Решение проблемы переработки тетрапака

Таскаева Людмила Петровна
учитель высшей категории физики и астрономии
Гимназии 14 г. Гомеля, Беларусь.
E-mail: sunny-tanka@mail.ru

Все мы хорошо знакомы с тетрапаком, в котором продают молочную продукцию, сок, фруктовые и овощные пюре. Каждый год (стат. информация на момент 03.08.2024) выбрасывается более 20 тысяч тонн такого вида упаковки, плюс 2 тысячи тонн это отходы производства данного вида упаковки, суммарно 22 тысячи тонн тетрапака, состоящего из нескольких слоёв картона, полиэтилена и алюминия. Процесс его переработки сложный и дорогой. Долгое время в нашей стране не было специальных мощностей, которые справились бы с этой задачей. Однако в 2021 году в Пуховичском районе Минской области (поселок Светлый Бор) заработало первое и единственное производство по переработке комбинированной упаковки в промышленных объёмах.

Только вода и законы физики.

«Принимаем тетрапак из состава отходов производства организаций, которые фасуют свою продукцию в такую упаковку. Как правило, она чище, иногда встречаются не только упаковки россыпью, но и рулоны для заготовки пакетов, которые по каким-то причинам не попали на производство, — говорит директор ООО «Тиллит-Бел» — управляющий организации «Белгипс-эко» Дмитрий Лазура. — Конечно, принимаем тетрапак и от организаций ЖКХ, которые извлекают его из состава коммунальных отходов на линиях сортировки или мусороперерабатывающих заводах, однако, такая упаковка сильно загрязнена остатками продуктов и бытовым мусором, поэтому встречаем её неохотно, исходное сырьё получается значительно худшего качества».

Чем же отличается тетрапак от обычной картонной коробки. Ведь на первый взгляд кажется, что эта упаковка сделана из картона.

На самом же деле это сложное изделие, которое имеет от шести до девяти слоёв. Тетрапак на 75% состоит из картона, это правда, но на 20-22% так же это полиэтилен и на 3-5% приходится алюминий.

Рисунок 1. Структура многослойной упаковки тетрапак.

Плюсы тетрапака очевидны настолько, что от него не так-то просто отказаться, а во времена

санкций и вовсе не нашлось внятной альтернативы для данного рода упаковки и пришлось осваивать технологию его изготовления своими силами, ранее упаковку страна закупала исключительно за рубежом:

— данная упаковка прочная и одновременно лёгкая.

— способствует долгому хранению продуктов, потому как слой алюминия препятствует развитию микроорганизмов, за счёт этого продукция в данной упаковке может храниться без холодильника год, что выгодно отличает данную упаковку от другой тары из стекла, металла или пластика.

Но помимо огромных и очевидных плюсов, у тетрапака есть существенный недостаток—его разложение в естественной среде занимает около 500 лет! А для переработки этого непростого материала требуется в два раза больше энергетических затрат по сравнению с переработкой, к примеру, макулатуры, в частности картона.

Ход переработки тетрапака на Пуховичском заводе происходит самым распространённым методом переработки тетрапака в мире— за счёт извлечения из него целлюлозного волокна мокрым способом при помощи гидроразбивателей.

Погрузчик подаёт тетрапак на конвейер специального оборудования—гидроразбивателя, который по принципу действия напоминает огромную стиральную машину, в которой происходит интенсивной перемешивание загруженной упаковки с водой. На одну загрузку в 350 кг тетрапака в сухом виде необходимо добавить 4,5 тонны воды!

Фото 1. Бак с ротором гидроразбивателя.

Интересно обратить внимание, что специальная конфигурация оборудования позволяет извлечь целлюлозное волокно только за счёт применения законов физики и воды, без химии и вредных веществ, что важно. Цикл разволокнения (то есть отделения целлюлозного волокна от полимерных и алюминиевых слоёв упаковки) таким образом занимает около двух часов!

Для сравнения, обычная бумага и картон распускаются проще. Так как разволокнение их идёт по всей поверхности материала. У тетрапака же из-за оклейки полиэтиленовой плёнкой внутренней и внешней частей упаковки роспуск начинается только с торцовых частей и требует дополнительных усилий и временных затрат, чем метод так же несовершенен. Сначала нужно отделить плёнку и только после этого целлюлозный материал распускается.

На выходе получается два ингридиента: целлюлозное волокно со значительной частью технологической воды и полиалюминиевая смесь (полиэтиленовая плёнка с алюминием).

Завершающий технологический процесс состоит в том, что полученное волокно передаётся на картоноделательную машину, длина которой составляет около 60 метров. Здесь волокно избавляется от воды и склеивается в листы нового картона. На выходе из 100 кг вовлекаемого

в переработку сырья 60 кг в виде волокна используется в производстве картона, который поставляется на мебельные предприятия. А 40 кг это полиалюминиевая смесь, она экспортируется на переработку в Россию, так как в нашей стране она пока не нашла своего применения.

В стране-соседке из этого материала создают вторичную полимерную гранулу или используют для производства полимерпесчаных изделий—плиток, скамеек, канализационных люков, звукоизоляционных панелей. А ещё из него можно изготовить фасадные панели для облицовки зданий, кровельные материалы и даже ручки с блокнотами. Существует технология добавления полиалюминиевой смеси в дорожное покрытие, благодаря чему улучшаются его свойства при повышенных температурах. Так, асфальт на основе битума эффективен в диапазоне температур от –18 до +47 градусов Цельсия. Если температура ниже- то он становится хрупким. А если выше- то вязким, асфальт «плывёт». Добавление всего 3.5% алюминия из тетрапаков позволяет поднять верхнюю планку до 59 градусов Цельсия при практически неизменной нижней (до –17 градусов Цельсия). Такой асфальт приобретает приятный зеленоватый оттенок.

К слову сказать, белорусские компании готовы представлять бизнес-планы, связанные с тетрапаком, так, недавно Александр Жуковец представил данный план компании из Кличева «Вибэкопакстрой», они предлагают делать строительные изделия, способные заменить гипсокартонные в строительстве, правда технологический проект представляет собой дробление, холодную и горячую прессовку, без очищения «тетрапаков». Это значит, что либо предприятию придётся работать исключительно на чистых отходах производства тетрапака, либо, если это будут отходы от населения, которые составляют львиную долю всего тетрапака в Беларуси, то надо быть готовыми к тому, что стены станут пахнуть перебродившим соком или прокисшим молоком...

Проектная мощность существующей фабрики позволяет использовать до 6 тысяч тонн отходов комбинированной упаковки в год, однако, таких мощностей на данный момент нет по ряду причин: не налажен сбор упаковки от населения, что составляет больший процент всей упаковки данного вида , не продуман вопрос о её санации от остатков продукции для дальнейшей качественной переработки, хотя самих идей, что сделать из продуктов переработки, как мы убедились, масса.

Надо отметить, что в мировой практике предлагались и другие способы утилизации тетрапака, например, химическое разделение тетрапака на полиэтилен и алюминий или пиролиз- нагрев без доступа кислорода—в результате чего образуется жидкое топливо, алюминий и уголь, однако, экономически и экологически данные модели не прижились, так как существенно портят экологию, а образующиеся продукты не столь разнообразны в спектре применения, чем уже известный нам картон и полиалюминий.

Хорошо бы было предложить метод переработки тетрапака, столь же экологичный и простой как и разволокнение с помощью гидроразбивателей, дополнив его эффектом избавления тетрапака от посторонних примесей (сока, молока и т.д.), ведь чаще всего данного рода упаковку граждане выбрасывают, предварительно не санируя, а смешиваясь в баках с другими бытовыми отходами она загрязнена и внешне. Если таковой метод найдётся, стоит лишь поставить отдельные контейнеры для тетрапаковой упаковки или определить данный вид упаковки в одни из уже существующих для вторичной переработки, либо же сдавать тетрапаковую упаковку в заготовительные пункты (например, как сейчас функционирует пункт для сбора стеклотары от населения) и тогда хороший процент всего тетрапака пойдёт не на полигоны для захоронения бытового мусора, а будет переработан в высококачественное сырьё, не уступающее тому, что получается из исходно чистых отходов производства тетрапаков.

Мы хотим предложить на смену физическому методу влажного механического рециклинга... физический, оставляющий все плюсы и решающий существующие недостатки!

Автоклавирование! Данную технологию переработки тетрапаковой упаковки в мире ещё не использовал никто, хотя, на наш взгяд, совершенно зря!

Автоклавирование—это обработка материала горячим паром при повышенном давлении. В этих условиях достаточно быстро погибают все бактерии и даже вирусы! Автоклавирование широко распространено в медицине для стерилизации хирургического материала и инструментария, но так же автоклавы уже давно помогают на производствах, с помощью них производят красители, гербициды, резинотехнические изделия, стройматериалы, карбоновые волокна, продукты питания и многое другое! Выпускаются в массы и бытовые автоклавы для консервирования в домашних условиях.

Принцип работы автоклава основан на том, что при нормальном давлении вода кипит при 100 градусах Цельсия, при дальнейшем подводе тепла, температура воды не повышается, а начинается интенсивное парообразование. Если сосуд закрыт герметично, то давление пара начинает расти, начинает расти температура воды и пара. В сбалансированной системе процесс испарения прекращается, а образовавшийся горячий пар, легко проникает в клетки микроорганизмов, убивая их. Горячий пар убивает даже споры и, конечно, что важно для нас— избавляет изделия от неприятных запахов!

Подвод тепла может быть как внешним (например от сгорания газа или от электроплиты) , так и встроенным (электронагреватели тены).

Различают два режима автоклавирования:

— Более жёсткий с температурой +132 градуса Цельсия и давлением в 2 атм. Время стерилизации достигается за 20 минут.

— Щадящий, с температурой +120 градусов Цельсия и давление 1,1 атмосферы. Время стерилизации при таком режиме 45 минут.

Для наглядности работы данного метода в отношении тетрапаков мы взяли бытовой автоклав на восемь литров с манометорм и термометром, который можно приобрести для бытовых нужд в свободном доступе.

Цель: доказать выдвинутую гипотезу, что при процессе автоклавирования тетрапак может так же эффективно разлагаться как и при технологии с гидроразбивателем на уже известные нам компоненты полиалюминиевую смесь и картон, дополнительно при этом очищаясь от микроорганизмов, а, значит, проблема пренебрежения работы предприятий с отходами тетрапаков от населения, которые содержат остатки молока и соков, неприятный запах, микроорганизмы решается той же физикой!

Наш автоклав Fansel (производство компании «Ханхи», Россия, город Киров) поддерживает два режима работы, следуя инструкции:

— На пару, со следующими характеристиками: нагрев до 120 градусов Цельсия происходит за 14 минут, приготовление от 20 минут , остывание для извлечения готового продукта от 60 минут.

— На воде, со следующими характеристиками: нагрев до 120 градусов Цельсия происходит за 60 минут, приготовление от 20 минут, остывание для извлечения готового продукта 12 часов.

Очевидно, что более удобный и экономически выгодный способ «на пару». Производитель в инструкции предлагает минимальное время использования 20 минут, чем мы и воспользуемся, для эксперимента, хватит ли 20 минут для распускания тетрапаковой упаковки?.. Регламентом стерилизации отведено минимальное время 40 минут, значит, если тетрапак распустится за 20 минут, то за 40 минут эффективность распускания данной упаковки лишь возрастёт, плюс, мы достигнем эффекта стерилизации.

1. До уровня фальшдна автоклава наливаем немного воды (1 литр), в автоклав укладываем показательную порцию нарезанного тетрапака от сока.

Фото 2. Закладка показательной порции тетрапак-упаковки в автоклав для парового метода воздействия.

2. Нагреваем закрытую установку на газовой плите на максимальной мощности до достижения на термометре 120 градусов Цельсия и 1 атмосферы на манометре, данный процесс занимает 14 минут.

Фото 3. Внешний вид автоклава в работе. Достигнуты заданные параметры в 120 С и 1 атм.

3. Выдерживаем минимальные 20 минут на данных параметрах, рекомендуемых производителем автоклава, выключаем газ.

4. Даём автоклаву остыть 60 минут, открываем установку.

5. Оцениваем результат!

Загруженный в автоклав тетрапак полностью распустился до бумаги и картона и полиалюминиевого слоя! (фото 4, 5), а значит наша гипотеза верна!

Фото 4. Результаты роспуска тетрапака в автоклаве после извлечения из устройства, неупорядоченный вид.

Фото 5. Результаты роспуска тетрапака в автоклаве на картон, бумагу и полиалюминиевую смесь, упорядоченный вид.

Конечно, не корректно сравнивать мощность маленького бытового автоклава с промышленной установкой гидроразбивателя, однако можно сравнить мощности существующих промышленных установок между собой.

Согласно данным разных производителей промышленных гидроразбивателей средняя мощность установок составляет около 43 кВт (информация сайта etwinternational.ru, который предлагает установки на предприятии от минимальной 11 кВт, до максимальной 75 кВт), а белорусское предприятие «Бонасорт» предлагает предприятиям промышленные автоклавы средней мощностью 45 кВт (информация сайта Bonasort.by).

Как видим, средние мощности промышленных установок, что гидроразбивателей, что автоклавов вполне сопоставимы, однако, метод автоклавирования позволяет добиться ещё и столь необходимой функции стерилизации сырья, что в разы повышает рентабельность получаемых картона и полиалюминия от населения и решает экологическую проблему, когда тетрапак от населения просто отправляется на полигоны по захоронению мусорных отходов, где не разлагается 5 веков, засоряя окружающую среду алюминием.

Выводы:

— Предлагаем вести более активную пропаганду важности правильного сбора и утилизации тетрапака среди населения.

— Наладить сбор от населения тетрапаковой упаковки в отдельные контейнеры, либо в уже существующие контейнеры для вторпереработки (программа вторичной переработки сырья в Беларуси «target 99», которая известна по красочным билбордам «наша забота, а не енота», на данный момент предлагает утилизировать тетрапак в бак для сбора макулатуры, либо же сдавать тетрапаковую упаковку в заготовительные пункты (например, как сейчас функционирует пункт для сбора стеклотары от населения).

— Рассмотреть вопрос о переработке тетрапака легким и доступным методом автоклавирования в каждой области, ведь при должном желании, как мы убедились на собственном практическом опыте, любой гражданин может утилизировать данный вид отходов прямо у себя дома. Данный вид установок хорошо известен на предприятиях и даже налажено собственное белорусское производство автоклавов в Республике Беларусь.

Список использованных источников:

1. Статья SB.BY «В год—около 300 тонн: посмотрели, как работает единственное в Беларуси предприятие по переработке тетрапака» , газета «Республика» 03.08.2024.

2. «Тетрапаковая проблема в Беларуси: куда выбрасывать упаковку из-под сока» , отраслевой портал Отходы.ру, 20.03.2014.

3. Статистические данные и просветительские материалы программы вторичной переработки отходов в Беларуси «target 99» («цель 99»).

4. Информация сайта компании etwinternational.ru (мощности предлагаемых в продажу современных моделей гидроразбивателей для предприятий).

5. Информация сайта компании Bonasort.by (мощности предлагаемых в продажу современных моделей автоклавов для предприятий).