

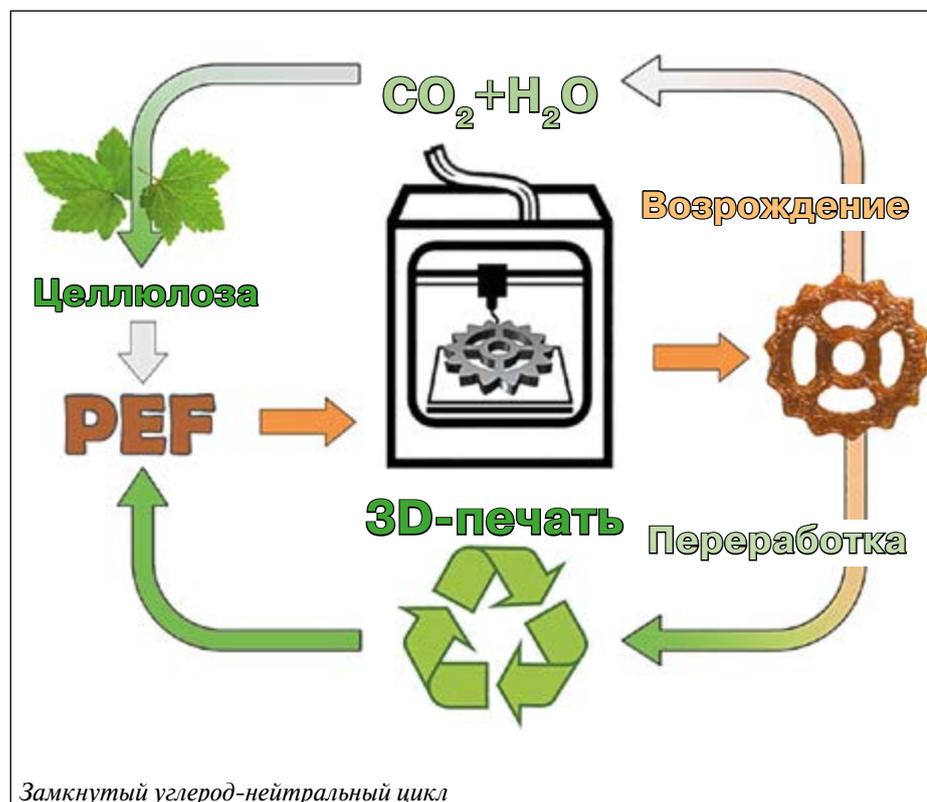
# 3D-печать из свекловичного жома — утопия?

Более десяти лет назад ведущие западные страны утвердили производство и применение биосовместимых и нетоксичных материалов в качестве одного из приоритетов национальной безопасности. Однако массового производства полимеров из биомассы так и не было налажено. Биосовместимые материалы известны науке более 20 лет, но основным камнем преткновения для развития индустрии биопластиков всегда были дороговизна исходного сырья и сложность технологии. Ди- и полисахариды (сахароза, фруктоза, инулин, крахмал, целлюлоза) являются самым распространённым сырьём для производства биоразлагаемых

пластиков. Свекловичный сахар, как известно, относится к дисахаридам, и из него путём гидролиза можно синтезировать моносахариды — глюкозу и фруктозу, которые в процессе нескольких химических реакций превратятся в полиэтиленфураноат\* — биопластик с повышенной химической устойчивостью, отличными прочностными характеристиками и, главное, полностью возобновляемый. Однако сахар, даже при его сегодняшней низкой цене в России (23,5 р/кг без НДС), вряд ли кто-то будет готов перерабатывать в биопластики. Но есть побочная продукция свеклосахарного производства — жом и меласса, и они



В.П. Анаников, член-корр. РАН



\* PEF (полное название — poly(ethylene-2,5-furandicarboxylate))

также пригодны в качестве сырья, о чём член-корреспондент РАН Валентин Анаников заявил ещё четыре года назад. И если в мире из мелассы вырабатывают множество продуктов с добавленной стоимостью (биоэтанол, глутамат натрия, дрожжи, аминокислоты, бетаин, лимонную кислоту и др.), то жом используется либо в гранулированном, либо в сыром виде. Причём почти весь гранулированный жом экспортируется, поскольку не находит широкого применения на внутреннем российском рынке. Важно то, что свекловичный жом — это непищевой и дешёвый продукт (примерно в 10 раз дешевле целлюлозы), который к тому же необходимо утилизировать во избежание нарушений природоохранного законодательства. Именно свекловичный жом может стать тем идеальным видом сырья для производства продукта с высокой добавленной стоимостью — биопластика в промышленном масштабе — который будет сочетать в себе все необходимые параметры: дешёвый, богат ди-

сахаридами, биоразлагаемый, его переработка в отличие от зерна, например, не уменьшает продуктивные запасы населения.

Всё может измениться с последним открытием коллектива учёных российского Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, опередившего мировых конкурентов в разработке углерод-нейтральных технологий 3D-печати, не загрязняющих окружающую среду и использующих дешёвые природные материалы на основе целлюлозы и фруктозы. На базе такой технологии готовые изделия можно создавать фактически из воды и воздуха.

Трёхмерная печать (3D-печать) позволяет за короткое время создавать готовые изделия любой степени сложности из компьютерных цифровых моделей. Цифровое производство и развитие 3D-печатных технологий является составной частью шестого про-

мышленного уклада, за приоритетного развитие которого сейчас идёт острейшая конкурентная борьба в мире. В настоящее время технологии 3D-печати представляют собой наиболее динамично развивающуюся движущую силу цифровой промышленной революции. Несмотря на общее отставание России в сфере современных промышленных технологий, именно в области 3D-печатных разработок может проявиться преимущество наших учёных.

В результате исследования, проведённого в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, была впервые осуществлена трёхмерная печать материалом PEF (полное название – poly(ethylene-2,5-furandicarboxylate). Особенность этого материала в том, что он получается из природного вещества – целлюлозы и относится к категории наиболее перспективных

возобновляемых ресурсов. Сырьём для данного материала являются доступные в атмосфере практически в неограниченных количествах углекислый газ и вода, а источником энергии – солнечный свет. В растениях углекислый газ и вода превращаются в целлюлозу. С использованием разработки российских учёных стала возможной реализация полного цикла до получения конечного продукта 3D-печати. У нового материала есть ряд полезных практических свойств, таких как высокая стойкость, стабильность, возможность многократного повторного использования и неограниченное число циклов регенерации.

Что особенно важно, в конце жизненного цикла 3D-печатное изделие сжигается, превращается в углекислый газ и воду, которые затем вновь через фотосинтетическую систему превращаются в целлюлозу. Такой замкнутый углерод-нейтральный цикл не загрязняет окружающую среду, основан на дешёвых природных ресурсах и может быть проведён неограниченное число раз. Российские учёные опередили своих мировых конкурентов в данной области и смогли первыми реализовать этот важный проект.

*Примечание. Работа была выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ). Статья российских учёных опубликована 19 октября 2017 г. в топовом международном журнале «Angewandte Chemie International Edition».*

#### Список литературы

1. Kucherov F.A., Gordeev E.G., Kashin A.S., Ananikov V.P. 3D Printing with Biobased PEF for Carbon Neutral Manufacturing». – *Angew. Chem. Int. Ed.* – 2017.
2. <http://doi.org/10.1002/anie.201708528>.

*Подготовлено по материалам, предоставленным ИОХ РАН*



*Полный цикл 3D-печати с использованием PEF (poly(ethylene-2,5-furandicarboxylate))*