

БИОПЛАСТИКИ: ПЕРСПЕКТИВЫ В РОССИИ

Исследование подготовлено коллективом авторов под общей редакцией А. Костина

Цитирование материалов допускается исключительно с указанием ссылки на источник.
Цитирование на интернет-ресурсах допускается с использованием активной гиперссылки на www.rupec.ru

© Информационно-аналитический центр RUPEC, 2014

Введение 2

Основные выводы 3

Классификация биопластиков..... 4

Методы производства биопластиков 7

 Биопластики из углеводородного сырья7

 Природные полимеры.....8

 Клеточная полимеризация.....10

 Молочнокислое брожение.....12

 Аддитивы для биodeградации к традиционным полимерам.....14

Свойства биопластиков и сферы применения 14

Мировая индустрия биопластиков 18

Биопластики и экология 21

Перспективы биопластиков в России 24

 Развитие мощностей26

 Развитие спроса на биоразлагаемые пластики28

ВВЕДЕНИЕ

В 2014 году нефтехимическая отрасль России оказалась втянута в очень нетипичную для себя дискуссию, вызванную обсуждением в правительстве идеи постепенного замещения традиционных полимерных материалов в сфере пищевой упаковки биоразлагаемыми пластиками. В одной из редакций инициатива сводилась к тому, чтобы за три года без какой бы то ни было научной и производственной базы и даже без особой господдержки повторить тот путь, который мировая химическая индустрия прошла за несколько десятилетий, и стать мировым лидером в области потребления биопластиков.

Риски этого плана для вставшей на путь поступательного развития российской нефтехимии вполне очевидны, а те дивиденды, которое государство планирует получить от форсированного внедрения биопластиков, напротив, весьма загадочны.

Столь явный уход от стратегии сбалансированного развития отраслей в пользу более трендовой тематики с полной очевидностью указывает на то, что тема биопластиков остается в России не до конца понятной во всем комплексе различных аспектов и деталей. Миф о биоразлагаемых полимерах как универсальном средстве борьбы с бытовыми отходами, увы, гиперболизирован и широко распространился в массовом сознании. Но вряд ли он имеет достаточные основания, ведь до сих пор доля биопластиков в мировом потреблении полимерных материалов не превышает 1% и в обозримой перспективе не перешагнет порог в 5%.

Информационно-аналитический центр RUPEC представляет базовый обзор ряда вопросов, связанных с темой биопластиков, и анализирует их перспективы в России.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Биоразлагаемые пластики по комплексу свойств (в том числе по цене) уступают традиционным. Основными сферами их применения будет дешевая продукция массового спроса с коротким жизненным циклом либо (дорогие виды биопластиков) высокотехнологичные органосовместимые изделия медицинского профиля.
- Самым быстрорастущим сегментом среди всех биопластиков в самой ближайшей перспективе будет «био-ПЭТФ», производимый с использованием МЭГ, получаемого из биоэтанола. Мощности же по собственно биоразлагаемым пластикам будут расти с темпом около 13% в год.
- Скорость деградации в условиях природной среды у биопластиков колеблется от нескольких недель до нескольких лет и критическим образом зависит от условий, в первую очередь контакта с бактериальной/грибковой средой. Для быстрого и полноценного биоразложения такие пластики требуют размещения в компосте.
- Рост доли биоразлагаемых пластиков в общем объеме полимерных отходов будет создавать сложности для их переработки во вторичное полимерное сырье. Проблема разрешается только малореализуемым отдельным сбором и накоплением традиционных и биоразлагаемых отходов.
- Вероятность создания мощностей в России по всем видам биопластиков можно оценить как низкую, за исключением полимолочной кислоты (PLA), создание производств которой возможно, но лишь при условии господдержки через прямое финансирование проектов либо косвенное через налоговые каникулы, региональные налоговые льготы, компенсацию стоимости заимствования, специальные таможенные режимы для оборудования и материалов на этапе инвестиций и эксплуатации, дотации на сырье либо субсидии сельхозпроизводителям, осуществляющим поставки сырья на такие предприятия и т. п.
- Издержки, приходящиеся на сырье, в проектах PLA в России могут оказаться на 50–100% выше, чем в США.
- Оптимальным с точки зрения издержек регионом для размещения мощностей PLA является юг Сибирского федерального округа.
- Отказ от использования традиционных полимеров в пищевой упаковке в России станет дополнительным фактором увеличения инфляции в потребительском сегменте. Количественно регистрируемых позитивных изменений в части экологии это, скорее всего, не принесет.
- Развитие индустрии биопластиков в России должно осуществляться, но путем создания благоприятных условий для инвестиций в собственные научные разработки и производства, а не искусственным построением рынков.

КЛАССИФИКАЦИЯ БИОПЛАСТИКОВ

Существенным препятствием для понимания всех тонкостей темы биопластиков является фактическое отсутствие достаточно полной и сбалансированной классификации такого рода материалов. Для России актуальной также является проблема терминологии, поскольку далеко не все вовлеченные в дискуссию участники хорошо понимают, о чем, собственно, идет речь. По нашему мнению, отсюда вытекают и многие проблемы регулирования, поскольку очень часто желаемое выдается за действительное. Здесь (за небольшими исключениями, связанными с особенностями перевода) мы будем использовать классификацию биопластиков и систему терминов, которая в целом является общепринятой в мире.

Двумя основными критериями, положенными в основу первого уровня классификации и разделяющими одни группы материалов от других, являются, во-первых, тип

Рисунок 1. Классификация биопластиков



Источник: Анализ RUPEC

применяемого для их производства сырья (соответственно, возобновляемое сырье и ископаемое), а во-вторых, их способность подвергаться самопроизвольному распаду в природной среде, то есть биodeградации. Согласно этим критериям все пластики можно разделить на четыре группы.

Группа 1. Небиоразлагаемые пластики из ископаемого сырья. Это, собственно, все «традиционные» крупнотоннажные полимеры, хорошо знакомые в нефтехимии: полиэтилены, полипропилен, ПВХ, полиэтилентерефталат, полистиролы, полибутилентерефталат, поликарбонаты, полиуретаны и т. п.

Группа 2. Биоразлагаемые пластики из ископаемого сырья. Это полностью синтетические материалы, получаемые традиционными методами нефтехимической промышленности из вполне классического углеводородного сырья, однако способные в силу своих структурных особенностей подвергаться биodeградации. Это в первую очередь полибутираты (если точнее, сополимеры адипиновой кислоты, диметилтерефталата и 1,4-бутандиола; общепринятая аббревиатура PBAT), полибутиленисукцинаты (PBS), поливиниловый спирт (PVAL), поликапролактоны (PCL) и полигликолевая кислота (PGA). К этой группе с очень большими оговорками можно отнести традиционные пластики, модифицированные с помощью промоторов деполимеризации (Группа 2а), либо полученные с введением нестойких к гидролизу сополимеров (Группа 2б). Эта подгруппа в настоящее время почти полностью представлена модифицированным ПЭТФ, где в качестве сополимера используется, например, PBAT.

Группа 3. Небиоразлагаемые пластики из природного сырья. В эту группу включаются главным образом «классические» пластики типа полиэтиленов, ПВХ или терефталевых полиэфиров (ПЭТФ или ПБТФ), сырье для которых полностью или частично получается из биомассы. Это биоэтилен и производимый из него биомоноэтиленгликоль, а также био-1,4-бутандиол и моноэтиленгликоль прямого брожения сахаров. Сюда же можно отнести такой материал, как полиамид-11, который производится из растительного масла, но не является биоразлагаемым.

Группа 4. Биоразлагаемые пластики из природного сырья. Сюда относятся «стопроцентные» биопластики. Однако эта группа оказывается слишком обширной и запутанной структурно без введения дополнительного разграничи-

ющего критерия. В нашей системе классификации таким дополнительным критерием является способ получения полимера. В соответствии с этим параметров мы выделяем следующие подгруппы (далее для простоты изложения называемые группами):

Подгруппа 4а. Биоразлагаемые пластики из природного сырья; полимерная цепь образуется в природе без участия человека. Эта группа охватывает такие вещества, которые являются полимерами «от природы», а задачи их производства сводятся или к выделению таких полимеров из биосырья, или модификации их структуры без сборки полимерной цепи. Яркие представители этой группы — биополимеры на основе крахмала, модифицированной целлюлозы.

Подгруппа 4б. Биоразлагаемые пластики из природного сырья; полимерная цепь образуется в ходе жизнедеятельности микроорганизмов в контролируемой среде. Эта группа включает целое семейство полимеров с общим названием полигидроксиалканаты (РНА), которые образуются в ходе жизнедеятельности бактерий.

Подгруппа 4в. Биоразлагаемые пластики из природного сырья; в ходе биологического процесса образуется мономер, а сборка полимера осуществляется химическим путем. Яркий пример веществ этой группы — хорошо известная полимолочная кислота (PLA).

Подобный подход к классификации пластиков оказывается достаточно наглядным (Рис. 1) и удобным в применении.

В данном обзоре мы сосредоточим внимание преимущественно на полимерах группы 4 и группы 2, поскольку именно с такого рода материалами в России обычно ассоциируется термин «биопластики» или «биоразлагаемые пластики». Кстати, термины «биоразлагаемые» и «биоразлагающиеся», несмотря на некоторую разницу в оттенках, все же здесь следует понимать в одном значении.

Материалам группы 3 и вообще подходам к производству традиционных нефтехимических продуктов из биологического сырья посвящено отдельное исследование центра RUPEC.

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОПЛАСТИКОВ

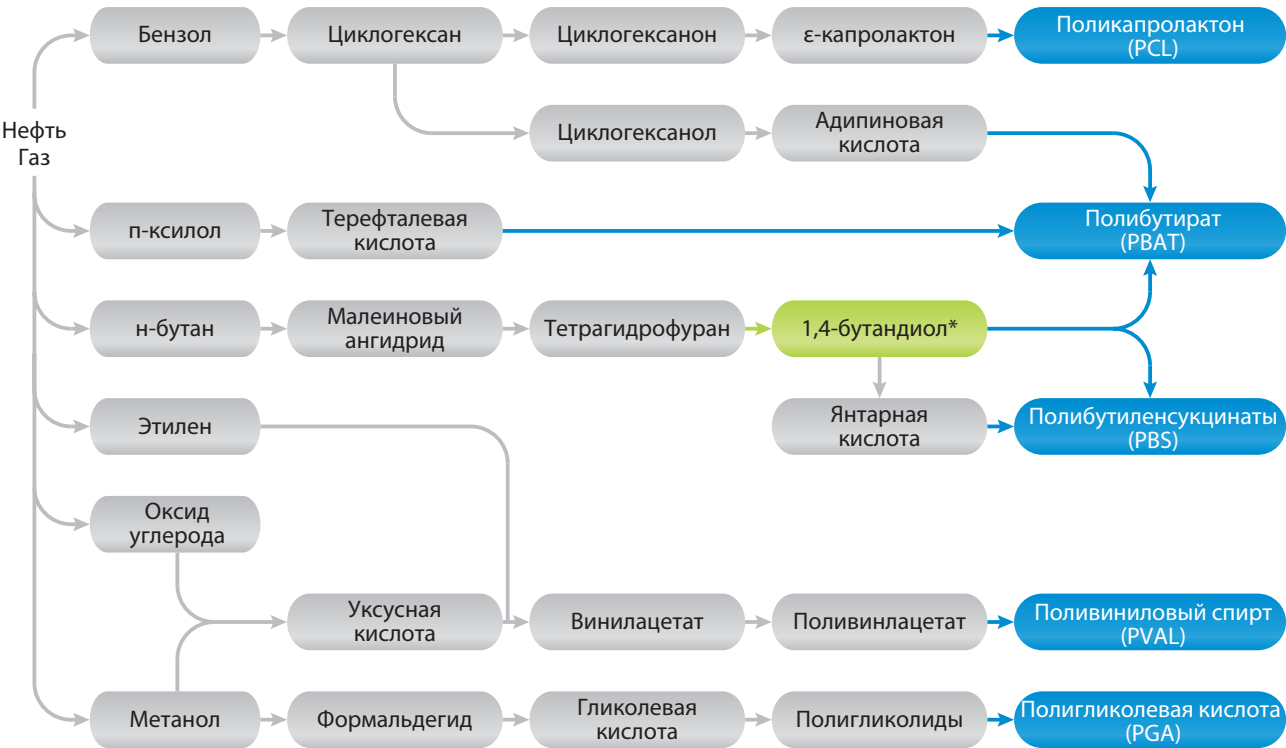
Биопластики из углеводородного сырья

Группа 2 объединяет полимеры, которые образуются в ходе стандартных нефтехимических процессов из привычного углеводородного сырья, однако обладают при этом способностью деградировать в природе. Стоит отметить, что по своей структуре большая часть полимеров этой группы является полиэфирами, поэтому часто синонимом соединений группы 2 (по нашей классификации) выступает термин «биоразлагаемые полиэфиры».

Тот факт, что данные полимеры получают из традиционного углеводородного сырья, не означает, конечно, что они просты и доступны в производстве. Это высокотехнологичные материалы, которые от ископаемых углеводородов отделяет пять-семь переделов (а не три, как у таких

Рисунок 2. Генеалогия методов производства основных биоразлагающихся пластиков из углеводородного сырья (группа 2)

Показан лишь ряд возможных альтернативных путей промышленного синтеза



* - коммерциализована технология получения брожением сахаросодержащего сырья

Источник: Анализ RUPEC

крупнотоннажных пластиков, как полиолефины), причем эти стадии часто представляют собой уникальные промышленные процессы, технологиями которых владеют одна-две компании в мире (Рис. 2).

По мере углубления переделов часто падает селективность и конверсия по сырью, растет число побочных продуктов. Все это усложняет и удорожает производство, создает экономические и технологические ограничения на мощность. Поэтому биоразлагаемые пластики, производимые из углеводородного сырья, являются очень дорогостоящими материалами с довольно специфическими областями применения.

Природные полимеры

Наиболее логичный путь к получению биоразлагаемых пластиков для человека — предоставить природе возможность самой их производить. Таким образом получают биопластики группы 4а.

Большинство молекул в биологических организмах представляет собой полимеры — длинные цепочки, состоящие из одинаковых звеньев. Полимерами, являются, например, все белки, в том числе ферменты — биологические катализаторы, нуклеиновые кислоты (в частности, ДНК — носитель генетической информации) и, самое главное, углеводы в живых организмах чаще всего также содержатся в виде более или менее длинных полимерных цепочек, известных, как полисахариды. Один из наиболее распространенных полисахаридов природного происхождения — крахмал. Он в том или ином количестве присутствует почти во всех растительных культурах, употребляемых человеком в пищу. В мировом производстве, однако, более 80% приходится на две культуры: кукурузу (так называемую сахарную или пищевую кукурузу) и картофель.

Для растений крахмал — это молекулярный аккумулятор энергии, которую они накапливают впрок, синтезируя ее из углекислого газа и воды под действием света. По своей структуре крахмал — полимерный углевод (полисахарид), мономером которого является глюкоза (Рис. 3).

Технология извлечения крахмала из растительного сырья предельно проста: кукурузное зерно или картофельные клубни (или вообще любое крахмалосодержащее сырье) подвергается так называемому мокрому измельчению, при

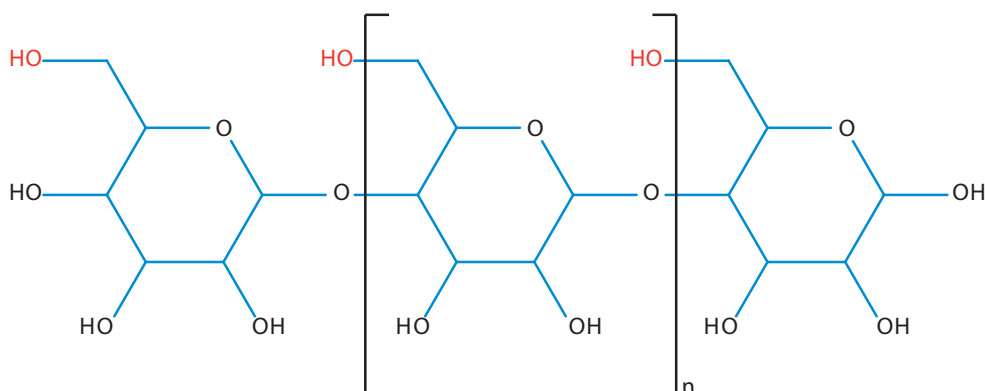
котором клетки, содержащие крахмал, частично разрушаются и смываются в воду. Получающийся таким образом раствор промывается и упаривается до сухого вещества.

Сам по себе крахмал в первичной форме трудно назвать биопластиком в силу его очень высокой гигроскопичности и вообще нестойкости к гидролизу. Тонкие пленки из немодифицированного крахмала используются, например, в качестве быстрорастворяемой оболочки капсул медицинских препаратов. Однако для придания крахмалу хоть сколько-нибудь стабильных свойств по отношению к влажности его модифицируют. Вариантов достаточно много: это сополимеризация с другими мономерами (например, акрилонитрилом с последующим гидролизом), модификация боковых гидроксиметильных фрагментов (на Рис. 3 отмечены красным) и т. п.

Модифицированный крахмал, тем более после введения пластификаторов, уже лучше поддается обработке классическими методами переработки термопластов (экструзия, литье и т. п.). Однако сегодня чаще всего под крахмальными биопластиками подразумевают уже композиционные материалы, где модифицированный крахмал смешивается с неким полимерным аддитивом, обладающим более подходящими механическими свойствами. Для производства дешевых изделий с коротким циклом жизни (пакеты, сельскохозяйственная пленка для мульчирования, мусорные пакеты) используют композит из неочищенного крахмала, упомянутого выше поливинилового спирта и талька в качестве балластного наполнителя. В других более ответственных применениях используются и другие полимеры из группы 2: поликапролактоны или ВРАТ. Тогда получающийся композит сохраняет биоразлагаемые свойства. Иногда в качестве наполнителя используют и классические полиолефины.

Рисунок 3. Структура крахмала как полимера глюкозы

Конформационные особенности строения опущены



Помимо крахмала в природе встречаются и другие полимеры глюкозы, пригодные для производства пластиков. Это главным образом целлюлоза — полисахарид, выполняющий в живой природе функцию структурной основы клеточных оболочек у растений. Хотя целлюлоза, как и крахмал, является полимером глюкозы, она значительно отличается от него структурно и в целом ее труднее выделять из природного сырья и подвергать дальнейшей переработке. Для извлечения целлюлозы из древесной щепы применяют варку с использованием достаточно агрессивных реагентов.

Полученную целлюлозу подвергают модификации, главным образом путем химического воздействия на боковые гидроксиметильные группы (Рис. 3). Действием уксусного ангидрида получают ацетат целлюлозы, который используется при изготовлении волокон и нитей («ацетатное волокно»), азотной кислоты — нитрат целлюлозы, из которого после компаундирования с смолистыми веществами получают целлулоид (хорошо известен, например, в виде шариков для пинг-понга). Есть множество вариантов химической модификации целлюлозы; получаемые в итоге полимерные вещества можно, как и в случае с крахмалом, компаундировать с механически более подходящими компонентами.

Клеточная полимеризация

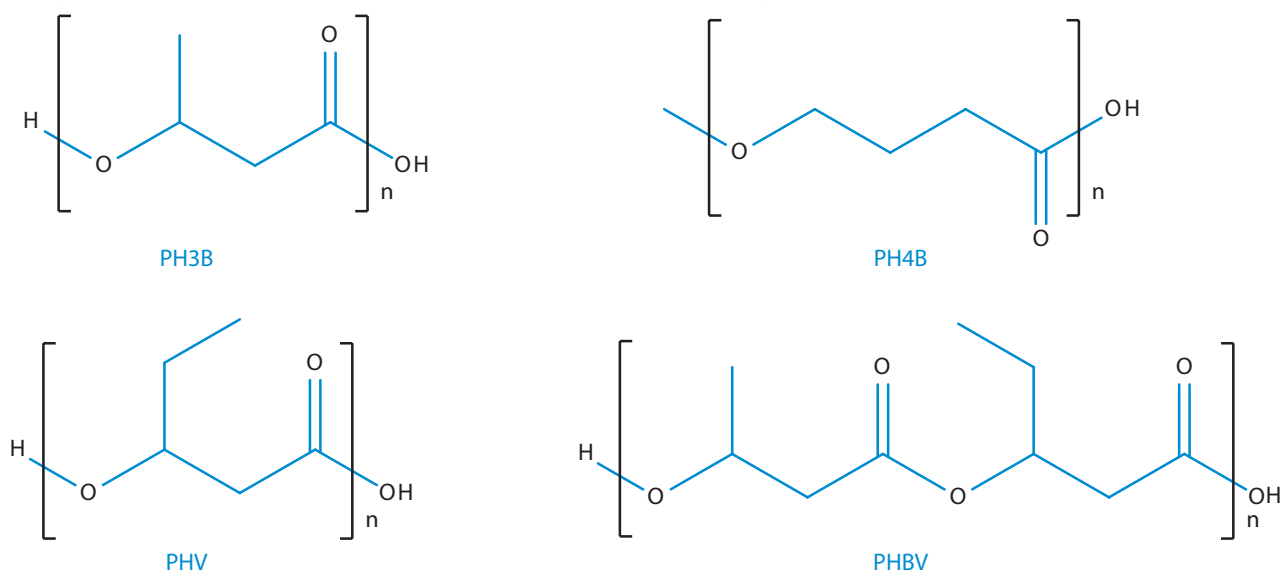
Точно так же, как растения накапливают крахмал в качестве питательного запаса, ведет себя ряд микроорганизмов. В обычных условиях при наличии питательных веществ (глюкозы) и дефиците микроэлементов (азота, фосфора и т. п.) такие бактерии производят полимеры, относящиеся к классу полигидроксиалканоатов (РНА), которые, согласно нашей классификации, относятся к группе 4б (Рис. 4). В случае изменения условий окружающей среды или наступления голода эти полимеры расщепляются бактериями с выделением энергии. Масса такого полимерного «аккумулятора» может достигать до 80% от сухой массы самого микроорганизма.

Сам факт образование полимера класса РНА в ходе жизнедеятельности бактерий *Ralstonia entrophus* и *Bacillus megaterium* был открыт еще в 1925 году (это был РНУ). Однако первое промышленное производство сополимера РНВУ бактериального происхождения было запущено в Великобритании в начале 1980-х.

Сегодня известно уже не менее 10 видов бактерий, способных осуществлять биосинтез полигидроксиалкананов (это *Aeromonas hydrophila*, *Alcaligenes eutrophus*, *Alcaligenes latus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Ralstonia entrophus*, *Ralstonia eutropha*, *Thiococcus pfennigii* и др.). В качестве пищи они обычно используют водные растворы сахаров или глюкозы, получаемых переработкой пищевого растительного сырья. Это делает производство биопластиков группы PHA достаточно дорогим. Чтобы снизить долю сырья в себестоимости полимеров, методы производства PHA совершенствуются по двум направлениям. Во-первых, исследуются бактерии с модифицированной ДНК, которые были бы способны последовательно гидролизовать высшие сахара и затем превращать их в полимеры-аккумуляторы. Такой путь усовершенствования микроорганизмов позволит выйти на использование более дешевого сырья, типа отходов пищевого или спиртового производства. Во-вторых, предпринимаются попытки культивировать подходящие для промышленного процесса колонии бактерий, обитающих в почве. Идея здесь в том, что у таких бактерий метаболизм в условиях хронического недостатка микроэлементов настроен на очень активное производство полимеров-аккумуляторов. Выражаясь языком химической промышленности, выход PHA-полимеров на единицу потребленного глюкозного сырья у них выше, чем у используемых сейчас в промышленном производстве.

Сам процесс производства пластиков класса PHA выглядит следующим образом. В обогащенной сахарами среде, куда также добавлено определенное количество микроэлементов, расселяется колония бактерий. Пользуясь благоприят-

Рисунок 4. Важнейшие биополимеры класса PHA (группа 4б)



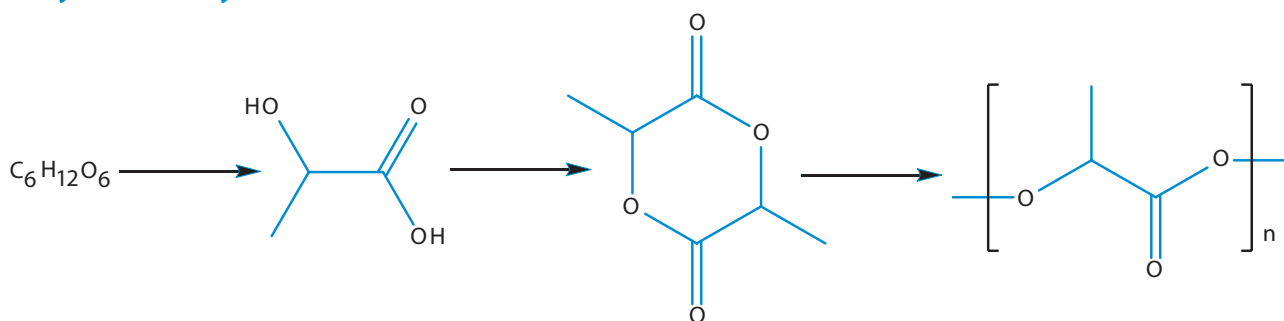
ными пищевыми условиями, они активно размножаются. Однако в какой-то момент численность популяции начинается превосходить питательные возможности среды, и бактерии переключаются на накопление полимеров РНА. Процесс останавливается в момент максимального количества полимеров, аккумулированных внутри бактериальных клеток. Затем оболочки клеток разрушаются (механически или ультразвуком), полимер высвобождается в раствор, отделяется и дальше обрабатывается традиционным способом.

Молочнокислое брожение

Большинство живых организмов на Земле различного уровня сложности используют в своей жизнедеятельности кислород, который участвует в процессе трансформации пищи в энергию, необходимую для реализации всех прочих жизненных функций живой клетки. Сложные комплекс биохимических процессов переработки питательных веществ (углеводов, жиров) в энергетические эквиваленты с участием кислорода называется клеточным дыханием. Однако на ранних этапах эволюции живой материи кислорода на планете было относительно мало, поэтому организмы выработали альтернативный способ метаболизма питательных веществ, при котором кислород в процесс вообще не вовлекается или вовлекается в меньших количествах. Такой способ превращения пищи в энергию носит название анаэробного дыхания или брожения. Для растений этот процесс реализуется с производством в качестве побочного продукта этилового спирта. Это так называемое спиртовое брожение. У животных анаэробное дыхание приводит к производству молочной кислоты.

В свою очередь, молочную кислоту как мономер можно полимеризовать с образованием полилактидов (PLA). На этом основано промышленного производства такого биополимера, как полимолочная кислота (Рис. 5). Согласно нашей классификации, он является биопластиком группы 4в.

Рисунок 5. Получение полимолочной кислоты (PLA)



Процесс полимеризации молочной кислоты в полимерный материал был запатентован компанией DuPont еще в 1954 году. Однако на тот момент клеточные технологии не позволяли реализовать наработку мономера, а получать его из углеводородного сырья (что возможно) было бессмысленно при наличии более дешевых альтернатив вроде полистирола.

Технологически процесс наработки мономера для PLA не столь сложен и затратен, как в случае с пластиками группы PHA, поскольку молочнокислое брожение — относительно простой процесс, не требующий наличия живой клетки. В промышленности молочную кислоту получают брожением глюкозосодержащего сырья под действием вводимых в процесс ферментов, эквивалентных тем, что осуществляют аналогичный процесс в живых организмах. Собственно, отсутствие в промышленной технологии составляющей, связанной с клеточными культурами, и возможность построения непрерывного производства сильно снижают себестоимость молочной кислоты и ее полимера. Поэтому PLA пока является самым дешевым биопластиком из группы 4.

Однако конкурировать по издержкам с обычными нефтехимическими полимерами PLA может лишь в отдельных регионах мира (например, США или Бразилия), где стоимость сахаросодержащего сырья ниже за счет индустрии биоэтанола. Собственно, перспективы сокращения издержек при производстве полимолочной кислоты абсолютно созвучны таковым в отрасли биоэтанола: это переход на так называемые технологии второго поколения, которые давали бы возможность за счет ферментативных/бактериальных подходов вовлекать в получение глюкозы более дешевое исходное сырье, содержащее не крахмал, а целлюлозу. Это позволит перейти на использование, например, сена, ботвы, отходов зернообработки, древесины и т. п. (Рис. 6).

Рисунок 6. Издержки при производстве PLA и PHA в сравнении с полиолефинами, США, 2012 год (\$/тонна)



Источник: СИБУР

Аdditивы для биodeградации к традиционным полимерам

Одним из возможных путей добиться от традиционного полимера частичных свойств биodeградации является использование специальных аддитивов, вводимых в полимер на этапе экструзии, и провоцирующих его деполимеризацию под действием длительной экспозиции света и повышенной температуры. При этом длинные полимерные цепочки распадаются на более короткие, а пластиковое изделие тоже как бы рассыпается. Предположения о его дальнейшем биоразложении основаны на том, что мелким частицам полимера куда проще деградировать под действием агрессивных условий среды (кислород как окислитель; влага), в частности впитать воду («набухнуть»), а в набухшем полимере могут расселиться микроорганизмы, которые будут в состоянии его поедать. Полимеры с такими добавками мы отнесли к группе 2б.

Проблема аддитивов такого типа в том, что они не должны разрушать полимер в период его полезной эксплуатации (в том числе на свету и опять-таки при длительном использовании), а «включаться» лишь когда он окажется в природной среде. Это существенная сложность.

Несмотря на то, что на рынке подобных добавок достаточно много, эффективность далеко не всех из них доказана в реальных условиях захоронения пластикового мусора. Сроки биodeградации традиционных пластиков составляют от девяти месяцев до пяти и более лет. Чаще всего такие добавки используются при производстве ПЭТ-бутылок, сельскохозяйственных пленок, одноразовой упаковки.

СВОЙСТВА БИОПЛАСТИКОВ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Свойства биоразлагаемых пластиков очень разнообразны и различаются в широких пределах. Эти свойства определяют и преимущественные направления их использования.

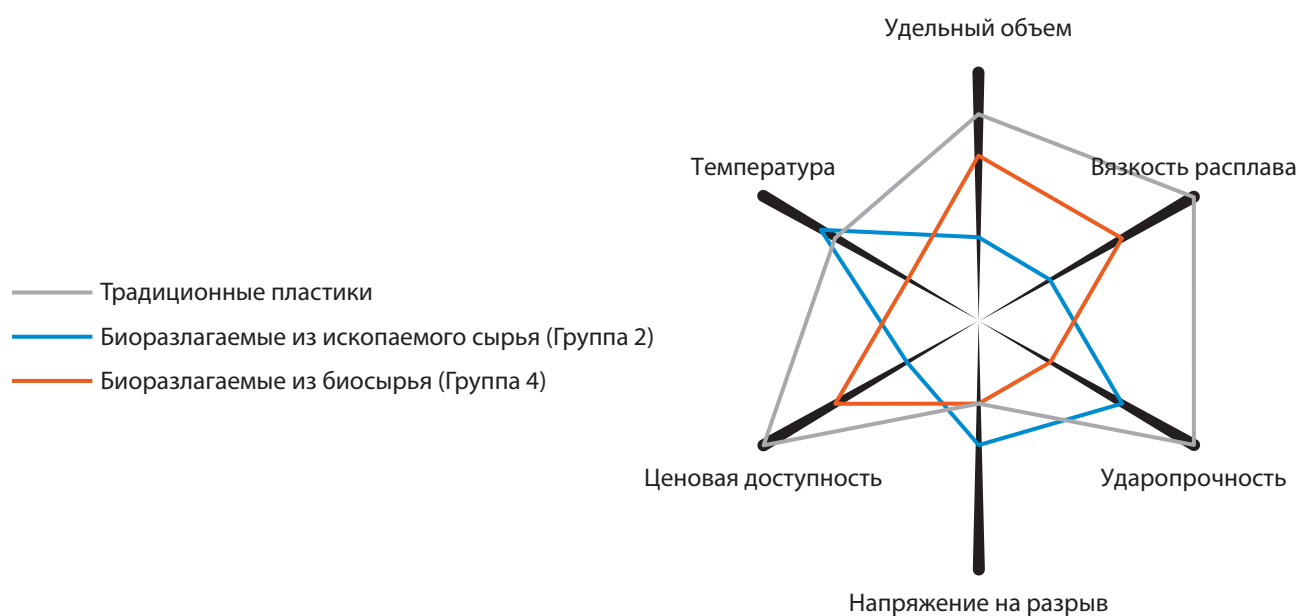
Важнейшим эксплуатационным параметром всех полимерных материалов вне зависимости от происхождения является характерная эксплуатационная температура, то есть тот температурный предел, до которого механические и реологические (характеризующие вязкость) свойства пластика позволяют ему исполнять свое функциональное назначение в том или ином изделии. В «традиционной» углеводородной нефтехимии параметр температуры эксплуатации является одним из целевых при создании новых материалов — чем выше эта температура, тем более технологичным считается полимер.

Характеризовать по этому параметру все биополимеры невозможно — разброс очень широк. Однако можно отметить, что полимеры группы 4 (биоразлагаемые из возобновляемого сырья) в целом показывают более низкие характерные температуры, чем традиционные нефтехимические пластмассы, а полимеры группы 2 — более высокие. Есть, впрочем, и исключения. Так, PGA (группа 2) начинает терять полезные механические свойства уже при температуре около 40 °С, а ацетаты целлюлозы (группа 4а) сохраняют механические свойства вплоть до 100 °С.

С точки зрения технологий переработки биопластиков как термопластов важными показателями являются плотность материала и минимальный характерный показатель текучести расплава (ПТР). Первый характеризует массу материала, которая требуется для формирования изделия с определенной объемной характеристикой, например, листа. Чем выше плотность, тем больше полимера нужно для изготовления детали. С этой точки зрения традиционные полимеры существенно выигрывают у биоразлагаемых, обладая плотностью на 30–50% ниже. ПТР в целом характеризует скорость истечения расплава полимера через узкие сечения при экструзии, например, волокон, пленок и т. п. Чем ниже ПТР, тем более вязким является расплав. Это требуется, в частности, для работы оборудования по экструзии пленок на высоких скоростях. Наоборот, для литья не нужна высокая вязкость расплава. Однако в индустрии упаковочных изделий все же более выгодным является более низкий ПТР. Здесь традиционные полимеры выигрывают. Это позволяет, например, изготавливать из них пленки значительно тоньше, чем из биопластиков. Что, кстати, тоже влияет на массовый расход материала.

С точки зрения механических свойств традиционные пластики безусловно выигрывают у всех биоразлагаемых по такому параметру, как ударопрочность. В случае с биопластиками этот показатель компенсируется путем приготовления компаундов с теми же традиционными пластиками, полиэфирами группы 2 или инертными наполнителями. Что касается прочности на разрыв, то она примерно одинакова как у классических пластиков, так и у биоразлагаемых. Небольшое преимущество здесь у биоразлагаемых полиэфиров (Рис. 7).

Рисунок 7. Качественное сопоставление основных свойств биоразлагаемых и традиционных пластиков



Источник: Анализ RUPEC

Еще один важный интегрированный показатель — барьерные свойства, то есть способность тонкого слоя полимера препятствовать диффузии сквозь него газов и паров воды. Обычные полимеры, применяемые для пленок, например полипропилен, обладают прекрасными барьерными свойствами. У биопластиков не все однозначно. Например, бутылки из PLA допускают диффузию CO₂, поэтому не подходят для газированных напитков; сополимеры типа PBAT пропускают в два раза меньше кислорода, чем линейный полиэтилен, зато в 100 раз больше паров воды.

По комплексу свойств биоразлагаемые пластики в целом малоприспособлены для изготовления деталей, испытывающих ударные нагрузки и вообще эксплуатируемых под напряжением. В то же время они хорошо подходят для изготовления, например, пленок и упаковки. Вообще, исторически одним из самых первых применений биоразлагаемых

полимеров, актуальным и сейчас, стали пленки для сельского хозяйства, где они используются в основном для мульчирования: создания своего рода экрана между почвой и воздухом. Раньше для мульчирования использовали всевозможные органические отходы — солому, бумагу, торф, песок и т. п. Биоразлагаемые пленки как нельзя лучше соответствуют этим целям: их удобнее раскладывать, этот процесс поддается механизации, а материал со временем исчезает сам. Никаких особых прочностных характеристик таким пленкам не нужно. Экструзия пленок — основное направление переработки биоразлагаемых полимеров группы 4 (Таб. 1). Исключение — полигидроксикапроаты (Группа 4б), которые достаточно дороги для продукции массового спроса с коротким периодом эксплуатации.

Что касается собственно биodeградации, то и это свойство проявляется у различных материалов по-разному. Разрушение полимерных молекул может идти двумя путями: физико-химически, путем гидролиза под действием кислотных или щелочных сред, либо под действием бактериальных и грибковых культур, которые осуществляют ферментативное разложение полимеров. Скорости

Таблица 1. Сферы применения биоразлагаемых пластиков

Полимеры	Области применения
Группа 2	
PCL	Хирургические иглы, имплантируемые резервуары для препаратов, материал для реконструкции тканей, выращивание органов, пломбирования зубных каналов; компаунд для крахмала
PBS	Упаковка в т. ч. для агрохимии, фармацевтики, посуда, сельскохозяйственные пленки
PBAT	Пищевая упаковка, выращивание органов
PGA	Компаунд для PLA; шовный материал и иглы, конструкции для остеосинтеза, штифты, имплантируемые резервуары
PVAL	Компаунд для крахмала, клеевые основы, текстильная промышленность
Группа 4	
Крахмал и композиты	Пленки для сельского хозяйства, одноразовая посуда, упаковка в т. ч. пакеты
PHA	Шовные материалы, катетерные иглы, имплантируемые изделия, капсулы для препаратов, парфюмерия
PLA	Упаковка, в т. ч. пакеты, одноразовая посуда, бутылки для пищевых продуктов, игрушки

Источник: Анализ RUPEC

биodeградации путем гидролиза, как правило, ниже, чем под воздействием микроорганизмов. Некоторые полимеры (PCL) не будучи помещенными в компостную среду (где присутствуют бактерии), разлагаются очень долго — от двух до четырех лет. Для полимеров группы 4 типовой скоростью биоразложения в условиях повышенной температуры, слегка щелочной среды и бактериальной активности (то есть компост) является диапазон от семи до 10 недель. Однако эти цифры в значительной мере условны. В некоторых экспериментах по разложению материалов в почвах компаунды на основе PLA и крахмала по скорости разложения сильно уступали PBAT. Сельскохозяйственная пленка из чистой PLA в песчаной почве за 35 недель теряла только 14% веса. Этот пример показывает, насколько велика роль конкретных условий для реализации биологической деградации материалов. Главное, что нужно знать про биоразлагаемые пластики в этом аспекте, — их способность к биоразложению полностью зависит от условий их размещения в качестве отходов.

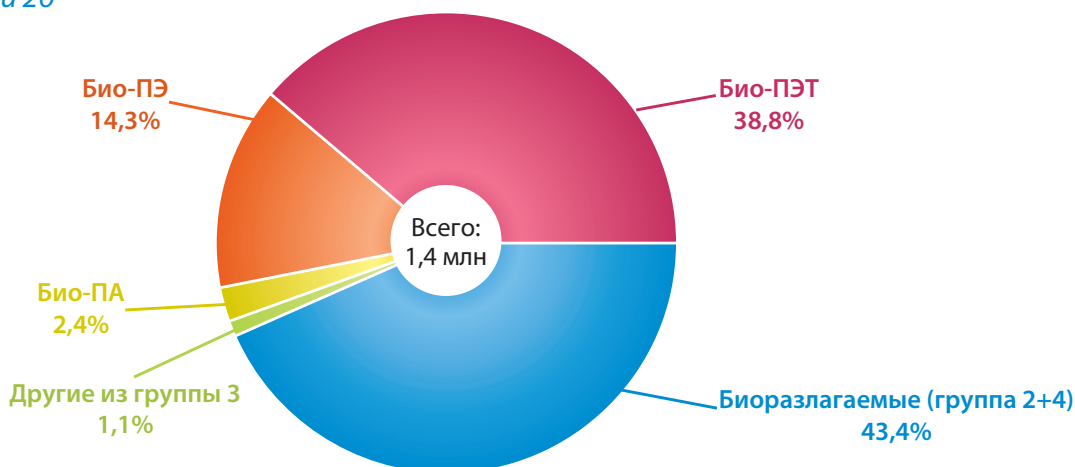
МИРОВАЯ ИНДУСТРИЯ БИОПЛАСТИКОВ

Несмотря на всю популярность темы биоразлагаемых пластиков, на деле в мировой индустрии преобладают мощности по производству традиционных пластиков на основе сырья, вырабатываемого из биомассы (группа 3: небiorазлагаемые из возобновляемого сырья), либо традиционных пластиков, сополимеризованных с легко гидролизующимися компонентами. Причем почти 40% мощностей приходится на производство «био-ПЭТ». Доля собственно биоразлагаемых пластиков (группы 2 и 4 без подгрупп 2а и 2б согласно нашей классификации) сопоставима — 44% (Рис. 8). Всего в 2012 году мировые мощности по выпуску биопластиков составляли 1,4 млн тонн в год.

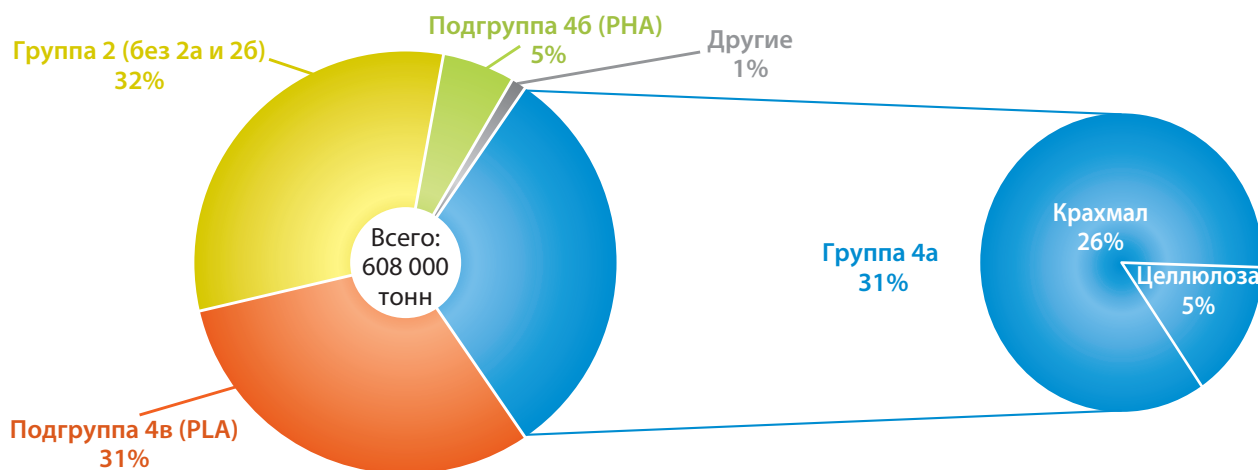
Внутри группировки собственно биоразлагаемых пластиков наблюдался определенный паритет между материалами из группы 2 (биоразлагаемые из ископаемого

Рисунок 8. Структура мировых мощностей всех биопластиков по типам, 2012 год

Приставка «био» перед названием традиционных пластиков означает их принадлежность к группам 3 или 2б



Источник: European BioPlastics/IfBB

Рисунок 9. Структура мировых мощностей биоразлагаемых пластиков по типам, 2012 год

Источник: European BioPlastics/IfBB

сырья), подгруппы 4а (материалы на основе природных полимеров — крахмала и целлюлозы) и подгруппы 4в (PLA). Роль материалов других типов была незначительна (Рис. 9). Всего мировые мощности по биоразлагаемым пластикам составляли в 2012 году чуть более 600 тыс. тонн.

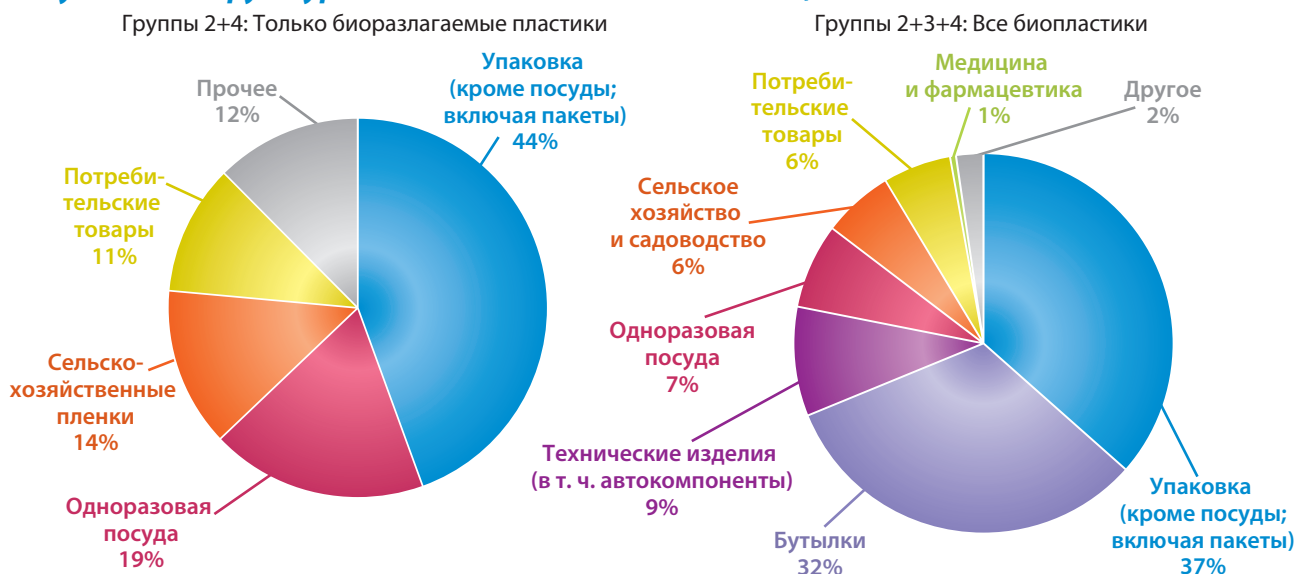
Такая структура мощностей в сфере чистых биоразлагаемых пластиков, где 62% приходится на полимеры с не самыми выдающимися механическими свойствами, обуславливает и структуру применения таких материалов. Здесь две трети приходится на изделия с очень коротким жизненным циклом: упаковку, одноразовую посуду, агротехнические пленки для мульчирования и т. п. С учетом же всех биопла-

стиков (в том числе группы 3 и 2б) структура использования несколько иная: за счет огромной доли «био-ПЭТФ» треть всего потребления приходится на бутылки (Рис. 10).

Региональное распределение мощностей в целом соответствует распределению мощностей по видам биопластиков. Так, Европа традиционно лидирует в производстве PLA, в Северной Америке развито производство PLA и PHA, а также полимеров группы 2 (биоразлагаемые полиэфиры из традиционного сырья). В то же время в Азии (Индия, страны Индокитая) интенсивно развивается производство био-ПЭТФ, в Бразилии — био-ПЭ. А поскольку тоннаж мощностей по традиционным пластикам, компоненты которых вырабатываются из возобновляемого сырья (группа 3) в целом превосходит все прочие типы, Азия и Южная Америка немного лидируют: на них приходится 36% и 28% мощностей соответственно. Европа занимает 23% производственных мощностей, на долю Северной Америки приходятся 13%.

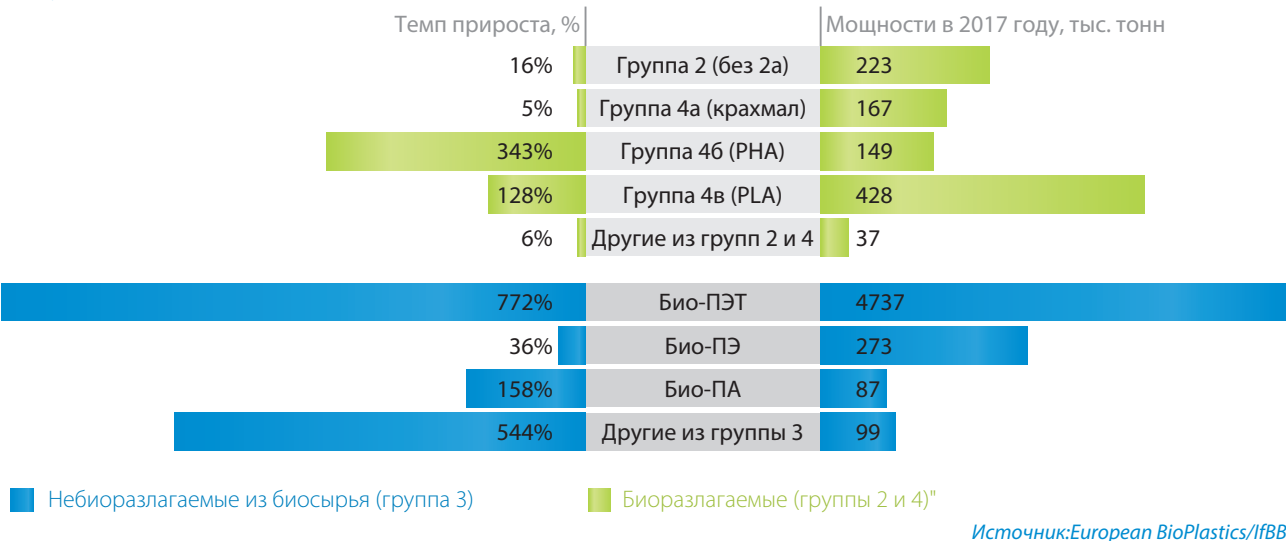
Именно с пластиками группы 3 связывают наиболее динамичный рост среди всех биопластиков, а главным драйвером здесь станет спрос на био-ПЭТФ (Рис. 11). По прогнозу IfBB, семейство собственно биоразлагаемых пластиков к 2017 году вырастет на 65% к базе 2012 года, а совокупные мировые мощности достигнут 1 млн тонн в год. Самыми быстрорастущими направлениями должны стать полигидроксикарбонаты (группа 4б) и полимолочная кислота (группа 4в). Развитие же производства биопластиков на основе крахмала и целлюлозы будет фактически стагнировать.

Рисунок 10. Структура использования биопластиков, 2012 год



Источник: СИБУР, European BioPlastics/IfBB

Рисунок 11. Прогноз роста мировых мощностей по биопластикам в 2012-2017 годах



БИОПЛАСТИКИ И ЭКОЛОГИЯ

Очень сложно однозначно утверждать, какая из двух идей, лежащих в основе развития индустрии биоразлагающихся пластиков — ресурсосбережение и экология, — является первичной. По крайней мере, с точки зрения экологии роль биопластиков далеко не так однозначна, как это традиционно подается популяризаторами данной отрасли. Соображений здесь несколько.

Во-первых, даже по самым оптимистичным прогнозам в ближайшие 10–15 лет доля биоразлагающихся полимеров в мировом потреблении пластиковых изделий не превысит 5–8%. Понятно, что столь скромная роль не позволяет даже предполагать, что человечество сможет в какой-то момент полностью отказаться от накопления полимерных отходов на полигонах или их переработки во вторичное сырье или энергию.

Более того, рост доли биоразлагающихся пластиков в бытовом обороте, как это ни парадоксально, создает проблемы для утилизации традиционных полимерных отходов. Логика тут в следующем. Несмотря на активное развитие эффективных технологий автоматической сортировки дробленого смешанного (металлы, полимеры, бумага, стекло и т. п.) мусора, в обозримой перспективе массовая перера-

ботка отходов будет во многом опираться все же на ручной труд. А оператор, работающий на линии сортировки, по понятным причинам не в состоянии отличить по внешнему виду, например, бутылку, изготовленную из традиционного ПЭТФ, от такой же по форме, цвету и прозрачности бутылки, изготовленной, скажем, из полимолочной кислоты или ее композитов. Соответственно, образующееся на выходе с сортировки дробленое полимерное сырье будет содержать как ПЭТФ, так и PLA. А такую смесь уже нельзя запустить во вторичное использование по технологическим причинам: режимы переработки этих полимеров существенно различаются. Технически же реализовать отдельный сбор биоразлагаемых полимерных отходов и традиционных практически невозможно просто потому, что пользователи пластиковых изделий вряд ли будут обращать внимание на такие тонкости, как материал, из которого изготовлен их пакет, бутылка или одноразовая тарелка.

Кроме того, далеко не факт, что изделие из биоразлагающегося пластика, будучи вывезено на самую ординарную свалку бытовых отходов, сможет разложиться на безопасные для окружающей среды компоненты в приемлемые сроки. Дело в том, что для большинства типов биоразлагающихся полимеров критичным условием из самопроизвольной деградации является прямой контакт со средой: почвой, влагой, солнечным светом, кислородом и т. п. Понятно, что у бутылки, лежащей на куче металлического лома и укрытой сверху горой битого стекла, очень мало шансов проконтактировать с почвой. Это, конечно, очень условная иллюстрация, однако она выводит на мысль о необходимости создания специальных условий для захоронения отходов из биоразлагающихся пластиков. Что опять-таки упирается в вопрос об их отдельном сборе, а также источниках экономического стимула для таких инвестиций.

Кроме того, даже если предположить, что все биоразлагаемые пластики будут накапливаться должным образом, то есть в условиях, когда они действительно могут деградировать без участия человека, основным веществом, который будет выделяться при таком разложении, будет углекислый газ. В то время как эмиссия парниковых газов год от года оказывается под все более и более жестким контролем со стороны мирового сообщества.

Есть и еще один косвенный и весьма любопытный экологический риск, связанный с темой биоразлагаемых полимеров. Как следует из данных по структуре мировых

производственных мощностей, пока первенство остается за полимерами из группы 3, то есть бионеразлагаемыми пластиками, которые при этом производятся в цепочке по переработке растительного сырья. В первую очередь это пищевой ПЭТФ, идущий на изготовление бутылок. Тот факт, что такой полимер имеет отдаленные «биологические» или «экологичные» корни, активно используется эксплуатантами такой тары (производителями и дистрибьюторами напитков) для решения своих маркетинговых и рекламных задач. Часто спекуляция терминами «зеленый», «экологичный», «био» и т. п. вводит конечного потребителя в заблуждение и он, не вникая, понятно, в детали, считает такую бутылку биоразлагающейся. Данное обстоятельство влияет на поведение конечного потребителя пользователя в сторону менее ответственного отношения к использованному изделию. То есть, например, в обычной ситуации пользователь обязательно донес бы использованную тару до мусорного контейнера, а находясь в заблуждении относительно биоразлагаемых свойств бутылки, может просто бросить ее на землю.

С этой темой тесно смыкается проблема бытовой пластиковой продукции вообще, которая, не являясь биоразлагаемой, успешно под нее маскируется, провоцируя потребителей на безответственное отношение к такому мусору. Понятно, что само это явление имеет место благодаря развитию и популяризации темы с биоразлагаемыми полимерами. Так, например, весьма двусмысленна роль материалов, которые мы отнесли к группе 2б, то есть традиционные нефтехимические полимеры, в которые сополимеризацией вводится некий легко гидролизующийся компонент. Чаще всего это относится к ПЭТФ для производства бутылок. По смыслу такие сополимеры не являются биоразлагаемыми: оказываясь в условиях окружающей среды, они за относительно короткий срок просто распадаются на мелкие фрагменты, как бы рассыпаются. Однако образующиеся при этом кусочки представляют собой обычный нефтехимический полимер. Риск здесь в том, что такие мелкие полимерные фрагменты легко переносятся ветром и потоками воды, попадают в водоемы и вообще экосистемы, куда более или менее организованно складированный полимерный мусор попадает крайне редко. Будучи проглоченными, например рыбами, такие полимерные фрагменты включаются в пищевые цепочки животных и птиц, и наносят куда больший урон окружающей среде, чем мирно ле-

жащая на полигоне отходов бутылка из обычного ПЭТФ. Однако это не мешает производителям изделий из таких модифицированных «обычных» полимеров вводить в заблуждение потребителя, обращаясь к терминологии «биоматериалов», «зеленых пластиков» и «экологичной упаковки».

ПЕРСПЕКТИВЫ БИОПЛАСТИКОВ В РОССИИ

Опыт всех стран мира показывает, что без активной государственной поддержки — как организационной, так и прямой финансовой, — развитие индустрии и научных разработок в области химических биотехнологий маловероятно. Так, например, коммерциализация компанией INEOS (через «дочку» INEOSBio) технологии получения биоэтанола путем ферментативного метаболизма синтез-газа, получаемого газификацией целлюлозного сырья с запуском промышленного производства, была на 98% прямо или косвенно профинансирована государственными институтами США.

Биопластики не исключение, хотя здесь роль государства сводится к созданию благоприятных условий для инвестирования в производство, экономика которого без преференций не отличается особой привлекательностью, и стимулированию спроса на продукцию.

В России биоразлагаемые полимеры появились в правовом поле совсем недавно, а по историческим меркам — вчера. Отправной точкой можно считать утвержденную президентом России весной 2012 года «Комплексную программу развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года». Являясь стратегическим документом, она содержала довольно мало конкретики. Запланированные правительством практические меры по поддержки индустрии были сформулированы год спустя и отражены в утвержденном правительством летом 2013 года Плане мероприятий («дорожной карте») «Развитие биотехнологий и генной инженерии».

Таблица 2. Отдельные контрольные показатели дорожной карты «Развитие биотехнологий и генной инженерии», связанных с биопластиками

Показатель	2012	2015	2017
Удельный вес отходов сельскохозяйственного производства, переработанных методами биотехнологии	5%	30%	50%
Доля отходов пищевой и перерабатывающей промышленности, переработанных методами биотехнологии	1%	10%	15%
Доля биоразлагаемых материалов в общем объеме потребляемых полимерных изделий - всего	-	3%	8%
в т. ч. в упаковочной отрасли	-	10%	25%
Доля биомассы в общем объеме сырья, перерабатываемого в химической и нефтехимической промышленности	-	5%	12%

Источник: План мероприятий «Развитие биотехнологий и генной инженерии»

Относительно биоразлагаемых полимеров документ установил достаточно амбициозные целевые показатели развития (Таб. 2).

Эти целевые показатели выглядят малореалистичными хотя бы потому, что в 2017 году объем спроса на полимерные изделия во всех сферах применения внутри России с учетом импорта составит около 8 млн тонн. 8% — это 640 тыс. тонн, то есть объем, сопоставимый с текущим мировым производством всех биопластиков группы 4 и группы 2. А согласно прогнозу European BioPlastics/IfBB, глобальные мощности по этим биоразлагаемым полимерам в 2017 году составят всего 1 млн тонн в год. Трудно предположить, что Россия сможет занять две трети этого рынка всего за три года.

Дорожная карта также оговаривает ряд мер государственной поддержки, которые могут быть предприняты для стимулирования развития отрасли биоразлагаемых пластиков. Меры эти в массе своей носят организационный характер. Это, например, разработка технических регламентов Таможенного союза на отдельные виды новой биотехнологической продукции; разработка перечня оборудования, сырья и комплектующих, на которые следует установить особые ввозные таможенные режимы вплоть до обнуления ставок; утверждение графика разработки национальных стандартов и сводов правил на сырье, продукцию и полуфабрикаты, в том числе на биоразлагаемые полимеры; разработка программы внедрения продуктов, полученных из возобновляемого сырья.

Развитие мощностей

Абстрагируясь от аспектов, связанных с фактически несуществующим внутренним рынком и общими рисками промышленных инвестиций в России, качественный анализ ключевых факторов успеха проектов по созданию производств биопластиков показывает, что единственным направлением, заслуживающим внимания инвесторов, являются полимеры группы 4в, то есть полимолочная кислота (Рис. 12). Ключевыми предпосылками являются следующие: доступность технологий (в том числе разработанных иностранными компаниями, контролируруемыми российским бизнесом); относительно низкие капитальные затраты, возможность сконцентрировать достаточный объем сырья для загрузки производства стандартной мировой мощности.

Собственно, все имеющиеся в России проекты ориентированы именно на PLA. Впрочем, проектами их назвать нельзя, это скорее идеи: завод в Краснодарском крае, широко обсуждаемый проект группы «Ренова» (с невыбранной локализацией) на 100 тыс. тонн в год (оценка инвестиций, кстати, составляет 15 млрд руб. и кажется нам заниженной как минимум в 2,5 раза), проект группы «Разгуляй» в Поволжье и проект завода PLA-композитов в Калининградской области.

Все проекты ориентированы на переработку пшеницы низких классов. С точки зрения потенциальной производительности по глюкозе она практически эквивалентна, например, сладкой кукурузе, используемой в качестве источника сахаров для ферментации в США, хотя и уступает сахарному тростнику. Сырье это является вполне доступным: экспорт пшеницы из России по итогам 2013 года составил 27% от ее валового сбора.

Однако проблема все-таки лежит на поверхности: стоимость пшеницы как сырья для производства PLA не может конкурировать со стоимостью сырья в странах с хорошо развитыми биотехнологиями (прежде всего индустрией биоэтанола) и более благоприятным климатом, где издержки на производство полимолочной кислоты сопоставимы с таковыми для традиционных пластиков.

Так, по данным USDA/NASS среднегодовая цена на зерна сладкой кукурузы в США в 2013 году составляла \$140 за тонну. В России, согласно данным «АБ-Центр», по итогам уборки урожая 2013 года, то есть в период самых низких

цен, цена пшеницы четвертого класса составляла 6980 руб./тонна, а среднегодовая — 8860 руб./тонна. В пересчете на доллар США по среднегодовому курсу (31,8 руб./\$) это составляет \$219 и \$279 за тонну пшеницы соответственно, что на 57% и 100% больше цены сырья в США соответственно. Стоит также вспомнить о том, что стоимость электро-

Рисунок 12.Вероятность развития производств раличных видов биопластиков в России

	Тип материалов	Вероятность развития	Факторы
Небиоразлагаемые	Группа 3 (био-ПЭТФ, био-ПЭ)	низкая	<ul style="list-style-type: none">Перспективы полностью связаны с построением мощной индустрии биоэтанола с низкими издержками;Последнее маловероятно до 2020 года;Экономика биоэтилена будет проигрывать как производителям из США, Бразилии и Азии, так и традиционному этилену
Биоразлагаемые	Группа 2a	высокая	<ul style="list-style-type: none">Не требует особых инвестиций от производителей;Не требует государственной поддержки
	Группа 2 (без 2a и 2b)	низкая	<ul style="list-style-type: none">Отсутствуют собственные технологии;Вероятность приобретения лицензий низка;Отсутствует производство промежуточных химических веществ, всю цепочку придется создавать целиком, что очень дорого
	Группа 2b		<ul style="list-style-type: none">Компоненты для сополимеризации (из группы 2) дороги и не производятся в РФ;Вероятность создания мощностей по их производству низкаЕмкость рынка недостаточна
	Группа 4a (крахмал, целлюлоза)		<ul style="list-style-type: none">Низкомаржинальные продукты, которые требует большого рынка;Компоненты для эффективных компаундов с крахмалом (группа 2) дороги и в РФ не производятся, вероятность их производства низка
	Группа 4b (PHA)		<ul style="list-style-type: none">Сложные и патентнозащищенные технологии;Доступность лицензий низка;Собственной научной базы для самостоятельного развития недостаточно без приоритетного финансирования государством;отсутствие полноценного рынка глюкозосодержащего сырья для бактерий
	Группа 4в (PLA)	умеренная	<ul style="list-style-type: none">Технология относительно проста,Лицензии доступны российским инвесторам;Присутствует доступ к сырью для производств в объеме стандартной мощности;Требуется господдержка в части финансирования строительства и субсидирования стоимости сырья

Источник: Анализ RUPEC

энергии и газа для промышленных потребителей в США приблизительно такая же, как и в России, зато не имеет такой же тенденции к росту. Кроме того, скорее всего, ферменты для молочнокислого брожения российским производителям придется закупать за рубежом, что также будет вносить свой вклад в рост издержек.

Немаловажным является и фактор выбора точки локализации производства. С точки зрения стоимости сырья (пшеницы), электричества и рабочей силы наиболее выгодными регионами является южная часть Сибирского федерального округа. Однако это означает и очень высокие расходы на доставку продукции к центрам потребления в европейской части России.

Так что даже на качественном уровне ясно, что проекты по производству PLA в РФ заведомо обречены на более высокие издержки, чем аналогичные проекты в других регионах мира. Понятно, что в России PLA с точки зрения себестоимости не сможет конкурировать с традиционными полимерами, а значит, коммерческий успех таких проектов всецело завязан на господдержку. Как с точки зрения прямого субсидирования инвестиций различными механизмами (налоговые каникулы, региональные налоговые льготы, компенсация стоимости заимствования средств, специальные таможенные режимы для оборудования и материалов на этапе инвестиций и эксплуатации, дотации на сырье либо субсидии сельхозпроизводителям, поставляющим сырье на такие предприятия и т. п.), так и с точки зрения создания благоприятной регулятивной среды в сфере потребления биоразлагающихся пластиков.

Развитие спроса на биоразлагаемые пластики

Последний пункт получил летом 2014 года большой резонанс, когда появилась информация о разработке пакета нормативных актов, устанавливающих требования к биоразлагаемой упаковке, особенностям государственных и муниципальных закупок в отношении такой продукции, а также о том, что к 2017–2018 году предполагается отказ от традиционных полимеров в пищевой упаковке с заменой их на биоразлагаемые. Также были обозначены планы правительства о внесении изменений в закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» с тем, чтобы установить утилизационный сбор в отношении продукции с жизненным циклом

менее одной недели. Под такое определение попадает большая часть полимерной упаковки: пакеты, пленки, бутылки и т. п. Кроме того, обсуждаемые поправки к закону предусматривают предоставление предприятиям, осуществляющим производство упаковки (и шире — товаров вообще) из биоразлагаемых материалов, налоговых льгот, льгот по уплате экологического сбора и платежам за негативное воздействие на окружающую среду, финансирование из средств федерального и регионального бюджетов.

Новость стала достаточно неожиданной для участников рынка — главным образом полной оторванностью предлагаемых мер и целевых показателей от российских реалий.

Во-первых, официальных объяснений готовящимся нововведениям сразу не последовало, что оставило без ответа ключевой вопрос: какие цели преследуют все эти инициативы? На первый взгляд, главным здесь является экологический аспект, и именно в этом ключе отраслевые эксперты комментировали намерения правительства.

Однако нам кажется, что истиной задачей этого пакета инициатив являлось вовсе не решение вопросов охраны окружающей среды, а эдакая радикальная и не очень выверенная поддержка развития биотехнологий. Конечно, расчистить нишу для биополимеров административным путем — это прекрасная поддержка отрасли (лучше и придумать трудно) в части «стимулирования потребления». В этом смысле подобные меры полностью отвечают задаче развития биотехнологий.

С другой стороны, перед правительством страны стоит задача развития внутреннего рынка и традиционной нефтехимической продукции, главным образом полимеров. И здесь в условиях достаточно небольшого спроса на полимерные материалы со стороны промышленных отраслей именно бытовое потребление представляется основным драйвером роста спроса. Запретить использование традиционных полимеров в пищевой упаковке значит поставить крест на инвестициях в нефтехимическую отрасль и отодвинуть ее развитие на многие годы. Из примерно 3 млн тонн традиционных полимеров, произведенных в 2013 году внутри страны и поставленных на внутренний рынок, 20% составили пластиковые бутылки, 17% — пищевые пленки, 11% — тара и упаковка прочих видов. Итого чуть менее 50%.

Таким образом, объем рынка пищевой упаковки в России — не менее 1,5 млн тонн в год, а фактически еще больше из-за бутылок, тары и пленок, импортируемых вместе с пищевой продукцией, которая в них упакована. Совершенно очевидно, что полностью заместить такой объем полимеров биоразлагаемыми невозможно просто потому, что весь мир пока не производит столько биопластиков.

Риски инициативы правительства обозначаются не только для производителей традиционных полимеров. Ранее указывалось, что плотность большинства биоразлагаемых пластиков примерно на 30–50% выше, чем обычных, из которых изготавливают пищевые пленки и упаковку. Кроме того, самые нижние значения показателя текучести расплава для подавляющего большинства типов полимеров групп 2 и 4 выше, чем для полиолефинов. Все вместе это означает две вещи. Во-первых, переход на переработку биоразлагаемых пластиков потребует от производителей пленок, тары и упаковки пусть не радикальной, но перенастройки оборудования, что сопряжено с определенными дополнительными затратами. Кроме того, после манипуляций с оборудованием переработчики в массе потеряют вариативность по сырью: быстро перестраиваться с традиционных полимеров на биоразлагаемые невозможно, для этого потребуются более или менее длительные остановки производства и, соответственно, финансовые потери. Во-вторых, например, из PLA невозможно сделать одноразовый пакет настолько же тонкий, как из полиэтилена, а пленку для чайных коробок — как из полипропилена. Это означает больший расход материала на изготовление функционально эквивалентного изделия. С учетом же принципиально более высокой стоимости биоразлагаемых пластиков пищевая упаковка, тара и бутылки при переходе на них системно подорожают. Вместе с теми дополнительными затратами, которые понесут переработчики на перенастройку режимов, все это выльется в некоторое увеличение стоимости продуктов питания и добавит кое-что к потребительской инфляции в России, которая и так находится на угрожающем уровне.

Что же касается экологии, то складывается ощущение, что смысл слова «биоразложение» применительно к полимерам регулятор серьезно переоценивает. Биопластики, увы, далеко не универсальное решение проблем с полимерными отходами. У них в России есть все те же проблемы

и двусмысленности, что и у биоразлагаемых полимеров вообще. Трудно, честно говоря, ожидать, что в условиях, когда отечественная отрасль по обращению с отходам находится фактически в зачаточном состоянии, удастся ориентировать ее на предварительную сортировку и хранение биоразлагаемых пластиков в условиях, которые бы способствовали их деградации. Для предприятий, занимающихся вывозом бытового мусора и размещением его на полигонах, это были бы дополнительные и некупаемые расходы. Поэтому, скорее всего, массовый переход на биоразлагающуюся пищевую упаковку вообще никаких экологических результатов не достигнет.

Со временем, однако, выяснилось, что предложения правительства не столь радикальны, да и финальных параметров инициативы все еще нет. Последовали разъяснения. Минэкономики заявило, что речь идет о замещении на биоразлагаемые пластики либо конкретных видов традиционных полимеров, либо в конкретных сферах их применения или видах полимерной продукции. Научно-техническое некоммерческое партнерство «БиоТех2030», вовлеченное в разработку плана, выступило с заявлением, согласно которому рабочей версией документа является замещение традиционной упаковки на биоразлагаемую только в двух сегментах: при расфасовке продуктов питания непосредственно в точках продаж и при реализации в точках общественного питания. Ключевая мысль — заводскую полимерную упаковку ограничения не затронут.

В системе все вопросы, связанные с переходом на биоразлагаемую упаковку должны быть отражены в документе под названием «План поэтапного сокращения использования традиционных полимеров при производстве пищевой упаковки для розничной торговли, не соответствующей утилизации путем биологического разложения», который сейчас находится в разработке у правительства. Судя по всему, данный документ разрабатывается в рамках вышестоящей дорожной карты по биотехнологиям.

Но даже в такой урезанной форме предлагаемые ограничения нанесут малооправданный ущерб нефтехимической отрасли и индустрии переработки полимеров, а также осложнят жизнь ритейлерам и предприятиям общепита. Главная проблема — в РФ пока нет никаких механизмов, которые бы делали продукцию из биораз-

лагаемых пластиков дешевле, чем из традиционных. Да и с точки зрения экономического развития страны в целом большой вопрос, что эффективнее: директивное внедрение биопластиков или же развитие нефтехимии на неурезанном рынке одновременно с развитием индустрии по обороту отходов и производству вторичных пластмасс. Нам кажется, что второе куда как благоприятнее просто по порядку вовлекаемых инвестиций.

В целом сам подход к стимулированию индустрии биоразлагаемых пластиков через какие-то ограничения и ущемление рыночных прав других отраслей вызывает серьезные вопросы — общеизвестно, что куда больших результатов можно добиться, создавая условия, а не запрещаая.

