $FeSO_4$  в качестве катализатора). Этим

хорошо изучены и абсолютно не связаны с образованием «микропластиков». В странах ЕС утвержден список низкомолекулярных вредных веществ (остаточных мономеров, катализаторов, добавок, продуктов распада и т. д.), которые могут выделяться из различных полимеров [15]. Существуют аналогичные нормы в США, Японии и других развитых странах. Исследования европейских ученых были приведены на страницах данного журнала [16, 17]. Они убедительно показали отсутствие рисков при использовании тары из ПЭТФ для хранения воды и других жидких пищевых продуктов. Сведения об обнаружении алкилфталатов, применяемых в качестве пластификаторов и способных снизить фертильность человеческого организма [18, 19], в пиве, воде и

о рисках для организма при любых разумных объемах потребления этих продуктов человеком.

Проведенные в США широкомасштабные исследования миграции 41 органического и неорганического низкомолекулярного соединения при хранении воды в емкостях из ПЭТФ до одного года показали, что суммарная концентрация токсичных продуктов минимум на два порядка ниже опасной для взрослого населения и детей [20]. В последнем случае нормы намного более жесткие, так как потребление жидкости детьми на единицу веса существенно выше, а организм менее устойчив к токсичным воздействиям. Повышение температуры до 50 °С ускоряло процесс и приводило к увеличению концентрации мигрировавших соединений, но их суммарное содержание оставалось ниже предельных опасных доз [20].

Несмотря на проблемы, связанные с отходами, общий экологический эффект от замены емкостей из стекла и металла полимерной упаковкой явно положительный. Меньше потребляется энергии на производство и транспортировку, ниже выбросы в атмосферу и загрязнение химикалиями сточных вод [21, 22]. Это абсолютно не предполагает полной замены. Мало кто готов покупать марочное вино в бутылке из ПЭТФ или bag-in-box. Полимерные сосуды не выдерживают стерилизации, их барьерные свойства не сравнить с абсолютными показателями для стекла и металла [21]. У полимеров существует определенная специализация по областям применения, частично сложившаяся исторически, но преимущественно обусловленная отличиями их физико-механических свойств. Емкости из ПЭ используют для детергентов, молочных продуктов, кетчупов и соусов. Из поликарбоната изготавливают сосуды большой емкости многократного использования для воды. ПП — это банки для медицинской продукции, формованные стаканчики и бутылки для кисломолочных продуктов. Применение ПП ограничено высокой проницаемостью относительно  $O_2$ , зато он незаменим в тех случаях, когда необходим максимальный барьер относительно  $H_2O$ . Некоторые марки ПС позволяют получать не-



**Рис. 2.** Объемы потребления ПЭТФ на одного жителя и темпы его роста в различных регионах планеты [23]. ● – Северная Америка, ● – Южная Америка, ● – Западная Европа, ● – Центральная Европа, ● – СНГ, ● – Африка, ● – Индийский субконтинент, ● – Северо-Восточная Азия, ● – Юго-Восточная Азия

методом очищали сточные воды от ряда токсичных низкомолекулярных примесей в 1950–60-х годах прошлого столетия. Однако этот раствор не окисляет и не разрушает полностью даже примеси нефтепродуктов, не говоря уже о лигнине, целлюлозе, хитине [14]. Все это во главе с частичками эпидермиса рыбьей чешуи было зачислено в «микропластики». Отсюда и такой грандиозный улов. Окрыленная успехом, команда Масон решила разобраться с бутылированной водой. Если бы кто-то из производителей отнесся к этим результатам серьезно и провел параллельные исследования у ученых, знакомых с физико-химией полимеров, то судебных исков было бы не избежать.

На самом деле, риски от использования полимерных бутылок достаточно

молоке, упакованных в бутылки из ПЭТФ, периодически поднимаются на флаг экополимерофобами или производителями стеклотары. На самом деле фталаты могут попадать в наш организм в больших количествах при употреблении косметических средств, при сушке недорогих водно-эмульсионных строительных красок, при использовании ПВХ-стретча для упаковки пищевых продуктов и т. д., но и тогда их концентрации намного ниже опасных уровней. Некоторые производители применяют для окрашивания бутылок из ПЭТФ жидкие препараты, содержащие диоктилтерeftалат. В этом случае возможна миграция следов этого вещества, как и примесей продуктов гидролиза ПЭТФ, в упакованный жидкий продукт. Однако отсутствуют данные





**Деметра Одис**  
производство тары

**ПРОИЗВОДИМ ПЭТ ТАРУ**  
с 2000 года

**ISO 9001**  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА

ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ  
ДОСТАВКА ПО УКРАИНЕ

65085 г. Одесса, ул. Проселочная, 10а

www.DEMETRA-ODIS.COM

дорогие емкости с прозрачностью стекла. Их используют для упаковки кремов и сыпучих продуктов. ПА, который в большом количестве фредонийцы обнаружили в бутылках, для производства емкостей в настоящее время не используется. Наконец, поливинилхлорид (ПВХ). Благодаря самой высокой устойчивости к маслам его до сих пор применяют для упаковки некоторых косметических продуктов, автохимии. Но масштабы производства емкостей из ПВХ снижаются из-за проблем с отходами. Доля вторичной переработки бутылок и канистр из ПВХ не превышает 1 %, в то время как для ПП этот показатель – от 10 до 45 %, а для бутылок из ПЭТФ в некоторых странах (Япония, Канада) достигает 70-80 %. О ПЭТФ мы и поговорим. Этот полимер оказался идеальным для выдувного формования емкостей. Литьем под давлением изготавливают небольшую пробирку емкостью несколько десятков миллилитров. Затем ее нагревают, раздувают, вызывая двусную ориентацию полимера стенок. При этом цепи полимера выстраиваются в упорядоченную структуру, резко повышающую механические, барьерные и оптические свойства изделия. Этот

феномен реализуется и в бутылках, и в двусноориентированных пленках. Есть еще и волокна, и нетканые материалы, и литые изделия. Общий объем потребления ПЭТФ в 2017 г. превысил 20 млн т [23]. Рыночный потенциал ПЭТФ можно оценить по сравнению потребления его на душу населения и средних темпов его роста в различных регионах (рис. 2). Размеры кружков демонстрируют относительные общие размеры региональных рынков ПЭТФ. Индийский и африканский являются самыми быстрорастущими, но исходное потребление пока является невысоким. Объем рынка ПЭТФ в Индии составляет чуть более 1 млн метрических тонн, но при расходе 0,6 кг на душу населения существует огромный потенциал для роста. Регион Северо-Восточной Азии, который включает Китай, Южную Корею, Японию и Тайвань, имеет наибольший спрос во всем мире с очевидным потенциалом роста спроса на душу населения. Северо-Восточная Азия (включая Китай) увеличивает свою долю мирового спроса с 26 % в 2011 г. до 31 % в 2021 г. Почти весь рост обусловлен ростом спроса в Китае. Доля Северной Америки будет снижаться с 22 % в 2011 г. до

17 % в 2021 г., несмотря на медленный рост абсолютного объема потребления ПЭТФ. Особенно быстрый рост рынка ПЭТФ будет происходить в Азии, Африке и на Индийском субконтиненте. Причины очевидны – выравнивание потребления на душу населения и рост народонаселения [23]. По последним прогнозам, увеличение объемов использования бутылок из ПЭТФ для жидких продуктов должно составить до 4,7 % в год на период 2014–2019 гг. [21]. При этом увеличение доли воды бутилированной будет происходить опережающими темпами – 7,1 % в год (только 15 % от этого количества за счет стран ЕС и Северной Америки). Это следствие идеального соответствия свойств ПЭТФ требованиям к упаковке для питьевой воды. За последние 30 лет удалось снизить вес бутылки емкостью 0,5 л с 40 до 10 г, а для газированных напитков – до 20-26 г благодаря усовершенствованию технологии производства и оптимизации молекулярного строения марок ПЭТФ. Изменения будут касаться лишь дизайна, брендинга, этикетки (с целью вторичной переработки желательно применять для нее пленку из ПЭТФ или sleeve-этикетку). Если у Алана

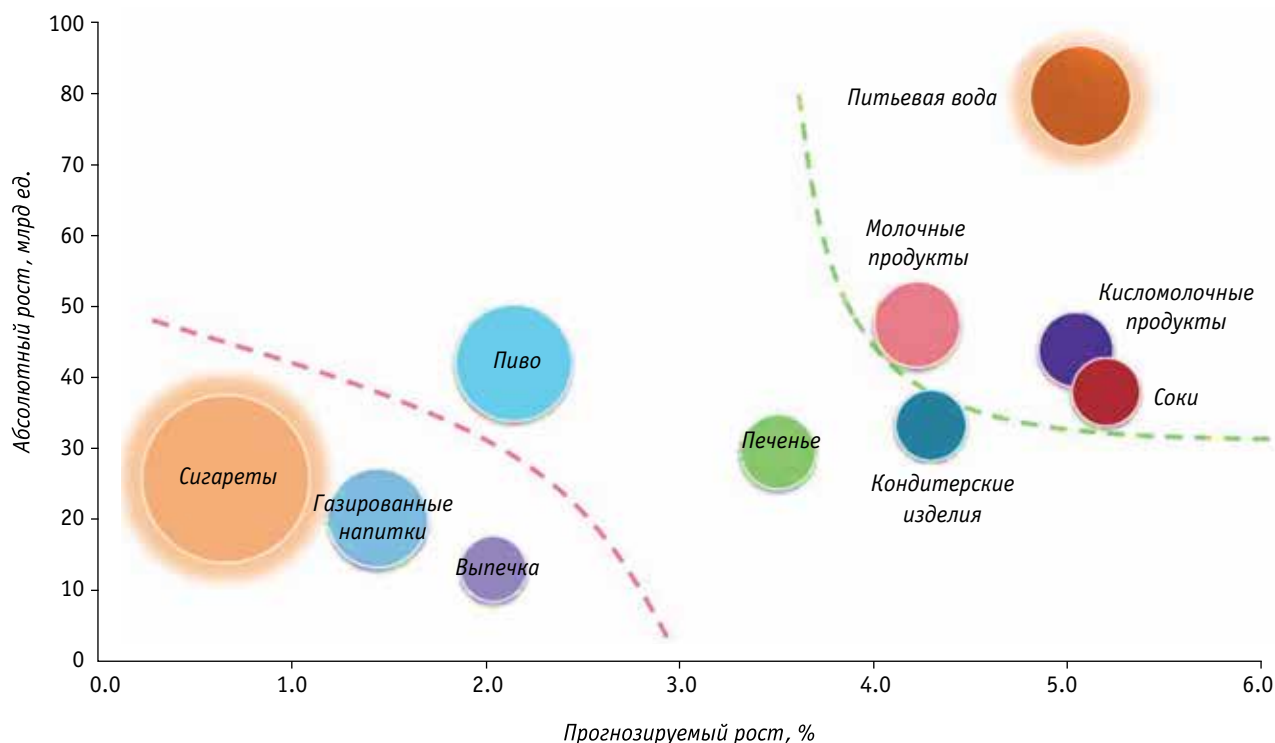


Рис. 3. Объемы производства упаковки и ее среднегодовой прирост для различных продуктов в 2014–2019 гг. [2]

Чумака появятся последователи и начнут «заряжать» воду через экран телевизора или компьютера, то и тут у ПЭТФ преимущество перед стеклом в лучшей прозрачности для волн в широком диапазоне частот. Питьевая вода в бутылке из ПЭТФ является самым ярким трендом использования полимерной упаковки (рис. 3).

Следующими тремя группами продуктов, прирост объемов которых в упаковке наиболее выражен, являются соки, кисломолочные и молочные продукты. Самые низкие темпы роста в табачной отрасли в результате борьбы с курением и у сладких газированных напитков из-за тенденции к здоровому питанию и контролю над весом. Данные за 2016 г. подтверждают данный прогноз. Рост объемов производства питьевой воды в таре из ПЭТФ составил около 7 % [23].

Никто не умаляет проблем, связанных с отходами полимерной упаковки. Необходимо принимать срочные и действенные меры, направленные на их сбор, вторичную переработку или инсенерацию. В цивилизованных странах накоплен значительный опыт – и позитивный, и негативный. Необходимо его использовать. Одна-


ко абсолютно не следует преувеличивать роль упаковки в негативном воздействии человеческой деятельности, да и некоторых природных факторов на окружающую среду. Последние данные, приведенные выше, убедительно показывают, что тара из ПЭТФ для жидких продуктов – направление абсолютно здоровое, развивается активно с использованием самых современных научных подходов. Не стоит прислушиваться к некоторым активистам, возмнившим себя новыми Торквемадами от экологии.

Значимая научная информация не бесплатна. Попробуйте прочитать в Интернете статью из Nature, Macromolecules, Polymer Journal или отчет о разработке нового химического реагента. Работы же в таких изданиях, как Marine pollution Bulletin, Environmental Pollution, Environmental Science&Technology и подобных, а также отчеты типа Фредонийского не просто доступны: этот доступ максимально облегчен, чувствуюется SEO-оптимизация. А это стоит денег, кто-то и с некой целью за это платит. Все ли цели благородны? Во-первых, чем больше шума, тем доступнее гранты. Во-вторых,

данные исследования практически не разрабатывают никаких позитивных программ. Они демонстрируют преимущественно негативные сценарии, усугубленные некорректностью методов и использованием сомнительных модельных экспериментов. Это облегчает принятие запретительных мер (что является источником коррупции) и дезориентирует потребительские настроения.

### Литература

1. Mason Sh. A., Welch V., Neratko J. Synthetic polymer contamination in bottled water // State University of New York at Fredonia. 2018. Режим доступа: <https://orbmedia.org/sites/default/files/FinalBottledWaterReport.pdf>. Дата доступа: 12.04.2018.
2. Nile stains // FluoProbes. 2018. Режим доступа: <http://www.interchim.fr/ft/I/IT2021.pdf>. Дата доступа: 19.04.2018.
3. Erni-Cassola G., Gibson M.I., Thompson R.C., Christie-Oleza J. Lost, but Found with Nile Red: A Novel Method for Detecting and Quantifying Small Microplastics (1 mm to 20 μm) in Environmental Samples // Environmental Science & Technology. 2017. № 51. P. 13641–13648.

4. Fischer E., Tamminga M., Hengstmann E. Nile Red Staining as a Subsidiary Method for Microplastic Quantification: A Comparison of Three Solvents and Factors Influencing Application Reliability // SDRP Journal of Earth Sciences and Environmental Studies. 2017. Vol. 2, issue 2. P. 1–8.
5. Schymanski D., Goldbeck Ch., Humpf H.-U., Furst P. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water // Water Res. 2018. № 129. P. 154–162.
6. Wardrop P., Shimeta J., Nuggeoda D., Morrison P.D., Miranda A., Tang M., Clarke B.O. Chemical Pollutants Sorbed to Ingested Microbeads from Personal Care Products Accumulate in Fish // Environ. Sci. Technol. 2016. V. 50. P. 4037–4044.
7. Beckingham B., Ghosh U. Differential bioavailability of polychlorinated biphenyls associated with environmental particles: Microplastic in comparison to wood, coal and biochar // Environmental Pollution. 2017. V. 220. P. 150–158.
8. Besseling E., Foekema E.M., Heuvel-Greve M.J. van den, Koelmans A.A. The Effect of Microplastic on the Uptake of Chemicals by the Lugworm *Arenicola marina* (L.) under Environmentally Relevant Exposure Conditions // Environ. Sci. Technol. 2017. V. 51. P. 8795–8804.
9. Koelmans A.A., Bakir A., Burton G.A., Janssen C.R. Microplastic as a Vector for Chemicals in the Aquatic Environment: Critical Review and Model-supported Reinterpretation of Empirical Studies // Environ. Sci. Technol. 2016. V. 50. P. 3315–3326.
10. Karami A., Golieskardi A., Choo C.K., Larat V., Karbalaie S., Salamatinia B. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats // Science of the Total Environment. 2018. V. 612. P. 1380–1386.
11. Phoung N.N., Zalouk-Vergnoux A., Poirier L., Kamari A., Châtel A., Mouneyrac C., Legarde F. Is there any consistency between the microplastics found in the field and those used in laboratory experiments? // Environmental Pollution. 2016. V. 211. P. 111–123.
12. Kershaw P.J. Biodegradable plastics and marine litter. Misconceptions, concerns and impacts on marine environments // UNEP, 2015. 33 p. Режим доступа: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7468-Biodegradable\\_Plastics\\_and\\_Marine\\_Litter\\_Misconceptions\\_concerns\\_and\\_impacts\\_on\\_marine\\_environments-2015BiodegradablePlasticsAndMarineLitter.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7468-Biodegradable_Plastics_and_Marine_Litter_Misconceptions_concerns_and_impacts_on_marine_environments-2015BiodegradablePlasticsAndMarineLitter.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Дата доступа: 28.04.2018.
13. Sutton R. Mason Sh.A., Stanek Sh.K., Willis-Norton E., Wren I.F., Box C. Microplastic contamination in the San Francisco Bay, California, USA // Marine Pollution Bulletin. 2016. V. 109, Issue 1. P. 230–235.
14. Pineda A., Lee A.F. Heterogeneously catalyzed lignin depolymerization // Appl Petrochem Res. 2016. V. 6, Issue 3. P. 243–256. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s13203-016-0157-y>. Дата доступа: 27.04.2018.
15. Hazardous substances in plastic materials / Prepared by COWI in cooperation with Danish Technological Institute // Klima OG Forurensnings Direktoratet. 2013. Режим доступа: <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/3017/ta3017.pdf>. Дата доступа: 23.04.2018.
16. Кривошей В.М. Пляшка з поліетилентерафталату (історія та перспективи) // Упаковка. 2017. № 4. С. 41–43.
17. Гарт А., Боно-Блэй Ф., Боррелл А., Лакорте С. Бутилированная вода в Испании (миграция компонентов полимерной упаковки) // Упаковка. 2015. № 2. С. 40–42.
18. Коренева Е.М., Карпенко Н.А., Казак В.А. Экзогенные факторы гипопфертильности. Компоненты пластмасс – фталаты // Репродуктивная эндокринология. 2011. № 2. С. 62–67.
19. Зеленкин С.Е., Шур П.З., Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д., Хорошавин В.А., Ухабов В.М. Оценка риска здоровью при поступлении фталатов с молоком, упакованным в полимерную и полимерсодержащую тару // Анализ риска здоровью. 2018. № 1. С. 32–38.
20. Experimental Comparison of Chemical Migration from Petrochemical Plastic and Bioplastic Bottles into drinking Water / Contractor's Report to CalRecycle // California Department of Resources Recycling and Recovery. 2013. Режим доступа: <http://www.calrecycle.ca.gov/publications/Documents/1486%5C20131486.pdf>. Дата доступа: 02.04.2018.
21. Global Packaging Landscape: Growth, Trends and Innovations // A custom report compiled for Euro-monitor International for the PPMI. 2015. Режим доступа: <http://pmmi.files.cms-plus.com/AnnualMeeting/2015/Margulies.pdf>. Дата доступа: 24.04.2018.
22. Plastic bottles today. Innovating to reach today's consumer // Plastics Market Watch – Watching: Bottling. 2017. Режим доступа: <http://giecdn.blob.core.windows.net/fileuploads/file/2017/03/bottling%20plastics%20market%20watch%20report%20digital.pdf>. Дата доступа: 30.04.2018.
23. Wiesweg M. PET Life Cycle – Supply and Demand Disconnected? // IHS Markit, 32 Annual World Petrochemical Conference, Houston, Texas on March 20-24, 2017. P. 124–138. 

### Видувна тара з ПЕТФ (ризик, проблеми та реалії)

П.В. Замотаєв, д.х.н.

Автор аналізує публікації в ЗМІ і фахових наукових журналах про результати досліджень поведінки полімерної упаковки (пляшка з ПЕТФ) у контакті з різними напоями. Показано, що найчастіше сенсаційні повідомлення про наявність частинок так званого «мікропластику» в мінеральній воді в пляшках із ПЕТФ або про шкідливість полімерної тари для напоїв і харчових продуктів базуються на даних, отриманих з використанням неприйнятних методів, ненадійних результатах, з великою похибкою, що викликає труднощі в їх інтерпретації.

На підставі досліджень ряду авторів показано, що сумарна концентрація токсичних речовин у воді після річного перебування в тарі з ПЕТФ на два порядки нижча від допустимої. Це означає, що вживання води в тарі з ПЕТФ безпечно для організму людини.

Ключові слова: мікропластик; пляшка з ПЕТФ; мінеральна вода.

### PET blown packaging (risks, problems and realities)

P.V. Zamotaev, Dr.

The author analyzes publications in the media and professional scientific magazines on the results of studies on the behavior of plastic packaging (PET bottle) in contact with various beverages. It is shown that most sensational reports about the presence of particles of so-called «microplastic» in PET bottles with mineral water or harmful plastic bottles for beverages and foods based on data obtained from the use of inappropriate methods unreliable results with great accuracy, causing difficulties in their interpretation.

Based on studies of several authors it's shown that the total concentration of toxic substances in the water after year stay in PET containers with two orders of magnitude lower than acceptable. This means that the use of water in PET packaging is safe for the human.

Key words: microplastic; bottle with PET; mineral water.