

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ОДНОРАЗОВОЙ ПОСУДЫ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. Митрофанова, канд. хим. наук, доцент
Амурский государственный университет
(Россия, г. Благовещенск)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-9-1-150-155

Аннотация. В данной статье представлен сравнительный анализ качества и безопасности одноразовой посуды из полимерных материалов (ОПП), проведенный в 2012 году, а затем в 2021 г. Рассмотрен исторический аспект становления производства одноразовой посуды, контактирующей с пищевыми продуктами и распространение всеобщего ее применения. Исходя из природы и условий получения полимерных материалов для изготовления ОПП приводятся факты небезопасного ее использования. Показано, что более усовершенствованные методы производства современной ОПП позволили создать и более безопасные изделия из пластика. Для подтверждения качества и безопасности образцов ОПП разных российских производителей был проведен анализ с интервалом в 9 лет органолептических, гигиенических и санитарно-химических показателей. Полученные результаты подтвердили как качественность, так и безопасность, а также огромное значение ОПП для современного человека.

Ключевые слова: одноразовая полимерная посуда, природа и состав пластика, полиэтилен высокой плотности, полипропилен, полистирол, полиэтилентерефталат, поливинилхлорид, производители, деструкция, запах, привкус, миграция, формальдегид.

Современные медиаресурсы загружены материалами о полимерах, пластике и о их «прекрасных» свойствах. Но среди таких материалов достаточно информации и об исследованиях, подтверждающих негативные свойства изделий из различных полимеров, в том числе о нанесении природе необратимого вреда, о проблемах утилизации использованных полимерных изделий. Мы не претендуем на последнюю инстанцию в нашем исследовании, но данное выборочное исследование позволяет в определенной степени подтвердить либо опровергнуть множество хвалебных и негативных отзывов о полимерных изделиях, в частности одноразовой посуде из полимеров (пластика). Таким образом объектом данного исследования является одноразовая посуда из полимеров (пластика).

Мир одноразовой пластиковой посуды (ОПП) прочно вошёл в нашу жизнь, и мы уже не представляем как обходиться без неё. С чем связано такое «засилье» нашего производства и быта этим лёгким, мягким и твёрдым, стойким ко многим внешним факторам (температуре, химреактивам, СВУ, солнечному излучению и пр.), к пи-

щевым компонентам материалом. Можно объективно и долго приводить факты, доказывающие столь активную «прописку» ОПП в нашей жизни.

Попробуем сначала обратиться к «корням» этого феномена в истории. ОПП впервые появилась, как известно, на североамериканском континенте. Случилось это примерно сто лет назад, когда американский студент Хью Мур из-за грязной и негигиеничной посуды в месте «общепита», и дабы не использовать её свернул из плотной бумаги конус, используя его для напитка. Затем молодой человек написал гневную статью об этом, чем сподвиг всю общественность резонировать ему в такт, возмущаясь состоянием гигиены в местах «общепита» [7]. Этот в свою очередь поступок Х. Мура вдохновил предпринимателя Лоуренса Луэллена создать более совершенную конструкцию типа одноразовой чашки, чем бумажный конус [7]. Именно Л. Лоуэллен стал первым предпринимателем, реализующим пока бумажную ОП, которая хоть и использовалась, но имела ряд недостатков. Мировая промышленность тем временем не стояла на

месте и бурно развивалась. Через несколько десятилетий появились технологии производства полимеров с нужными свойствами, которые можно было использовать для производства ОП – это полиэтилен (ПЭ, PE), полипропилен (ПП, PP), полистирол (ПС, PS) и мн. др. Но именно PE и основные PP стали основными для производства ОП, так как по своим свойствам эти полимеры были устойчивы к действию высоких температур, а PS проявлял еще и высокую прочность в отличие от полипропилена. Первым промышленным производителем ОПП стал Уильям Дарт, который начал первым выпускать ОП в 1950-х годах, а в 1960 г. он создал компанию Dart Containen Corporation. Компания на сегодняшний день контролирует третью часть американского рынка по производству ОПП. Конечно, в мире сегодня многие государства имеют десятки производств по выпуску как ОПП, так и сотен других изделий из пластика [7].

Надо отдать должное «завоеванию» пластиком множества направлений в промышленном производстве. ОПП востребована была не только по причине негигиеничности общепитов, так называемых фаст-фудовских мест питания, но и многими другими уникальными свойствами. Она была удобна при использовании на отдыхе на природе, в поездках, ее можно было использовать для холодных и горячих напитков, а также в качестве тарелок для первых и вторых блюд.

Россия также не осталась в стороне от производства ОПП и др. изделий, но производство ее началось примерно с середины 1990-х годов.

Чем же так хороши полимерные материалы? Материал, из которого изготавливали ОП, а это в первую очередь полипропилен, обладал рядом отличных свойств: легко формовался в любую форму, был легким, но относительно прочным, выдерживал приличный интервал температур от -30°C до примерно $+130^{\circ}\text{C}$ и в целом был эстетичен [8].

Современная ОП изготавливается как из полипропилена, так из полиэтилентерефталата (PET), полистирола и вспененного полистирола (ВСПС), полиэтилена высо-

кой плотности (ПЭВП, PEHD). Они в целом инертны, благодаря своей природе, нетоксичны, поэтому нашли свое применение повсеместно. Ряд марок полимеров, из которых производится ОП после использования можно перерабатывать, а это большой экологический плюс. Но так ли уж безобиден пластик на самом деле, тем более соприкасающийся с пищевыми продуктами?

Как известно пластик как исходный материал довольно хрупкий и неустойчивый к действию низких и высоких температур [7, 8]. Поэтому в производстве пластика для придания ему противоположных свойств вышеперечисленным, т.е. быть прочным, устойчивым к температурному режиму, добавляют стабилизаторы, которые и придают ему эти свойства. Практика тем не менее показывает, что не все так просто при эксплуатации ОПП с пищевыми продуктами. Пищевые продукты содержат множество компонентов, влияющих на миграцию токсических веществ из пластика, особенно такой процесс интенсивно проходит при нарушении целостности поверхности (царапины, сгибы, сколы и пр.). Кроме того, на миграцию токсинов влияют составляющие пищевых продуктов (жиры, кислоты, спирты и пр.), так как действуют они как экстрагенты [7, 8]. Тем более действие как низких, так и высоких температур усугубляет все выше перечисленные процессы как повышая скорость миграции, так и вызывая деструкцию исходного полимера, так называемую «ломку». Какие токсические вещества могут образоваться при деструкции полимера, при воздействии других внешних факторов? Это прежде всего зависит от природы самого полимера. Так, возможно образование, например, формальдегида, образующегося при неправильной эксплуатации изделий, соприкасающихся с пищей, из полиэтилена высокой плотности, полиэтилентерефталата, поливинилхлорида, полипропилена, полистирола, меламина [3, 6, 7]. Следующие не менее вредные и опасные вещества – это фталат (из РЭТ), винилхлорид (из ПВХ), бисфенол А (из ПВХ, поликарбоната, из смеси пластиков), сти-

рол (из ПС), метанол (из ПЭВП). Каждый из перечисленных компонентов наносит существенный вред организму человека, обладая канцерогенностью, мутагенностью, аллергентностью, приводит к бесплодию, вызывают заболевания ЦНС и периферической, нарушают обмен веществ и мн. др. негативные последствия вплоть до смертельных исходов [7].

Таким образом, целью данного небольшого исследования является сравнительный анализ (проверка) качества и, соответственно безопасности, используемых человеком повсеместно в быту ОПП. Это более чем актуально на сегодняшний день в связи с увеличением количества таких изделий, сменой и увеличением числа производителей в разных регионах России (вплоть до минипроизводств), порой агрессивной рекламой, а вместе с этим увеличился спрос на эти одноразовые изделия.

Первое исследование образцов ОПП проводилось в 2012 г. следующих производителей: АО «Диапазон» (г. Москва, работает с 1947 г., образец №1), ООО «Дипласт» (г. Тверь, работало с 2010 г., образец №2), компания «РоссПак» (г. Новосибирск, работает с 1997 г., образец №3), компания «Пластик ДВ» (г. Владивосток, работает с 1998 г., образец №4). Второе сравнительное исследование проводилось в 2021 г. с образцами тех же производителей, кроме ООО «Дипласт» (образцы приобрести было невозможно из-за ухода этого производителя с рынка). Вместо образцов ООО «Дипласт» были исследованы образцы компании «Полимерхолдинг» (г. Тверь, образец №5), а также добавлены для исследования образцы компании «Мир одноразовой посуды Сибири» ХОЛС ООО ТД «МОПС» (г. Барнаул, работает с 2005 г., образец №6), Фабрика одноразовой посуды «ФОПОС» (г. Новосибирск, работает с 2003 г., образец № 7). Для исследования приобретались в розничной торговле образцы стаканов на 200-250 мл. Образцы были как из прозрачного полимера, так и матовые, не окрашенные, так и окрашенные (белые, зеленые, коричневые, синие, красные) все без рисунков. Внешний осмотр показал, что все образцы находи-

лись в отличном состоянии, не наблюдались ни складки, ни трещины, ни проколы, ни какие-либо другие дефекты. Маркировка ОПП в РФ законом не регламентируется, поэтому не все изделия имели маркировку. Из имеющихся данных почти все образцы изготовлены из полипропилена (ПП), но имелись наряду с образцами из ПП всех производителей и образцы из полиэтилентерефталата (№6), и полистирола (№1 и 2).

Были проведены следующие испытания по методикам ГОСТ Р 50962-96: стойкость к горячей (п. 5.5), миграция красителя (стойкость красителя к протиранию по п. 5.6), химическая стойкость (п. 5.7); гигиенические показатели такие как запах, привкус, изменение цвета и прозрачности водных вытяжек исследуемых образцов, количество миграции вредных веществ, мигрирующих в модельные среды (п. 5.15) [2]. Для сравнения полученных результатов использовали нормативные показатели, представленные в соответствующих таблицах с учетом всех изменений в этом же документе. Кроме того, провели дополнительно ряд испытаний, в том числе и гигиенические, по ГОСТ 22648-77 [1]. В частности, органолептические (п.1.2, 1.3, 1.4 а; п. 2) – запах и привкус. Для проведения данного испытания готовили водные вытяжки согласно основного полимера каждого образца (п. 1.5.1, 1.5.3, 1.5.5, 1.6.1). Санитарно-химические свойства, в частности количество выделяющегося формальдегида, определяли колориметрическим методом в водных вытяжка (п. 3.7) [1].

Органолептические свойства (гигиенические; запах, привкус, изменение цвета и прозрачности) являются субъективными, так как не имелось в наличии эталонных образцов для сравнения. Для более объективной оценки таких свойств была приглашена группа дегустаторов из числа обычных потребителей, ознакомленная с методикой проведения закрытой дегустации и оформления результатов в виде протокола. Для всех были подготовлены вытяжки и контрольная вода. В первую очередь определяли запах, во вторую очередь

привкус, в третью цвет и прозрачность. Интенсивность запаха и привкуса выражали в баллах согласно информации в таблице ГОСТ 22648-77 п. 2.2. За результат испытания принимали среднее арифметическое интенсивности запаха и привкуса, полученное от каждого дегустатора и округляли до целого числа. Согласно данным

ГОСТ Р 50962-96 в таблице 1а п. 3.8.1 и ГОСТ 22648-77 с. 31 ни один из полимеров ОП не должен придавать водопроводной воде постороннего запаха и привкуса выше 1 балла. Результаты представлены в таблице 1. Согласно нормативных требований цвет вытяжек не должен изменяться. Они должны оставаться прозрачными.

Таблица 1. Результаты органолептических испытаний

Номер образца	Запах		Привкус		Норма в баллах ГОСТ 22648-77
	2012 год	2021 год	2012 год	2021 год	
1	2	0	2	0	Не выше 1
2	1	-	0	-	
3	0	0	1	0	
4	-	0	-	0	
5	-	0	-	0	
6	-	0	-	0	
7	-	0	-	0	

Как видно из полученных результатов 6 образцов прошли испытания, тогда как образец 1 не соответствовал требованиям гигиенических показателей в 2012 г., но в 2021 г. этот показатель соответствовал нормативным требованиям. И хотя показатели являются субъективными, тем не менее именно они являются очень важными для обычных потребителей, использующих в своем быту ОП для оценки качества данного вида изделий. Стойкость к горячей воде, миграцию красителей, химическую стойкость и стойкость к загрязнению определяли по методикам ГОСТ Р 50962-96 [2].

Стойкость к горячей воде определяли при температуре 70 ± 5 °С для всех образцов, хотя только два производителя указали в описании исследуемых образцов их устойчивость к высоким температурам: это №5 (от -30 до 130 °С) и №6 (до 70 °С).

Тем не менее, все образцы выдержали испытание: вода внутри в 6 стаканах не окрасилась, образцы не деформировались после остывания, но один из образцов №1 красного цвета слегка окрасил воду в испытании 2012 г., но в испытаниях 2021 г. соответствовал гигиеническим требованиям. Стоит отметить, что образцы 1 и 2 несколько дольше других оставались более мягкими, но через 3-4 минуты эта «мягкость» исчезала.

Определение миграции красителя выполняли пятикратной протиркой цветных образцов белой хлопчатобумажной тканью смоченной предварительно водой с температурой 30-40 °С, белые изделия протирали тканью чёрного цвета при тех же условиях. Все образцы показали отличные результаты стойкости красителя в изделиях.

Химическую стойкость определяли погружением образцов в 1%-ный раствор уксусной кислоты температуры 60 ± 5 °С с экспозицией 10 мин. Все образцы показали высокую химическую стойкость (окраска раствора не изменилась, раствор оставался прозрачным, осадка не наблюдалось). Также провели испытание на стойкость к мыльно-щелочным растворам (раствор питьевой соды 1%-ный и туалетного мыла 1%-ный, нагретые до 60 ± 5 °С) с экспозицией 20 мин. По окончании выдержки испытываемые образцы не набухли, не деформировались, растворы не окрасились у 6 образцов, кроме 1 (красного цвета) только в испытаниях 2012 г.

Завершающим испытанием по санитарно-химическим показателям было проведение определения формальдегида в водных вытяжках исследуемых образцов стаканов по ГОСТ 22648-77 п. 3.7 [1]. Сущность метода заключалась в способности солянокислого фенилгидразина образовывать с формальдегидом в присутствии окислителя окрашенный продукт. Чув-

ствительность метода 0,1 мг/дм³, а относительная погрешность 10%. Сначала была приготовлена стандартная шкала проб формальдегида в пробирках с его массой 0; 0,0003; 0,0005; 0,0007; 0,001; 0,002; 0,005 мг (п. 3.7.3). Одновременно были подготовлены анализируемые пробы всех образцов согласно методике. Фотометрирование стандартных растворов и проб проводили на фотоэлектроколориметре КФК 3-01 при длине волны 520 нм в кюветках с толщиной оптического слоя 1 см. В качестве нулевого раствора использовали дистиллированную воду. Определяли оптические плотности контрольных и рабочих проб в двух повторностях, расхождение

между которыми не должно было превышать 0,01. По полученным данным построили градуировочный график (графическим способом в 2012 г. для трех образцов) и при помощи MS Excel в 2021 г., где по оси ординат откладывали значения оптической плотности, а по оси абсцисс концентрацию формальдегида в пересчете на 1 дм³ вытяжки. По градуировочному графику определяли содержание формальдегида в исследуемых образцах. Согласно нормативным требованиям (ГОСТ Р 50962-96, таблица 1а) содержание формальдегида в исследуемых вытяжках не должно превышать 0,1 мг/дм³. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание формальдегида в образцах ОПП (стаканы)

Номер образца	Основной полимер образцов	Содержание формальдегида мг/дм ³	Содержание формальдегида мг/дм ³	Норма по ГОСТ Р 50962-96 в мг/дм ³ , не более
		2012 год	2021 год	
1	PP, PS	0,150	0,001	0,1
2	PS	0,031	-	
3	PP	0,001	0,001	
4	PP	-	0,021	
5	PS	-	0,011	
6	PET, PP	-	0,004	
7	PP	-	0,006	

Таким образом, по полученным результатам проведенных сравнительных испытаний образцов ОПП (один вид – стаканы) по органолептическим, гигиеническим и санитарно-химическим показателям можно сделать следующие выводы:

1. В целом все образцы показали отличные результаты по всем видам испытаний как в 2012 г., так и в 2021 г. Следовательно, все производители строго соблюдают принцип производства качественных и безопасных одноразовых полимерных изделий.

2. Один образец (1) компании «Диапазон» в 2012 г. показал не лучшие результа-

ты, в том числе по содержанию формальдегида, но в 2021 г. эти образцы отвечают всем нормативным требованиям качества и безопасности.

3. Исследуемые образцы ОПП, не проходившие испытания в 2012 году оказались по всем показателям отличными изделиями, которые обыватель без страха может использовать в любых бытовых условиях. Кроме того, производители образцов, проходивших испытания в 2012 г., как видно по результатам испытаний усовершенствовали качество производимой ОПП.

Библиографический список

1. ГОСТ 22648-77 Пластмассы. Методы определения гигиенических показателей. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200020867> (дата обращения: 20.05.22)

2. ГОСТ Р 50962-96 Посуда и изделия хозяйственного назначения из пластмасс. Общие технические условия. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294819/4294819160.pdf>. (дата обращения: 20.05.22)

3. Дорогова В.Б., Тараненко Н.А., Рычагова О.А. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор) // Бюллетень ВШЦ СО РАМН. – 2010. – №1 (71). – С. 32-35
4. Инструкция № 880-71 Инструкция по исследованию изделий из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/c77/4293816183.pdf> (дата обращения: 24.04.2022)
5. Маркировка пищевых пластиков. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cleanbin.ru/terms/plastic-marking> (дата обращения: 18.03.22)
6. Определение токсичности пластиковой посуды. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/ecology/3c0b65635a2ac79a4d53b88421206d36_0.html (дата обращения 09.06.22)
7. Сабук Т.Л. Вред пластиковой посуды, упаковки: как использовать и не навредить здоровью, маркировка не вредного пищевого пластика. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zdravotvet.ru/plastikovaya-posuda-tara-kak-ispolzovat-i-ne-navredit-zdorovuyu-vreden-li-plastik/> (дата обращения: 05.06.22)
8. Фёдорова И. Пластмассовая посуда: виды, состав, маркировка, плюсы и минусы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chainica.media/types/plastmassovaya-posuda.html> (дата обращения: 30.04.22)

COMPARATIVE ANALYSIS OF QUALITY AND SAFETY OF DISPOSABLE TABLEWARE MADE OF POLYMERIC MATERIALS

V.I. Mitrofanova, *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor*
Amur State University
(Russia, Blagoveshensk)

Abstract. *This article presents a comparative analysis of the quality and safety of disposable tableware made of polymeric materials (PP) in 2012 and then in 2021. The historical aspect of the formation of food contact disposable tableware production and distribution of its universal application is considered. Proceeding from the nature and conditions of obtaining polymeric materials for the production of disposable tableware the facts of its unsafe use are given. It is shown that more advanced methods of modern SRF production allowed to create more safe plastic products. To confirm the quality and safety of OPP samples from various Russian producers the analysis of organoleptic, hygienic and sanitary-chemical parameters has been carried out with an interval of 9 years. The results confirmed both the quality and safety, as well as the great importance of WPC for the modern man.*

Keyword: *disposable plastic tableware, nature and composition of plastic, high-density polyethylene, polypropylene, polystyrene, polyethylene terephthalate, polyvinyl chloride, manufacturers, destruction, odor, taste, migration, for-maldehyde.*