

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ**  
ДЛЯ КЛИЕНТОВ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ



RU EN

Выходит  
на русском  
и английском  
языках

Обзорные  
материалы  
и аналитика  
отрасли



Последние  
новости  
отрасли



Партнеры  
компании  
СИБУР

Читайте онлайн  
**MAGAZINE.SIBUR.RU**

**СИБУР** Клиентам

Совместно с *gires.ru*

№2 (50) 2019

# НЕФТЕХИМИЯ РФ



## Полимеры для урожая

Как нефтехимия меняет сельское хозяйство

ВСЕ ГОРДЯТСЯ  
РОДНОЙ ПРИРОДОЙ,  
НО ПОМОГАЕТ  
ЕЁ СОХРАНИТЬ  
ТОЛЬКО  
1% РОССИЯН

ИЗМЕНИТЕ ЭТО  
ОТПРАВЬТЕ SMS  
ПРИРОДА НА НОМЕР  
**3443**

СУММА ПОКЕРТВОВАНИЯ –  
100 РУБЛЕЙ



СОБРАННЫЕ СРЕДСТВА ИДУТ  
НА СОХРАНЕНИЕ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
И РЕДКИХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ РОССИИ  
ВЛАДИМИР ПОЗНЕР ПОДДЕРЖИВАЕТ  
ПРОЕКТЫ WWF-РОССИИ  
ПО СОХРАНЕНИЮ СНЕЖНОГО БАРСА

WWF.RU



# НЕФТЕХИМИЯ РФ

ПРОСТО О СЛОЖНОМ

Во всех  
форматах



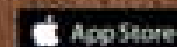
12+



Еще больше информации на сайте:  
[WWW.NEFTENIMIA-JOURNAL.RU](http://WWW.NEFTENIMIA-JOURNAL.RU)

**Читайте журнал  
на смартфонах  
и планшетах**

Доступно в App Store и Google Play



# Тепличные условия

Сказка «12 месяцев» о том, как в январе маленькая падчерица злой мачехи ходила в лес за подснежниками, известна всем с детства. Найти в студеную пору весенние цветы еще недавно обывателям казалось чем-то фантастическим. Хотя официально считается, что первые в мире теплицы, благодаря которым можно в любое время года выращивать растения, появились еще в начале нашей эры.

Плиний Старший, автор крупнейшей энциклопедии Античности, пишет, что римский император Тиберий любил огурцы, которые хотел видеть на своем столе ежедневно. Желание правителя, не отличавшегося мягкостью характера, – закон. Поэтому возвели строение, которое покрыли тонкими слоями слюды, хорошо пропускающей солнечные лучи. Однако прозрачный камень был дорогим, и идея развития не получила.

Заново изобрел теплицу уже в Средние века ученый Альберт Магнус. Он спроектировал и построил зимний сад, в котором выращивались и деревья, и цветы. Но как часто бывало в те времена, передовая мысль не нашла понимания у церкви. Ее сочли колдовством, ведь нарушается созданная Богом смена времен года. Строительство теплиц инквизиция запретила.

Вернулись они лишь в эпоху Возрождения, чему способствовало развитие ботаники как науки. Впрочем, от агрокомплексов и даже приусадебных хозяйств в современном понимании применяемые тогда технологии были очень далеки.

На протяжении многих лет изменялись дизайн теплиц, методы строительства. Но главный элемент оставался одним и тем же – стены из стекла. Материал хрупкий, к тому же цена его достаточно высока. Все изменилось в 1960-х с появлением широкой полиэтиленовой пленки, которой стали покрывать теплицы. Именно с этого времени такие строения стали по-настоящему массовыми.

С тех пор нефтехимия стала близким другом сельского хозяйства. Из полимеров делают геотекстиль, защищающий растения от сорняков, строят здания для животных и птиц, изготавливают долговечные и легкие детали машин, производят инновационные удобрения и защитные составы. Причем развитие нефтехимии, появление инновационных материалов, внедрение элементов индустрии 4.0 создают принципиально новые возможности для современного сельского хозяйства, практически изобретая его заново. Подробностям этой эволюции и ее перспективам посвящена тема этого номера. **НЕФТЕХИМИЯ**





# СОДЕРЖАНИЕ

## 4 ТРЕНДЫ

### ТЕМА НОМЕРА

- 6 **СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**  
*В хозяйстве пригодится*  
Как нефтехимия помогает  
увеличить урожай и защитить  
его от вредителей и болезней

- 14 **ЛАЙФХАК**  
*Своими руками*  
Украсить дачный участок  
и облегчить свой труд можно с  
помощью обычных пластиковых  
бутылок и полимерных труб

### ТЕОРИЯ

- 16 **ПРАВДА ИЛИ ВЫМЫСЕЛ**  
*Логика  
мирознания*  
2019 год по решению  
ООН провозглашен Годом  
Периодической таблицы  
химических элементов.

- 22 **ПАНОРАМА**  
*Обзор зарубежных  
разработок*

- 26 **СДЕЛАНО В РОССИИ**  
*Как накормить  
клетки*  
Сибирские ученые  
разработали  
полимерные  
покрытия костных  
имплантатов,  
применение  
которых  
вдвое  
сокращает  
сроки  
лечения



### ПРАКТИКА

- 30 **КАК ЭТО УСТРОЕНО**  
*Пластик решает все*  
Медицинская лаборатория:  
вчера, сегодня, завтра

- 34 **ЭФФЕКТИВНОСТЬ**  
*Проверка на дорогах*  
На российских  
автомагистралях появится  
суперасфальт

- 38 **МАСТЕРСТВО**  
*Фторопласт чистой  
воды*  
Уральские школьники  
создали фильтр из тефлона,  
который помогает избавиться  
от нефтяных пятен

НЕФТЕХИМИЯ РФ  
№2 (50) июнь 2019

- 40 **ИНФРАСТРУКТУРА**  
*Космические  
ворота БАМа*  
Создатели «Бурана» строят  
композитные ворота для  
железнодорожного тоннеля  
в Забайкалье

- 44 **ТЕХНОЛОГИЯ**  
*Готовь сани летом*  
Ученые из Санкт-  
Петербурга разработали  
и испытали в полевых  
условиях сани для  
перевозки сверхтяжелых  
грузов в условиях  
Антарктики

- 48 **КАРТА МЕЖДУНАРОДНЫХ  
НОВОСТЕЙ**



### ТАЙМ-АУТ

- 50 **ИСКУССТВО**  
*Умные куклы  
с грустным лицом*  
В Перми появятся  
матрешки,  
рассказывающие о судьбе  
русской женщины

НЕФТЕХИМИЯ РФ  
№2 (50) июнь 2019 год

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-39262 от 24.03.2010.

Все права на оригинальные материалы, опубликованные в номере, принадлежат журналу «Нефтехимия Российской Федерации». При использовании материалов ссылка на журнал «Нефтехимия Российской Федерации» обязательна. Мнения авторов журнала могут не совпадать с мнением редакции. Совместный проект Российского союза химиков и компании «СИБУР».

Над номером работали  
Редактор: Евгений Пересыпкин  
Авторы: Евгений Горчаков, Юлия Громадская, Александр Кичигин,  
Наталья Пискарева, Андрей Пугачев, Наталья Смирнова, Ксения  
Сороколетова, Варвара Фуфаева, Екатерина Штополь  
Автор обложки: Татьяна Сорокина

люди people  
Дизайн и верстка

111116, г. Москва, ул. Энергетическая, д. 16, корп. 2, эт. 1, пом. 67, комн. 1.  
ask@vashgazeta.com | www.vashgazeta.com

Генеральный директор: Владимир Змеюченко  
Ответственный редактор: Вилорика Иванова  
Дизайнер: Татьяна Калинина  
Бильдредатор: Евгения Квасова  
Цветокорректор: Александр Киселев  
Директор по производству: Олег Мерочкин

По вопросам размещения рекламы обращаться по телефонам:  
+7 (495) 988-18-06, +7 (495) 988-18-07  
Коммерческая служба: Валерий Дегтярев (degtyarev@vashgazeta.com)

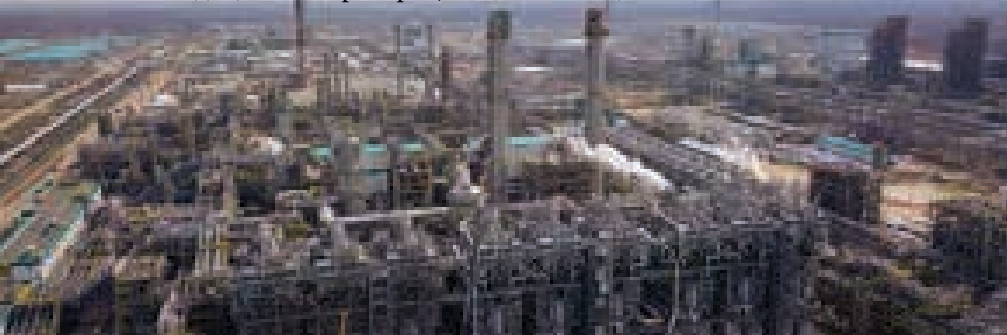
Фото: «Лори», East News, Getty Images, TACC, Alamy, AFP, МИА «Россия сегодня», Shutterstock

Отпечатано в типографии «ЮнионПринт», 603022, г. Нижний Новгород,  
ул. Окский Съезд, д. 2. Тираж 2 000 экземпляров

## Почти завершен

Крупнейший проект в новейшей истории российской нефтехимии близок к своему финишу. Как сообщил председатель Правления ПАО «СИБУР Холдинг» Дмитрий Конов, компания закончила строительство комплекса «ЗапСибНефтехим» и в настоящий момент идут уже пусконаладочные работы.

Предприятие расположено в Тюменской области, вблизи города Тобольска, который еще с 1980-х, когда там был построен первый крупный комплекс переработки углеводородов, называют химической столицей Сибири. Проект «ЗапСибНефтехим» предполагает строительство установки пиролиза мощностью 1,5 млн т этилена, около 500 тыс. т пропилена и 100 тыс. т бутан-бутиленовой фракции в год, установок по производству различных марок полиэтилена и полипропилена совокупной мощностью 2 млн т в год. Этого хватит, например, для производства более 2,2 млн км труб для водоснабжения, 600 млрд медицинских пробирок, 16 млн км пищевой пленки.



## Все по науке

Исследованием химии новых материалов для судостроения займется новый научный центр, который в Санкт-Петербурге открывает Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук (ИВС РАН). Одним из основных его партнеров в реализации проекта является Средне-Невский судостроительный завод, где уже производят корабли из композитных материалов.

В новом центре установят климатические камеры, которые помогут проверить детали из полимерных, гибридных и композиционных материалов на устойчивость к воздействию влаги, соли и перепадам температуры. Как рассказал ТАСС директор ИВС РАН Сергей Люлин, оборудование центра позволит институту вести исследования и тестирование материалов, разрабатываемых не только для судостроения, но и для других отраслей промышленности.



## Шипы под запретом?

Дискуссия о том, вредят ли шипованные колеса дорожному покрытию, получила новое дыхание. Глава комитета Госдумы по транспорту и строительству Евгений Москвичев попросил экспертов Московского автомобильно-дорожного института (МАДИ) проанализировать ущерб асфальту от шипованной резины и возможности отказа от нее в пользу «липучек» (фрикционных шин).

Разговор об этом вполне серьезно уже шел несколько лет назад, когда весной выяснилось, что после зимы дороги пришли в ненадлежащее состояние. «Мы раз и навсегда в этом вопросе должны разобраться и поставить тут точку», — считает депутат. Впрочем, за скобками остается тот факт, что до сих пор многие водители вообще не переобуваются на зиму, а уж они-то наносят большой ущерб, эксплуатируя опасные зимой колеса с резиной «жестких» летних смесей.



## Легкий транспорт



Ил-112В — перспективный российский транспортный самолет — собираются сделать легче за счет активного применения полимерных композиционных материалов, которые весят почти вдвое легче алюминия. «Эта работа является одним из основных направлений деятельности Воронежского авиазавода в данный момент, — заявил в рамках круглого стола на Воронежском промышленном форуме заместитель технического директора предприятия Виктор Соловьев. — Сами по себе композиты несколько дороже алюминия, но дают существенный выигрыш в весе, их применение дает дополнительный экономический эффект за счет более дешевой технологии изготовления и снижения трудоемкости».

Авиазавод сегодня сам производит композиты для других самолетов, например пассажирского Ил-96-300 (на таком летает президент). В среднем на одну машину требуется порядка 4,5 т изделий из таких материалов.

## Летающие частицы

Ученые из Сибири собираются создать первый в мире ультразвуковой 3D-принтер. Принцип его работы строится на том, что в управляемом поле частицы перегруппировываются и из них можно собирать трехмерные объекты.

Проект реализует группа радиофизиков Томского госуниверситета. Они уже собрали прибор для левитации упорядоченной группы частиц пенополистирола — материал может двигаться вверх-вниз и вправо-влево. На следующем этапе планируются эксперименты с частицами АБС-пластика, который тяжелее.

Как сообщает вуз, помимо ультразвуковой 3D-печати этот метод можно использовать при работе с химически агрессивными растворами (например, кислотами или веществами, разогретыми до высоких температур).





Юлия Громадская

# В ХОЗЯЙСТВЕ ПРИГОДИТСЯ

Выращивание растений и животных – древнейшее занятие человека. Археологи считают, что возникло оно более 10 тыс. лет назад. За прошедшее время сама суть сельского хозяйства не изменилась: оно все так же должно обеспечивать людей пропитанием. Другими стали технологии, а значит, производительность. Один из современных помощников – нефтехимия.



НЕФТЕХИМИЯ РФ  
№2 (50) июнь 2019

**Х**олодная война, ядерная гонка. В этих условиях в конце 1970-х в лаборатории химии полимеров Института химической физики им. Н.Н. Семенова начали разрабатывать препарат для ликвидации последствий радиоактивного и других видов заражений. Во время испытаний выяснилось, что синтезированный полимер обладает еще и антисептическими свойствами. Доработав состав, руководитель исследовательской группы Михаил Черкашин предложил провести тесты на растениях: надо было проверить, способно ли вещество защитить урожай от бактерий и грибов. Дальше известная история: развал СССР, потеря интереса к науке. Но редкий случай: Михаил Черкашин не забросил дело. Более того, ему с коллегами удалось вывести препарат из лаборатории в реальную жизнь. Первый опыт проводился в Казахстане. Дважды обработав средством яровую пшеницу, с одного гектара удалось собрать 18 центнеров, в то время как при традиционной технологии было 12. А в Беларуси, на Чернобыльской земле, получилось вырастить не зараженные радионуклидами овес и ячмень.

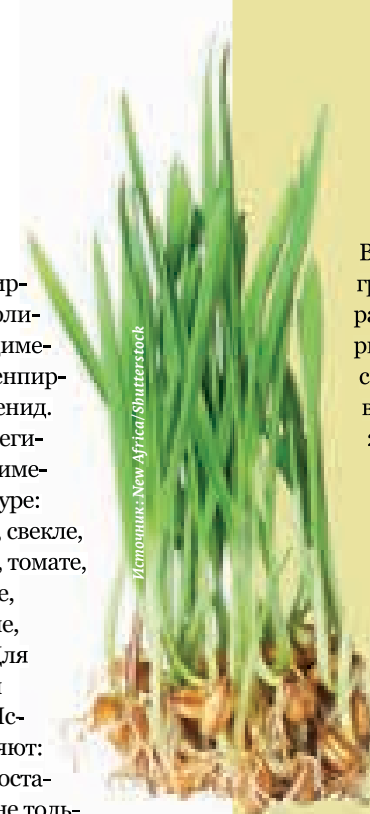
## «ЖИВОЙ» ПОЛИМЕР

«Полученные результаты стали основанием для начала регистрации соединений в системе защиты растений», – говорит Павел Жеглатый, совладелец компании-патентодержателя «Новая формула». Заявка на первый в России регулятор роста растений «Матрица роста», созданный на базе полимеров, была подана в Минсельхоз в конце 2000-х. В роли главного действующего

вещества выступает полипирролидиниевый полимер – поли-N,N-диметил-3-4-диметиленпирролидиний галогенид.

Препарат зарегистрирован для применения на 21 культуре: разных зерновых, свекле, картофеле, перце, томате, огурце, землянике, смородине, яблоне, винограде и т.д. Для каждого растения свой регламент. Исследователи уверяют: если обработать составом пшеницу, то не только урожай вырастет, но и повысится качество зерна за счет увеличения содержания клейковины и белка. «Это антистрессант с фунгицидным и бактерицидным действием. А еще полимерная молекула способна собирать и удерживать влагу, чтобы постепенно отдавать ее», – говорит Павел Жеглатый.

Обрабатывать полимером можно не только растения, но и почву для дезактивации радиоактивных элементов – собственно, это показали опыты в Беларуси.



Источник: New Africa/Shutterstock

В результате содержание в грунте наиболее доступной растениям водорастворимой формы цезия-137 снижается в 5 раз, свинца – в 2,8 раза, стронция-90 – в 2 раза, кадмия – в 1,8 раза.

В 2015 году Роспатент включил препарат для почвы в перечень 100 лучших изобретений России. Дальше – больше. Синтезированный на основе пирролидиниевого полимера препарат уже опробовали в инкубации уток – скороспелого вида птиц, мясо которых превосходит по биологической ценности свинину и говядину. После обработки яиц аэрозолем соединения увеличилась как выводимость птиц, так и число кондиционных утят.

Могут быть и другие варианты. «За счет модификации полимера можно направленно изменять свойства веществ и расширять возможности их применения», – говорит Павел Жеглатый. По его словам, уже разработано более 10 новых решений в области защиты



Источник: Africa Studio/Shutterstock

Синтезированный на основе пирролидиниевого полимера препарат уже опробовали в инкубации уток

растений, хранения готовой продукции, а также линейка дезинфектантов. Актуальная задача – продвигать их на рынке, а это не так просто, ведь у потребителя есть стойкое предубеждение против «вредной» химии.

Исторически именно химизация была одним из главных направлений развития сельского хозяйства. В СССР такой вектор был задан еще в 1920-х. Правда, в советские годы аграрии имели почти неограниченный доступ к удобрениям. Как итог, в погоне за перевыполнением плана химией посыпали поля без соблюдения дозировки. В итоге и сформировалось мнение о вреде удобрений. Сегодня даже производителям инновационной продукции приходится сталкиваться с предубеждениями, не говоря уже о том, что на рынке представлено большое количество различных минеральных и «органических» удобрений, с которыми также нужно конкурировать.

#### МОЛЕКУЛЯРНЫЙ НАСОС

Повысить урожайность можно не только за счет наращивания объемов удобрений, но и увеличив эффективность потребления растениями полезных элементов. В этом тоже могут помочь полимеры. В 2000-х отечественная компания «Робелл Технолоджи СПБ» начала разработку, а затем выпуск не имеющей аналогов в мире системы. «Совершенствование технологии заняло около 15 лет, но результат того стоил», – говорит ее исполнительный директор Андрей Спиридонов.

Удобрения представляют собой высокомолекулярные водно-полимерные комплексы длинных углеводородных цепочек с

закрепленными на них микро-, мезо- и макроэлементами. В них функциональные группы атомов полимерной основы формируют разветвленную сеть – матрицу, которая удерживает в своей структуре азот, фосфор и калий за счет образования водородных, ионных связей и электростатических взаимодействий.

Как правило, полимерные удобрения вносятся в малых количествах мелкодисперсным распылением по листу, а также применяются корневым методом и в гидропонике. «При корневом применении полимерная матрица сначала отдает удерживаемые элементы, а потом работает как «молекулярный насос»: захватывает новые питательные вещества из самой почвы и внесенных удобрений, включает их в свою структуру, а потом передает растению», – объясняет принцип действия Андрей Спиридонов. А еще полимерная основа выполняет роль диспергатора, то есть, образно говоря, дробит труднорастворимые удобрения, повышая их доступность для растений.

В результате растет и урожай, и качество продукции. Например, по зерновым культурам прибавка составляет до 20%, схожие результаты по сое и ово-

щам. Составы экологически безопасны. Через две-три недели после применения полимерная матрица, отдав все питательные вещества, распадается на углекислый газ и воду. Также полимеры



помогают решить проблему деградации окружающей среды. «Минеральные удобрения, смываемые с полей в реки и озера, провоцируют заболачивание водоемов, что сопровождается гибелью водных растений, замором рыб и других гидробионтов. Наши продукты резко увеличивают потребление растениями азота, фосфора

и калия из почвы, тем самым удобрения расходуются для повышения урожая, а не подкормки тины и камышей», – объясняет Андрей Спиридонов.

Также полимерная матрица повышает эффективность пестицидов при совместном применении в составе баковой смеси. Одновременно снижается токсический эффект агро-

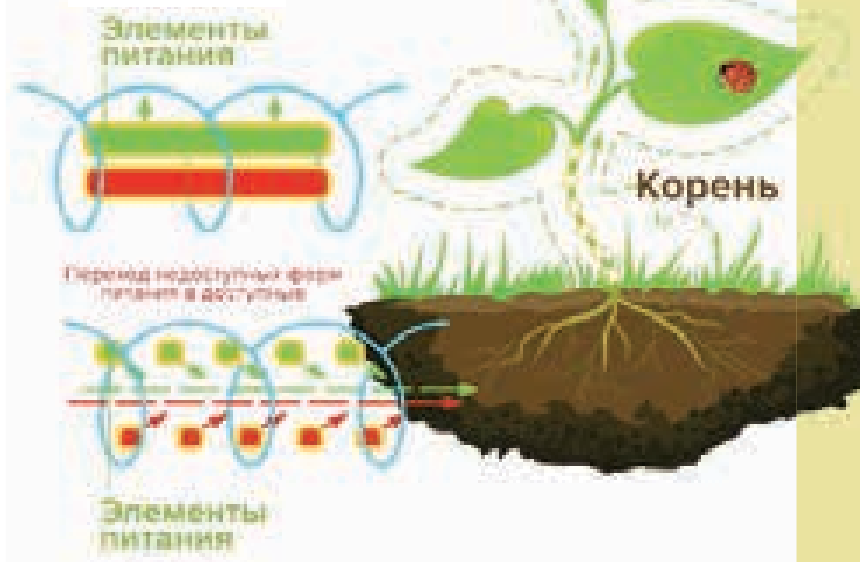
Минеральные удобрения, смываемые с полей в реки и озера, провоцируют заболачивание водоемов, что сопровождается гибелью водных растений, замором рыб и других гидробионтов

## Полимеры помогают решить проблему деградации окружающей среды

химикатов. «Действующие вещества средств защиты растений высвобождаются из полимерной матрицы постепенно, что снижает их негативное влияние на сельхозкультуры и пролонгирует действие агрохимикатов», – говорит исполнительный директор «Робелл Технолоджи СПБ». Он говорит, что продукция компании сегодня применяется не только в России, но и экспортируется в Китай, а эта страна, которая давно уже стала мировой фабрикой, завозит к себе не так много. «Китай

прежде всего заинтересован в импорте технологий. В планах – строительство в КНР предприятия для обеспечения потребностей стран Юго-Восточной Азии. В целом же рынок удобрений только для листовой подкормки оценивается в 6 млрд долл.», – рассказывает Андрей Спиридонов.

Удобрениями линейка инновационных полимерных составов, предназначенных для



сельского хозяйства, не ограничивается. Выпускаются и препараты для защиты животных – йод-полимерное лекарственное средство «Монклавит-1», которое применяется в промышленном птицеводстве и животноводстве для лечения и профилактики инфекционных заболеваний. «При включении в молекулу высокополимера йод теряет свои токсические и раздражающие свойства, но полностью сохраняет активность как микроэлемент и антисептик», – говорит Андрей Спиридонов. По его словам, препарат позволяет получать продукты питания без содержания антибиотиков и выращивать так называемую функциональную пищу, например обогащенные йодом куриные яйца. «В таком продукте микроэлемент сохраняется даже при термической обработке, чего не скажешь о яйцах, обогащенных неорганическими соединениями йода», – замечает Андрей Спиридонов.

#### КЛУБНИЧНЫЕ ПОЛЯ

А вот другим продуктам нефтехимии уже не приходится бороться за сердца покупателей: они стали традиционными для сельхозпроизводителей. Например, на Сахалине, в зоне рискованного земледелия,



есть ферма, где почти десятилетие выращивают местную клубнику именно благодаря использованию продукции отрасли.

Раньше ягода завозилась только с материка, даже не из России, а из Китая. Сейчас «Клубника от Наташи» – единственный на острове промышленный производитель лакомства. Бизнес появился еще в 1990-х, когда учитель физики и математики Наталья Одинцова получила по программе, подобной нынешнему «Дальневосточному гектару», землю. Начала она с картошки, но выращивала ее недолго: предложили интересную работу в офисе.

В 2010 году Наталья решила вновь стать фермером, взявшись за необычную для острова культуру. «Точно сказать, почему выбор пал на эту ягоду, сложно. В какой-то мере это отсылка к детству, которое прошло в Беларуси. Отчасти попытка восстановить то, что было в СССР. Сахалинцы, которым сегодня по 50–60 лет, помнят, как ездили на сбор клубники в совхоз «Пятиречье». Его уже давно нет. Но такой опыт давал надежду, что даже в нашем климате рискованная затея может быть удачной», – говорит Артем Одинцов, сын Натальи, который сегодня управляет бизнесом.

Сначала ягоду выращивали в открытом грунте. Плантации покрывались специальным материалом для мульчирования. Эта технология изобретена еще в XVII веке. Тогда при мульчировании почву вокруг растений укрывали опилками, корой деревьев или сеном, которые мешали росту сорняков, задерживая влагу и обогащая землю полезными элементами. Позже традиционную мульчу, которая



Источник: monclavt.ru  
**Полимерные препараты в животноводстве и птицеводстве помогают снизить зависимость от антибиотиков**

привлекала насекомых-вредителей и грызунов, заменила полиэтиленовая пленка. А потом появился геотекстиль – материал, состоящий из полимерных волокон. Его и используют в экокочевнике «Клубника от Наташи».

По словам Надежды Чирковой, гендиректора «ЭМИЛИ Групп», которая выпускает геотекстиль, перед пленкой у этого материала есть два преимущества: он пропускает воздух, позволяя растениям дышать, и влагу, снижая риски гниения корней. «Особой популяр-

ностью пользуется нетканый геотекстиль из полиэфира. Он дешевле, а со своими задачами справляется не хуже», – говорит Надежда Чиркова.

Однако, по словам Артема Одинцова, у геотекстиля есть свои недостатки, поэтому сейчас в хозяйстве хотят вновь попробовать использовать полиэтиленовую пленку. «При мульчировании в геотекстиле делают отверстия, в которые высаживают клубнику. Но проблема в том, что куст растет: в начале ширина пучка – 2 см, а через год – уже 11 см. Изменить размер сложно, а делать прорезы сразу побольше неэффективно, в «запасе», который пригодится позже, появляются сорняки. Пленка же растягивается, принимая нужный размер. Да и делать отверстия в ней легче, есть специальное оборудование, не надо резать руками», – говорит он.

## Геотекстиль позволяет растению дышать, снижая риски гниения корней



Источник: Vadym Zaitsev Shutterstock

Проблема, с которой столкнулись сахалинские фермеры, – ограниченный срок сбора урожая на открытом грунте. Даже при хорошей погоде первые ягоды появляются в начале июня, а пропадают к концу лета. «Поэтому несколько лет назад начали проектировать теплицы, первые уже построены», – говорит Артем Одинцов, добавляя, что теперь клубнику можно собирать с ранней весны до поздней осени. Парник покрыт пленкой из EVA на основе этиленвинилацетата, она многолетняя, хорошо пропускает свет.

### МНОГОСЛОЙНЫЙ ПИРОГ

Выбор пленки для парника – задача непростая, ассортимент велик. «Дешевые полиэтиленовые пленки, которые делают без специальных добавок, не служат и сезон», – говорит гендиректор научно-производственной фирмы «Шар» Наталья Алексеева. Качественные изделия могут служить в укрытии много сезонов. Секрет в рецептуре: в состав пленок для парников вводят различные добавки, которые придают особые свойства. Например, этиленвинилацетат делает пленку устойчивой к морозам, светостабилизаторы защищают от воздействия ультрафиолета, антистатики отталкивают пыль, которая преграждает дорогу солнечным лучам.

Но некоторые из добавок со временем перемещаются к поверхности пленки, а затем улетучиваются или смываются дождем. Бороться с этим можно, сделав полотно толще или увеличив количество добавки, что сказывается на цене. Другой способ – многослойные пленки. Здесь верхняя часть выполняет роль барьера,

средняя – резервуар для добавок, а нижняя, обращенная к растениям, – это «рабочий» уровень. Такая структура дает возможность гибко модифицировать свойства пленок, вводя в разные слои нужные добавки. Кроме того, изменение строения материала помогает избавиться от такого недостатка, как неоднородность прочности, – надежность пленки повышается примерно на 25%. Правда, как замечает Наталья Алексеева, для производства подобных материалов нужно более сложное и дорогое оборудование.

По многослойной технологии в фирме «Шар» делают пленку собственной разработки на основе этиленвинилацетатных сополимеров, а также различных полиэтиленов высокой, средней и низкой плотности. Эта петербургская компания была организована в начале 1990-х группой специалистов, уже имевших опыт создания и применения полимерных материалов. Поэтому она не продает чужую продукцию, а ведет собственные разработки. Кстати, именно в Северной столице в свое время шли серьезные исследования по различным технологиям мульчирования. И впервые этот способ для выращивания картофеля был применен на Менюковской опытной станции Агрофизического института Ленинграда, а сегодня он используется в различных странах: США, Великобритании, Италии и др.

Многослойные пленки выдерживают град, резкие перепады температур. Также современные их виды гидрофильны –



Источник: shargr.ru

конденсат на пленке не образует крупные капли, которые могут попадать на растения и вредить им, а стекает. «Под таким укрытием в теплицах растения дают лучший урожай, что было подтверждено при проведении испытаний Санкт-Петербургского аграрного университета», – говорит Наталья Алексеева.

### ПЛАСТИКОВЫЕ «СОТЫ»

Альтернатива пленке – поликарбонат, из которого делают не только парники, но и строения для содержания птиц и животных, а также выращивания аквакультур.



Источник: shargr.ru



Он получил широкое распространение в 1970-х годах в Израиле. Война Судного дня, в результате которой возник нефтяной кризис, сделала многие полимерные материалы дорогими. Страна в принципе переживала трудные экономические времена. Одним из выходов было развитие киббуцев (сельхозкоммун). В жарком климате эффективным способом выращивания растений стали теплицы с капельным орошением.

«Использовать для покрытия стекло оказалось дорого. К тому же это хрупкий материал. Не подошло и оргстекло: оно не способно удерживать нужную температуру. Решением стал поликарбонат», — говорит Юлия Горбенко, главный архитектор Polygal Vostok. Это дочернее предприятие израильской фирмы Polygal Plastics Industries, которой и удалось создать альтернативу дорогому стеклу, выпустив первый в мире поликарбонатный структурный лист.

Он появился как результат многочисленных экспериментов: изучались возможности сырья, синтезированного еще в 1950-х, и оборудования, на котором уже выпускались ячеистые листы из других полимеров, например полипропилена. Полученный в результате материал одновременно легкий, прозрачен и прочен: способен выдерживать сильные порывы ветра, град.

В сравнении со стеклом монтаж поликарбоната достаточно прост. «Воздушная прослойка в сотовых плитах создает теплоизоляцию, что дает экономию энергии при поддержании нужной температуры в помещениях», — отмечает Юлия Горбенко.

Кроме того, созданы специальные добавки и покрытия, за счет которых можно расширить возможности поликарбоната. Например, плиты цвета гринфиш предотвращают развитие зеленых водорослей в прудах. А в инкубаторах цыплят в первые две недели содержат около источника тепла, так называемого приемного забора, сделанного из плит черного сотового поликарбоната.

В теплицах плиты можно покрыть специальным лаком «антифог» — он предотвращает появление конденсата, который губителен как для самого строения, так и для растений и животных, поскольку снижает прозрачность, вызывает коррозию, может привести к развитию плесени, болезнетворных бактерий. Еще один вариант усовершенствовать поликарбонат — добавить пигмент, за счет которого плиты будут поглощать большую часть инфракрасного и теплового излучения. «Это снижает нагрузку на помещение в солнечные дни», — поясняет Юлия Горбенко.

В России поликарбонат стал активно применяться в начале 2000-х. Сегодня зна-

ют его не только сельхозпроизводители, но и рядовые дачники. «Но в этом есть подвох. Используя любовь к садоводству у россиян, которые не всегда обладают большим достатком, некоторые производители начали выпускать дешевый низкопробный поликарбонат», — говорит Юлия Горбенко. По ее словам, делать такие листы могут из некачественного китайского сырья и переработанных бутылок, экономя на ультрафиолетовой защите. Как итог, листы не переносят град, быстро ломаются, в то время как сделанные по всем нормам аналоги могут служить 10 лет и более.

Это подтверждено практикой. Первым крупным строением в России, где использовали поликарбонат, стал стадион «Локомотив», в 2002 году из таких листов сделали светопрозрачное покрытие трибун. «Перед чемпионатом мира по футболу, который прошел в 2018 году, ФИФА проводила ревизию сооружения, и ни

НЕФТЕХИМИЯ 20  
Март-апрель 2019



Поликарбонат — популярная альтернатива пленкам при строительстве теплиц

Источник: Alhim/Shutterstock

одной претензии к поликарбонату не было», — подчеркивает Юлия Горбенко. Стадион «Локомотив» на время первенства стал базой для арбитров.

### БЕРЕЖНЫЙ ПОДХОД

Полимеры используются и в технике для сельского хозяйства. Например, еще в советские годы во Всероссийском научно-исследовательском институте зерна и его переработки (ВНИИЗ) начали развивать идею о применении таких материалов в оборудовании технологических линий хлебоприемных предприятий. Такой опыт уже был в капиталистических, как было принято говорить, странах. Выражался он в конкретных цифрах: в США, Канаде, Франции, ФРГ и Японии использование полимеров увеличивало производительность оборудования в полтора — два с половиной раза.

Повторить результат удалось во ВНИИЗ. А в начале 1990-х, когда ученым

во всей стране приходилось особенно туго, руководитель исследований Масхут Тухватуллин с коллегами организовал компанию «Агрополимер». Она была одним из пионеров, предлагавшим заместить традиционные детали машин зерноперерабатывающих и хлебоприемных предприятий на произведенные из нефтехимических материалов.

Замена даже небольших деталей заметно влияет на экономические показатели, повышает безопасность. Например, из полиэтилена и различных полиамидов делают ковши для норий (машин, выполненных в виде движущейся по трубе замкнутой ленты с укрепленными на ней черпаками). Такая техника предназначена для подъема сыпучих или жидких грузов. Вес ковшей из металла велик, что сказывалось на энергопотреблении. Кроме того, на материал часто налипают трудносыпучие массы, что снижает производительность. «Коэффициент трения легких полимерных ковшей вдвое ниже. Вдобавок при перемещении ковши не травмируют зерно, меньше риск снижения качества продукции. И пыли создается меньше», — говорит замглавы компании «Агрополимер» Александр Миронов.

Футеровочными листами из полиуретана можно покрыть быстроизнашивающиеся участки технического

и транспортного оборудования, например самотеков. Обычно на зерноперерабатывающих предприятиях используют стальные самотеки, но при активной работе буквально за полгода они могут износиться до дыр в прямом смысле слова. Отремонтировать такую поломку на месте по технике безопасности нельзя: от искры в запыленном помещении может начаться пожар. Поэтому самотек нужно демонтировать, что требует и времени, и усилий. «Часто проблему решают заплатками из ткани или других материалов. Практика показывает, что это не самая эффективная мера: зерно все равно может высыпаться. Лучше покрыть самотек футеровочным износостойким листом», — говорит Александр Миронов. По его словам, за счет полимеров срок службы быстроизнашивающихся поверхностей можно увеличить в 10 раз, а травмирование зерна и семян — уменьшить в 5 раз.

Тем не менее в России в отличие, например, от США внедрение инновационных элементов в сельском хозяйстве идет довольно медленно. По словам Александра Миронова, это связано со многими факторами. Главный — нехватка средств. Технику чаще всего чинят, используя устаревшие материалы, хотя инвестиции в инновации окупаются очень быстро. И очевидно, что все же за ними будущее.

НЕФТЕХИМИЯ

Киббуц Баркай — сельхозкоммуна в Израиле



Юлия Громадская

# СВОИМИ РУКАМИ

Любовь к огородничеству – отличительная черта русского человека. И хотя в последнее время дачи все чаще становятся местом не для труда, а для отдыха, несколько грядок огурцов, клубники, зелени есть почти у всех. Журнал «Нефтехимия РФ» нашел несколько интересных способов, как при помощи полимеров можно облегчить труд, сделать пространство комфортнее и интереснее.

## ВСЕ НА УБОРКУ

Пластиковая бутылка – незаменимый помощник огородника. Из нее можно сделать совочек, который поможет при посадке растений. Ее можно разрезать пополам и приспособить под выращивание рассады. А если проделать на доньшке бутылки горячим гвоздем или шилом дырочки, а затем присоединить к горлышку шланг, то получится простой, но работоспособный разбрызгиватель, который улучшит качество полива. Да что там, даже дорожки на дачах умельцы выкладывают отрезанными доньшками ПЭТ-бутылок.

Встречаются и нестандартные решения. Например, тара из-под воды или другого напитка может стать эффективным приспособлением для уборки яблок, слив и вишни. Плодосборники, которые можно приобрести в магазине, как жалуются некоторые дачники, не всегда удобны: ими нельзя захватить нужный плод, они цепляются за ветки, плюс стоят денег. А в бутылке, горлышко которой соединяется с нужной по длине палкой, достаточно сделать подходящее для плода отверстие с отходящими от него зазубринами для черешков, и можно приступать к уборке урожая.



## ГРЯДКИ МЕДСЕСТРЫ

Капельный полив, который и расход воды уменьшает, и дает адресно увлажнять почву у растения, становится все более популярным не только у сельхозпроизводителей, но и у дачников. Однако система для капельного полива стоит от 1,5 тыс. руб. и больше в зависимости от производителя и качества изделия. Есть более бюджетный вариант – обычная медицинская капельница из ПВХ. Система «подключается» к заполненной водой ПЭТ-бутылке, а второй ее конец подводится к растению. Нужно лишь отрегулировать интенсивность подачи влаги. Кстати, таким способом можно поливать и комнатные растения – тогда не придется никого просить за ними приглядывать на время отпуска.



## ЗЕЛЕНАЯ УЛИТКА

Многие дачники предпочитают высаживать на своих участках не магазинную, а собственную рассаду. Поэтому каждую весну квартиры любителей огородничества заполняются невероятным числом баночек из-под йогурта, сметаны, обрезанными пластиковыми бутылками, в которых всходят семена. Сэкономить место можно за счет специальной улитки для рассады. Для этого берется плотная полиэтиленовая пленка, из которой нарезаются длинные ленты шириной 15–20 см. Сверху их покрывают грунтом, в который на расстоянии примерно 1 см высаживают семена. После этого лента плотно сворачивается и закрепляется обычной резинкой. Остается лишь поставить «улитку» в непроницающий влагу контейнер и ждать всходов. Дополнительный плюс – отсутствует проблема черной ножки (заболевания, поражающего рассаду).



## ДЕЛО ТРУБА

Клумбы из отслуживших свое автомобильных покрышек давно стали элементом не только дачного, но и городского дизайна. А потому подобным решением уже никого не удивить. Другое дело – подвесные клумбы из полиэтиленовых, ПВХ или других полимерных труб. Для растений в них делают специальные отверстия, после чего в трубу засыпают грунт. После остается лишь посадить цветы или пряные травы. Клумбе можно придать абсолютно любую форму, вариантов крепления тоже масса. Трубы можно как повесить на веревках к беседке, так и закрепить на стене дома или заборе.





Яков Утин, Наталия Пискарева

# ЛОГИКА МИРОЗДАНИЯ

2019 год по решению ООН провозглашен Годом Периодической таблицы химических элементов. Закон, сформулированный русским ученым Дмитрием Менделеевым, не случайно является одним из знаковых открытий. Не побоявшись отбросить заблуждения, претендовавшие на роль фактов, он заключил в одной единственной таблице большую часть знаний по химии и задал вектор развития этой науки на десятилетия вперед.

**В** 1869 году Дмитрий Менделеев приступил к работе над второй частью фундаментального учебника «Основы химии». Он понимал, что изложение материала должно подчиняться некой логической системе, а не формальному порядку. Первоначальный план учебника в соответствии с традициями времени представлял собой

список из 63 элементов, перечисленных по возрастанию их атомных весов.

Однако в середине февраля 1969 года (по новому стилю – в начале марта) Менделеев столкнулся с глубоким противоречием. С одной стороны, согласно избранному ранее порядку, вслед за щелочными металлами (литием, натрием, калием) следовало писать о переходных (меди, сере-

бре, ртути), с другой – в химическом отношении к щелочным металлам ближе других стоят щелочноземельные (бериллий, магний, кальций).

Столкновение этих теоретических и практических соображений представляло для ученого серьезную дилемму, разрешением которой и стала появившаяся 17 февраля (1 марта) Периодическая система

химических элементов. Сегодня о ней знают все, во всех школах мира в классах химии на стене висит таблица Менделеева.

## ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ПОИСКА

Выступая 23 августа 1869 года на заседании отделения химии Второго съезда русских естественных испытателей, Дмитрий Менделеев отмечал, что его система, основанная на величине веса атомов, выражает химическое сходство элементов, соответствует их разделению на металлы и металлоиды, отличает их атомность, сопоставляет близкие элементы разных групп, объясняет «соответственность элементов», выделяет водород как типичный элемент, группирует в одном месте наиболее распространенные и взаимно сопровождающие в природе элементы и указывает даже на отношение элементов по взаимному их сродству.

Этот краткий экскурс наглядно иллюстрирует эволюцию представлений человека об окружающем мире. Древнегреческий философ Фалес Милетский полагал, что основой космоса является вода, совершающая непрерывный круговорот. Его ученик Анаксимандр поддерживал тезис о существовании базового элемента, но сомневался, что вода может претендовать на это звание. Анаксимен считал основой сущего воздух, Гераклит – огонь.

Аристотель писал о первичной материи, способной принимать форму четырех элементов (земли, воды, воздуха, огня), и классифицировал вещества, исходя из доминирую-

## Менделеев не мог учитывать, что атомы будут разгонять на скоростях, близких к скорости света

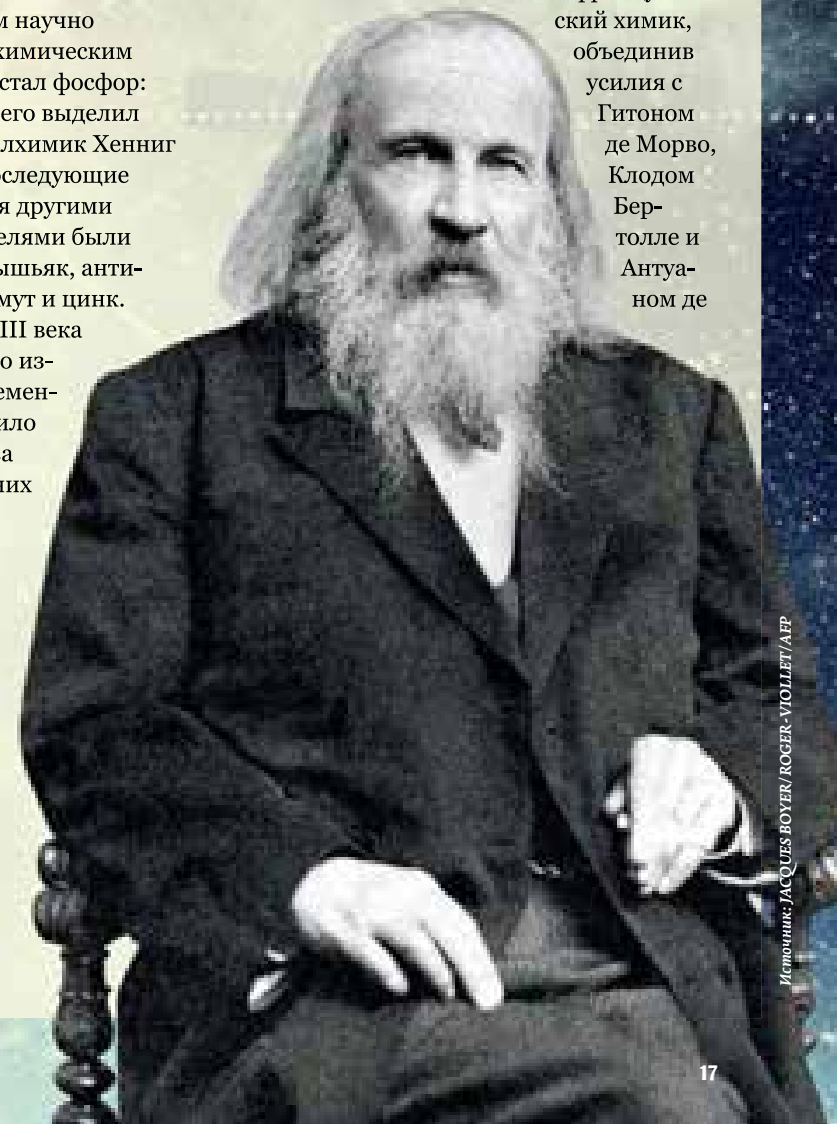
щего в них начала. Металл можно расплавить до жидкого состояния, значит, в его основе – вода, полагал философ. Вся взвешенная материя по Аристотелю состояла из пятого элемента – эфира. Эта концепция доминировала в науке многие столетия, не пополнялась и список известных древности элементов (золото, серебро, медь, железо, олово, свинец, ртуть, сера, углерод).

Первым научно открытым химическим элементом стал фосфор: в 1669 году его выделил немецкий алхимик Хенниг Бранд. В последующие десятилетия другими исследователями были описаны мышьяк, антимоний, висмут и цинк. К концу XVIII века общее число известных элементов превысило 30. Свойства многих из них явно контрастировали с теорией Аристотеля, что побудило ученых к поиску новых принципов классификации. Воздух, впрочем, считался

самостоятельным химическим элементом вплоть до начала XVIII века: то, что атмосфера является смесью отдельных газов, доказали лишь работы по пневматике.

Другим должителем был флогистон – огненная субстанция, крест вере в существование которой поставила лишь новая теория окисления и горения Антуана Лавуазье. В 1787 году

этот французский химик, объединив усилия с Гиттоном де Морво, Клодом Бертолле и Антуаном де





Фуркруа, представил первую классификацию химических элементов. В ней все простые вещества (те, что не могли быть разложены на составляющие) были сгруппированы на основе свойств их кислородных соединений: простые вещества, представленные во всех трех царствах природы (свет, теплород, кислород, азот, водород); простые окисляющиеся неметаллические вещества; простые окисляющиеся металлические вещества; простые солеобразующие и землистые вещества (известь, магнезия, барит, глинозем, кремнезем).

### ВСЕГДА ЕСТЬ КОНКУРЕНТЫ...

В 1803 году Джон Дальтон составил первую таблицу относительных атомных весов некоторых элементов и соединений, приняв за единицу вес атома водорода. В изложенной пять лет спустя атомистической теории он указал, что атомный вес является важнейшим свойством химического элемента. В 1815 году собственную гипотезу о кратности атомных весов атома водорода выдвинул другой английский химик Уильям Праут. Наконец, состоявшийся осенью 1860 года съезд химиков в Карлсруэ установил, что молекула — это наименьшее количество вещества, вступающее в реакции и определяющее физические свойства, а атом — наименьшее количество элемента, содержащееся в молекулах. Там же были определены понятия атомного веса.

Ограниченность представления всего многообразия элементов в виде одномерных списков осознавали многие химики.



В 1803 году Джон Дальтон составил первую таблицу относительных атомных весов некоторых элементов и соединений

В 1817 году немец Иоганн Деберейнер выделил триады (литий, натрий, калий; хлор, бром, йод и т.д.) и обнаружил, что химические свойства составляющих их элементов меняются пропорционально атомным весам. Например, литий взаимодействует с водой более спокойно, чем калий. Позднее Петер Кремерс из Кельна предположил, что отдельные элементы могут быть частью двух триад, расположенных перпендикулярно. В 1850-х годах француз Жан-Батист Андре Дюма безуспешно пытался разработать систему математических уравнений, увязывавших химические свойства элементов с их атомными весами.

В 1862 году геолог Александр Эмиль Бегуйе пришел к выводу, что свойства элементов повторяются через определенный фиксированный интервал, и расположил их вдоль нанесенной на специальный цилиндр спиральной кривой. Сходную теорию — закон октав — в 1864 году выдвинул англичанин Джон Ньюлендс. Он же впервые

оставил в своей таблице пустые клетки для еще неоткрытых элементов. Однако коллеги подвергли идеи Ньюлендса столь ожесточенной критике, что Королевское химическое общество отказалось публиковать его работу.

**ELEMENTS**

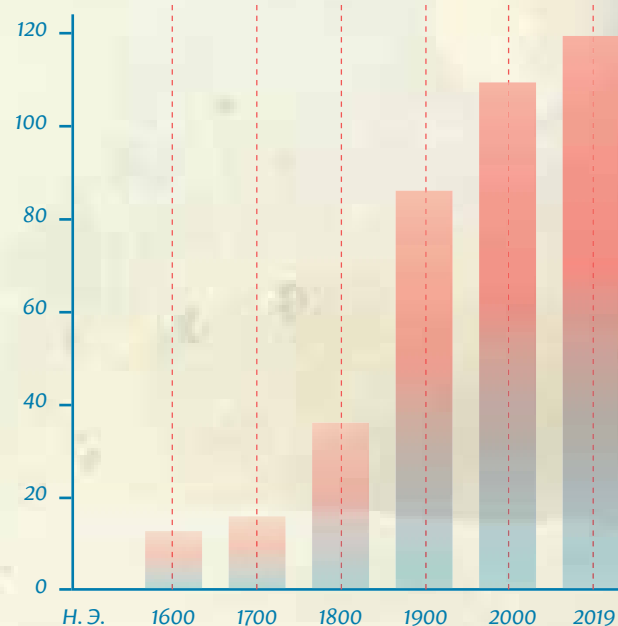
Hydrogen 1	Strontian 87
Lithium 7	Barytes 137
Calcium 40	Iron 56
Oxygen 8	Zinc 65
Phosphorus 31	Copper 63
Sulphur 32	Lead 207
Magnesia 24	Silver 197
Lime 56	Gold 197
Soda 46	Platina 195
Potash 55	Mercury 200

В 1870 году Юлиус Лотар Мейер опубликовал статью «Природа химических элементов в зависимости от их атомного веса» (Die Natur der chemischen Elemente als Function ihrer Atomgewichte). Она суммировала результаты работы ученого по разработке собственной классификации и содержала таблицу, весьма сходную с системой Дмитрия Менделеева, но повернутой по отношению к ней на 90 градусов. Менделеев и Мейер в свое время участвовали в съезде в Карлсруэ, а затем в разное время работали в Университете Гейдельберга под руководством Роберта Бунзена, который, кстати, некоторое время сомневался

в состоятельности периодического закона. Менделеев утверждал, что ему ничего не было известно о работах Мейера, в то время как немецкий ученый безо всяких оговорок признал приоритет российского химика.

Мейер отмечал, что хотя его таблица и является удобной формой классификации, но целый ряд элементов не укладывается в систему, если им приписать принятые в то время атомные веса.

## КОЛИЧЕСТВО ИЗВЕСТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ



Массовые открытия новых химических элементов в XVIII – начале XIX века связаны со становлением химии как науки, переосмыслением сути вещества и совершенствованием методов химического анализа.

Во второй половине XIX – начале XX века катализатором открытий стал периодический закон Менделеева.

Далее катализатором открытия новых элементов стала ядерная физика.

Сегодня погоня за открытиями замедляется — пик пройден. Чем дальше, тем сложнее становится синтез новых элементов.



Валерий Сергеевский, заведующий кафедрой химии Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

Дмитрий Менделеев, открыв периодический закон, решил задачу, над которой десятилетия работали ученые со всего мира, — классифицировал все открытые на тот момент химические элементы. Появление знаменитой таблицы сильно упростило жизнь химикам, включая самого Менделеева: стало возможным систематически говорить о группах элементов, вместо того чтобы тратить безумное количество времени на описание каждого из них по отдельности. Проще стало и запоминать всю эту информацию.

Однако Менделеев не был единственным ученым, предложившим миру подобную классификацию. Приблизительно в то же время и другие ученые создавали свои варианты аналогичных таблиц, притом менделеевская была представлена последней. Почему же тогда все лавры достались Дмитрию Ивановичу? Во-первых, только его таблица включала в себя все открытые на тот момент элементы, и, во-вторых, что самое главное, своей таблицей он предсказал элементы, о существовании которых люди могли только подозревать.

Исходя из своего периодического закона, Менделеев оставил в таблице множество пустых ячеек. Поначалу никто не отнесся к этому серьезно, а уже потом, когда были открыты новые элементы вроде галлия или германия, которые идеально вписались в таблицу, мир понял, что Менделеев действительно сделал важнейшее открытие в истории науки.

Конечно, вначале периодическая система химических элементов выглядела по-другому. Со временем в нее вошли благородные газы и радиоактивные элементы, многие из которых были синтезированы искусственно. Открытия продолжаются. Так, в 2016 году таблица пополнилась сразу четырьмя новыми элементами, получившими названия оганесон, nihonium, moscovium и tennessine.

Вместе с новыми открытиями меняется и таблица, и есть вероятность, что в какой-то момент в периодический закон придется внести поправки. Потому что Менделеев не мог учитывать, например, что в будущем атомы будут разгонять на скоростях, близких к скорости света, а в таких условиях они порой ведут себя не так, как должны согласно таблице.

Но открытие Менделеева до сих пор остается актуальной рабочей системой, на основе которой можно делать выводы и дальнейшие предсказания, что способствует развитию науки и может привести к новым поразительным открытиям.







Ксения Сороколетова

c&amp;en

# Японский полимерный ренессанс

В начале 2000-х годов многие эксперты констатировали, что Япония, еще недавно являвшаяся признанным технологическим лидером, стремительно теряет свои преимущества. Страх окончательно распрощаться со званием высокотехнологичной страны и мирового драйвера инноваций заставил правительство страны увеличить расходы на фундаментальные исследования и активнее поддерживать сотрудничество промышленности и науки. Сегодня японские ученые представляют результаты своих трудов, которые, возможно, помогут вернуть утраченные позиции и завоевать лидерство на рынках высокотехнологичной продукции.

Например, специалисты из Страны восходящего солнца предложили решение, над которым бились их коллеги из самых разных стран мира. Речь идет о принципиально новых стеклопакетах, которые могут существенно улучшить теплоизоляцию зданий. Сейчас для этого используются три стекла с вакуумной «прослойкой», однако такой стеклопакет тяжелый

и достаточно дорогой. В качестве компромиссного решения производители предлагали использовать вместо внутреннего стекла легкий прозрачный материал с высокими изоляционными свойствами. Проблема была в разработке действительно эффективного аналога стекла. И вот он создан – это «суперфункциональный воздух» Sufa, представляющий собой аэрогель, состоящий из метилтриалкоксилана и воздуха. Это результат работы команды под руководством Казуки Наканиши, профессора Института материалов и систем устойчивости Нагойского университета.



Источник: stardust.jpl.nasa.gov



Президент фабрики Tiet Масахиро Ямаджи держит лист аэрогеля собственного производства

Источник: csp.acs.org

Еще недавно широкое использование аэрогелей было ограничено высокой стоимостью производства. Чтобы высушить большой лист аэрогеля (пригодный для использования в окнах), требовалась специальная высокотемпературная сушилка с высоким давлением. Если аэрогели оставляли сохнуть при комнатной температуре, они теряли свою структуру и становились бесполезны. В отличие от предшественников Sufa сохнет сам, без использования сложных машин. Так что себестоимость его изготовления будет примерно в 60 раз меньше, чем у конкурентов на японском рынке. Есть у Sufa и другие преимущества: он мягче других аэрогелей, при нажатии возвращается к первоначальной форме и с меньшей вероятностью

сломается во время обработки. Помимо стеклопакетов в зданиях у Sufa есть перспективы использования в окнах электромобилей, где вес имеет критическое значение. Первый завод по производству нового аэрогеля уже строится, в планах – создание производственных баз по всему миру.

Этот аэрогель – только один пример новых решений, которые Япония готовится представить миру. Специалисты из Advanced Softmaterials (подразделения Токийского университета) разработали материал, который обладает уникальными механическими свойствами: прочностью, гибкостью и эластичностью. Его секрет в «скользящих кольцах»: на нитях полиэтиленгликоля расположены кольца из циклодекстрина, а концы нити по-

крыты еще одним углеводородным соединением – адамантаном.

Сейчас это решение проходит испытания в различных соединениях и условиях. Например, добавив его к нейлону, компания Toga создала материал, который в шесть раз превосходит «материнский» материал по способности к растяжению. Испытания показали, что он также отлично поглощает энергию удара и устойчив к износу. Исследователи считают, что материалы с использованием «скользящих колец» могут применяться, например, при изготовлении автомобильных бамперов, а также других деталей.



Источник: tiet.jp

Подразделение Intelligent Surfaces, также созданное при Токийском университете, разработало еще один новый полимер на основе 2-метакрилоилоксиэтилфосфорилхолина. Главная особенность материала под названием «поли-MPC» – способность имитировать структуру биологических мембран. Это значит, что он может использоваться при создании искусственных кровеносных сосудов, а также, к примеру, в стентах, катетерах и контактных линзах. Покрытие из поли-MPC может наноситься на медицинские имплантаты для снижения риска отторжения организмом. Кроме того, полимер легко очищается обычной водой, а это еще одно его преимущество. По словам ученых, разработкой уже заинтересовались производители продуктов питания и напитков. Покрытие из поли-MPC в водопроводных и канализационных трубах на фабриках позволит с минимальными затратами соответствовать санитарным требованиям, поскольку все загрязнения в них будут легко удаляться проточной водой.

Все эти исследования – результат курса на возобновление НИОКР в стране. «Мы доказали, что фундаментальные научные исследования в институтах могут быть связаны с реальными задачами производителей», – говорит Ито, профессор, основавший Advanced Softmaterials.



# Меняется на лету

ScienceDaily

## Полиэтилен спасет экран смартфона

В современных гаджетах стекло иногда заменяют прозрачными пластиками — это позволяет уменьшить вес и удешевить производство. Но именно экран смартфона — обычно самое слабое его звено: он часто бьется. И исследователи ведут постоянную работу по повышению прочности материалов, из которых изготавливается данная деталь. Один из вариантов решения — использование полиэтилена высокой прочности.

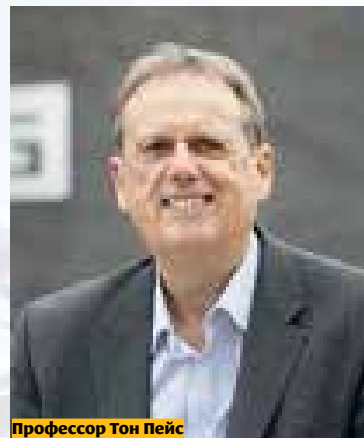
Этот материал применяется во множестве изделий, где требуется выдерживать большие нагрузки, например для изготовления труб для водопроводов и даже газопроводов. Но есть проблема: полиэтилен высокой плотности не отличается прозрачностью.

Сейчас исследователи ведут активный поиск добавок, которые могут изменить это свойство материала. До недавнего времени лучший результат, который удавалось достичь, — 90% прозрачности. Это неплохо, но явно недостаточно для использования в экранах смартфонов. Однако команда исследователей из Уорикского университета и Лондонского университета королевы Марии заявляет, что создала материал, который сочетает удивительную

надежность с прозрачностью.

По словам ученых, пленка по прочности сопоставима с алюминием. Максимальная прочность на растяжение у нового материала составляет 800 МПа, что в 10 раз выше, чем у обычных полиэтиленов высокой плотности. А достигается этот эффект без использования добавок — исключительно за счет технологии производства.

Авторы проекта продемонстрировали, что при определенных характеристиках исходного сырья и температурного режима в производстве можно найти баланс прозрачности и прочности. Для эксперимента они использовали полиэтилен,



Профессор Тон Пейс

Источник: warwick.ac.uk

растягивая его при температуре, меньшей, чем точка его плавления. Оптимальной оказалась температура 90–110 °С — именно при таком режиме микроструктура полимера изменялась в нужную сторону.

«Этот температурный режим обеспечивает необходимый баланс между механическими и оптическими свойствами пленки, — говорит профессор Тон Пейс, один из авторов проекта. — Получаются легкие, недорогие, очень прочные и при этом прозрачные пленки, так что их можно использовать для замены или укрепления традиционного стекла или же в составе различных полимерных покрытий». По его словам, помимо экранов гаджетов их можно применять также при остеклении зданий, автомобилей, производстве ветровых стекол, витрин, козырьков и т.д.

Источник: Kostsov/Shutterstock



Крыло самолета, которое умеет менять форму буквально на лету, представили специалисты NASA и инженеры из Массачусетского технологического института.

В обычном крыле для управления полетом используются отдельные подвижные поверхности, которые приводятся в движение в нужный момент. Именно так, например, работают закрылки, которые выпускаются для снижения скорости самолета. При этом набор оптимальных параметров крыла для каждого из этапов полета всегда становится компромиссом между эффективностью, безопасностью, скоростью и т.д.

В новой системе можно будет менять форму крыла целиком благодаря тому, что оно состоит из сотен крошечных одинаковых деталей. Эти детали скреплены между собой и образуют легкую решетчатую конструкцию, покрытую тонким слоем полимерного материала. По словам

инженеров, такой подход упростит производство и техническое обслуживание самолетов. Кроме того, крыло будет более энергоэффективным по сравнению со своими предшественниками, изготовленными традиционным способом из металла или композитов.

Поскольку структура крыла имеет множество полостей, оно становится легче, при этом сами детали чрезвычайно крепкие. Жесткость структуры сопоставима с жесткостью резины, но ее плотность в разы меньше. Для сравнения: она составляет 5,6 кг на кубический метр, в то время как плотность резины достигает 1,5 тыс. кг.

Но на этом команда инженеров не остановилась. Для своего суперкрыла они разработали систему, которая автоматически реагирует на внешние изменения и подстраивается под текущую аэродинамическую нагрузку. Такой эффект достигается благодаря тщательному проектированию «начинки» крыла и правильному расположе-

MIT News

нию распорок различной степени жесткости или гибкости.

Ученые говорят, что для тестирования крыло было собрано вручную, однако последующие версии будут производить при помощи специализированных миниатюрных роботов. Работу над автоматизированными сборщиками ученые планируют начать в ближайшее время.

Разработка уже успешно прошла испытания в аэродинамической трубе NASA. По словам ее создателей, аналогичный принцип можно использовать при производстве

других сложных инженерных объектов, например антенн, ветряных турбин и даже при строительстве мостов.

Отдельный модульный блок



Крыло в аэродинамической трубе исследовательского центра Лэнгли NASA

Источник: YUTTASAK SAMRACHANO/Shutterstock

Источник: nasa.gov

Екатерина Штополь

# КАК НАКОРМИТЬ КЛЕТКИ

Ученые Томского политехнического университета (ТПУ) разработали полимерные покрытия костных имплантатов, применение которых вдвое сокращает сроки лечения больных. Усовершенствованная разработка уже доказала свою эффективность. Дополнительный плюс для пациентов – ускоренное функциональное восстановление мышечной и соединительной тканей.

Источник: nobeastsofierce/Shutterstock

НЕФТЕХИМИЯ РФ  
№2 (50) июнь 2019

Советский хирург Гавриил Илизаров в начале 1950-х годов разработал аппарат для исправления кривизны ног, врожденных деформаций, косолапости, восстановления пропорций тела у взрослых и детей. С тех пор устройство, названное его именем, успешно применяется не только у нас в стране, но и во всем мире.

В Кургане работает Центр Илизарова – одно из самых успешных учреждений России, специализирующихся на восстановительной травматологии и ортопедии. На протяжении многих лет центр сотрудничает с ТПУ – крупным разработчиком материалов медицинского назначения. Результатом этого партнерства стал усовершенствованный аппарат Илизарова.

## СПИЦЫ В ПОМОЩЬ

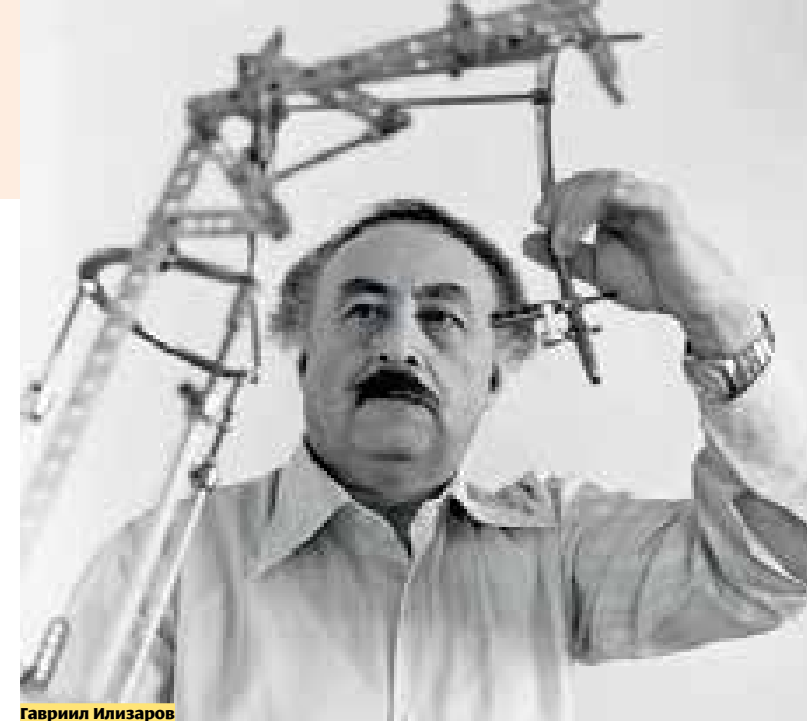
Он состоит из набора простых деталей: колец, титановых или стальных стержней, тонких металлических спиц. Спицы, проведенные через кость, фиксируются в натянутом состоянии на опорах аппарата, а послед-

ние соединяются между собой подвижными штангами. За счет движения этих штанг врачи проводят манипуляции с костью.

«В случаях, когда кость нужно удлинить (например, когда у ребенка ножки разной длины, что само по себе приводит к серьезной патологии со стороны позвоночника, костей таза, крупных суставов), врачи рассекают кость и фиксируют конечность аппаратом Илизарова. Затем ее фрагменты раздвигаются очень медленно, на миллиметр в сутки, – разъясняет технологию Сергей

Твердохлебов, доцент Научно-образовательного центра Б.П. Вейнберга ТПУ. – Разработанный нами совместно с коллегами имплантат представляет собой титановую или стальную спицу. Она вставляется внутрь трубчатой кости для ускорения регенерации. А специальный биоактивный состав, нанесенный на имплантат, позволяет вдвое увеличить скорость перемещения костных фрагментов (процесса удлинения конечности), а также сократить сроки восстановления нормальной структуры выращенной кости и мышц».

В университете разработаны не только технологии для изготовления самих имплантатов, нанесения на них покрытий, но и необходимое для этого технологическое оборудование. Последнее – с привлечением научных партнеров из других организаций. Интерес к этому оборудованию проявляют промышленные партнеры ТПУ. А работа томских ученых поддержана Министерством науки и высшего образования РФ в рамках федеральной целевой программы.



Гавриил Илизаров

Источник: Рогов/РИА Новости



Источник: URA.RU/ТАСС



**...И ВОЗНИКАЕТ  
МОЛНИЯ**

Имплантаты-спицы, разработанные в Томске, сделаны из традиционных для имплантологии материалов – металлов. Находка ученых – специальное биоактивное покрытие с пьезоэлектрическим фторуглеродным пластиком и гидроксипатитом (для стали) или кальция фосфатом (для титана). В первом случае оно наносится методом аэродинамического формирования (если говорить проще, под воздействием воздушного потока), для титановых имплантатов – методом микродугового оксидирования.

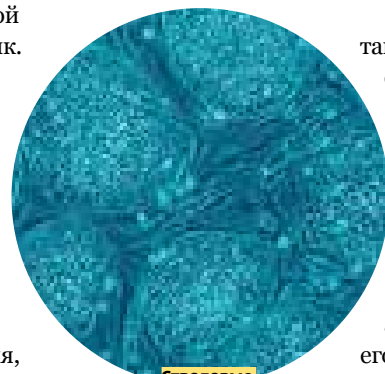
«Представьте себе сварку – процесс в чем-то похожий, – рассказывает Сергей Твердохлебов. – Титан, как и любой металл, проводник. На его поверхности образуется оксид (читай: диэлектрик), его можно пробить электрическим полем. При этом начинает гореть маленькая молния, микродуга. И образуется высокая температура, под воздействием которой на поверхности имплантата перемешиваются материал основы и «добавка», которую мы внесли в электролит. Получается сложный композит. Медики называют его гидроксипатитом. По сути, это минеральная основа наших костей. Мы предпочитаем другое название – кальций-фосфатный материал. Но механизм его действия от этого не меняется».

Прежде чем разработка получит широкое применение, проводятся тщательные лабораторные испы-



Имплантаты с магнетронными кальций-фосфатными покрытиями

## Биоактивный состав позволяет вдвое увеличить скорость лечения



Стволовые клетки

тания. Этим занимаются специалисты из Томска, Кургана и других городов. Сначала – исследование на клетках. На данном этапе проверяется, чтобы покрытие не оказалось токсичным, а также тестируется его способность стимулировать рост костной ткани. На следующем этапе подключаются лабораторные животные: нужно отследить, как имплантат, покрытый биоактивным веществом, ведет себя в организме.

«Покрываются приближены по своему составу и физическим характеристикам к реальной костной ткани, что улучшает приживаемость имплантатов, – поясняет научный сотрудник лаборатории плазменных гибридных систем ТПУ Евгений Больбасов. – Но есть еще один важный нюанс: в больших трубчатых костях находится костный мозг, а в

нем – в большом количестве мезенхимальные стволовые клетки, которые могут дифференцироваться в различные типы клеток. Покрытие на имплантате, имитирующее состав кости, заставляет эти стволовые клетки «переквалифицироваться» в костный материал».

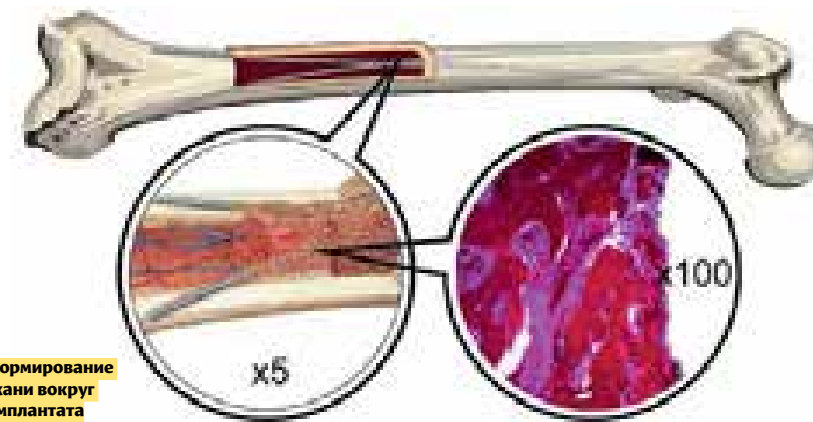
Если попытаться нарисовать очень упрощенную картинку, то она будет выглядеть примерно так. Стволовые клетки представляют собой основу для развития клеток мозга, костей, крови или тканей любого другого органа. В случае с нашим имплантатом клетка «пришла», «увидела» кость, «села» на нее, стала «питаться» и формировать вокруг себя ткань, идентичную биоактивному покрытию, превратившись по функции в костную клетку – остеобласт. Ровно так же поступили ее соседки – множество других клеток, которых привлекла поверхность на имплантате. В результате

новая костная ткань начинает усиленно наращиваться. И происходит это быстрее, чем при использовании классических методов.

Ученые лаборатории плазменных гибридных систем ТПУ позаботились не только о потенциальных пациентах, но и о докторах, которые проводят сложные операции. С недавнего времени из стен лаборатории выходят... разноцветные имплантаты.

«Во время операции могут использоваться разные имплантаты: по размеру, составу и другим свойствам, – объясняет Евгений Больбасов. – Чтобы хирургу не приходилось тратить драгоценное время на разъяснения ассистентам, какой именно имплантат ему нужен в данный конкретный момент, мы внесли дополнительную маркировку нашей «продукции» – по цвету. Теперь врачу достаточно сказать: «Поддай коричневый, фиолетовый, синий, голубой».

Никто, разумеется, не раскрашивает имплантаты во все цвета радуги. Все дело в тончайшей пленке оксида титана и эффекте интерференции света. Регулируя

Формирование  
ткани вокруг  
имплантата

Источник: три.ги.

толщину, можно задавать нужную цветовую гамму изделий – от серой «базы» до чистого «золота».

**НАНО, МИКРО  
И НЕ ТОЛЬКО**

Имплантаты-спицы с биоактивным покрытием – не единственная разработка томских ученых. Недавно совместно с коллегами из Риги они создали покрытие, позволяющее костям быстрее срастаться в случае остеопороза. Повысить биологическую активность материалов удалось за счет магния и стронция.

Сейчас ученые ТПУ активно работают над разработкой остео- и иммуномодулирующих материалов, которые будут применяться при политравмах, осложненных патологиями. Речь о

повреждении костей вследствие различных аварий, падения с высоты, ранений, а также из-за метастазов. Новый материал позволит исключить аллергические реакции, инфицирование ран и отторжение имплантатов у пациентов. Главная «фишка» проекта в том, что можно будет разрабатывать материалы, подходящие каждому конкретному пациенту. Сегодня в мире все большую популярность приобретает персонализированная медицина. Томские ученые принимают в этом процессе свое участие.

Работа специалистов ТПУ – яркий пример, когда наука помогает делать жизнь людей лучше, комфортнее, радостнее. Биоактивные спицы в исполнении томицких их медицинские партнеры – ведущие российские специалисты в области применения биоактивных имплантатов Арнольд и Дмитрий Попковы – используют не только в Центре Илизарова. Благодаря им более 400 пациентов из России, Сербии и Франции в возрасте от 6 до 50 лет смогли исправить дефекты внешности, связанные с укороченными верхними и нижними конечностями различной этиологии, а вместе с этим обрести уверенность в себе и начать жить полноценной, насыщенной жизнью. НЕФТЕХИМИЯ

Томский политехнический университет



Евгений Горчаков

# ПЛАСТИК РЕШАЕТ ВСЕ

Любой из нас хотя бы раз в жизни, заболев, посещал врача. И для того чтобы выяснить, чем, собственно, мы заболели, доктор отправлял нас сдавать анализы. Процесс взятия, исследования и интерпретации данных нашего биоматериала известен сотни лет. Хотя точность и широта исследований, конечно, растут постоянно. Но мало кто знает, что без полимерных материалов современная лабораторная диагностика была бы попросту невозможна.

Сегодня медицина обладает огромным набором методов диагностики. Распознавать неполадки в организме человека можно с помощью рентген-аппаратов, ультразвуковых исследований, магнитно-резонансной и компьютерной томографии. В особо сложных случаях врач может назначить внутренние исследования с помощью зондов или даже специальной камеры, которая вводится в брюшную полость через небольшой разрез.

На фоне этих манипуляций поход в лабораторию выглядит простой процедурой. Ну что там может быть? Сдали кровь в пробирку, врач посмотрел в микроскоп, нашел, условно говоря, микроб. Однако современное лабораторное исследование едва ли не сложнее, чем все вышеупомянутые способы.

## BRAIN TO BRAIN PROCESS

«Весь процесс исследования биоматериала можно определить как brain to brain process (англ. «процесс от мозга к мозгу». — Прим. ред.), — говорит Дмитрий Фадин, директор по стратегическому развитию и инновациям ИНВИТРО. — Он заключается не в том, чтобы взять

ваш биоматериал, засунуть его в анализатор и получить какую-то цифру, а в том, чтобы получить информацию, которая подтверждает или опровергает ту или иную гипотезу, возникшую у клинициста».

Современная медицинская лаборатория — это IT-компания, которая работает с информацией. Другой вопрос, что эта информация закодирована в биологических структурах и ее нужно перевести в цифровой вид.

Это непростая задача. В организме человека нет одного биологического маркера, который являлся бы абсолютно константным во всех тканях. Грубо говоря, молекулы распределены неравномерно. Самым хорошим материалом для исследования считают кровь. «Ее можно сравнить с городским хозяйством, — продолжает Дмитрий Фадин. — Это транспорт, который доставляет питательные вещества в ткани и обеспечивает вывоз отходов; курьеры, которые носят почту; большие чиновники с мигалками, которые занимаются регуляторикой. Единственное отличие — в крови нет пробок. Пробки — это патология».

## ОТ СТЕКЛА К ПЛАСТИКУ

С точки зрения лаборатории самым удачным материалом для большинства исследований является венозная кровь. Первый и самый старый способ ее получения — метод толстой иглы, когда кровь из вены поступает самоте-

ком. Но он не очень хорош, потому что кровь контактирует с воздухом, в котором содержится кислород, являющийся сильным окислителем. Он вызывает массовые процессы в образце, и кровь, которую таким способом взяли, не в полной степени соответствует той, что находится в кровеносном русле.

Не многим лучше взятие биоматериала шприцем с последующим переливанием в пробирку. Кровь опять же контактирует с воздухом, но при этом давление поршня шприца разрушает много эритроцитов, вызывая гемолиз. А при гемолизе большое количество веществ выходит в сыворотку, делая невозможным их исследование.

Диагносты долгое время пытались найти способ, как стандартизировать исследования крови. Наконец, в 1949 году были изобретены вакуумные пробирки, которые позволили заместить метод толстой иглы. Первые такие пробирки были сделаны из стекла, которое являлось главным материалом любой лаборатории из-за способности хорошо выдерживать химические воздействия. Но у стекла есть недостатки. Например, оно является одним из активаторов процесса свертывания крови. Поэтому, когда в 1970-х были произведены первые пластиковые пробирки, это фактически перевернуло лабораторную диагностику. С того времени началась современная эпоха взятия биоматериала.

Процесс лабораторного исследования можно поделить на пять этапов. Первый — препреаналитика, когда клиницист задумал запросить какое-то исследо-



Дмитрий Фадин, директор по стратегическому развитию и инновациям ИНВИТРО



вание. Второй – преаналитический, когда биоматериал берут и доставляют в лабораторию. На следующем этапе его исследуют в анализаторе, а затем – на постаналитическом – получают результат и проверяют его. Последний этап – постпостаналитический: результат отдается клиницисту, чтобы он мог его интерпретировать.

«Связывает все эти этапы, за исключением первого и последнего, лабораторная пробирка, – говорит эксперт. – И если раньше взятую кровь приходилось по несколько раз переливать, что неизбежно приводило к потере качества исследования, то использование пластика позволило этого избежать. Современная пробирка проходит лабораторию насквозь».

#### ПРОБИРКИ И ДОБАВКИ

Используется несколько видов пластика, например полистирол, полипропилен и полиэтилентерефталат (ПЭТ). Каждый из них обладает своими преимуществами. Например, полистирол – лучшей прозрачностью. И в тех случаях, когда надо следить за тем, что происходит внутри

## С пластиковых пробирок началась современная история лабораторных исследований

пробирки, полистирол является пластиком №1.

ПЭТ замечательно изолирует газовые среды, поэтому из него делают вакуумные пробирки. Также ПЭТ – прочный материал. Он обеспечивает хорошую сохранность пробирки, которая в ходе исследований подвергается сильным воздействиям, например центрифугированию с усилием до 10 тыс. G.

Но и у ПЭТ есть минусы: этот материал является гигроскопичным, то есть может поглощать и отдавать влагу. Поэтому в свое время изобрели так называемую технологию «сэндвич». Это пробирка из полипропилена, которая вставлена в пробирку из ПЭТ. Внутренний слой обеспечивает стабильность раствора, внешний – отсутствие газообмена.

Используются и другие добавки. Так, для некоторых материалов,

которые получают из крови, необходимо, чтобы та свернулась. И тогда на пластиковую пробирку напыляется оксид кремния. В других случаях, наоборот, нужно, чтобы кровь не сворачивалась: в пробирку добавляют антикоагулянты, такие как ЭДТА (этилендиэтилтрикусовая кислота), цитрат натрия или гепарин. Аластик, из которого сделана пробирка, не должен взаимодействовать с реагентами.

Выбор материала вообще очень важная вещь. Он должен обладать высокой устойчивостью, важно обеспечить идеальную внутреннюю поверхность пробирки, потому что наличие неровностей воспринимается кровью как повреждение сосуда и она сворачивается. Мелчайшие нарушения стабиль-

ности пластика приводят к серьезным изменениям работы всей системы.

Любой биоматериал является инфекционно опасным, поэтому пластик должен обеспечивать безопасность персонала. Чем еще плоха была стеклянная пробирка? Если она сколота, то врач может порезаться и заразиться. А пластик практически решает проблему безопасности. Существуют штативы для перевозки пробирок авиатранспортом, которые выдерживают падение с высоты 10 км.

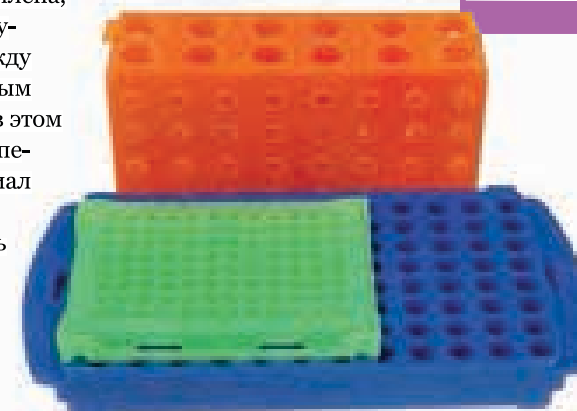
#### ПЛАСТИК И АНАЛИТИКА

После того как у пациента взяли кровь, ее надо подготовить к исследованию. Достаточно часто (например, для подготовки сыворотки или плазмы) перед диагностом стоит задача отделить их от форменных элементов. Для этого используется центрифуга. Но если после центрифугирования пробирку куда-нибудь повезти, внутри все снова смешается. Поэтому полученную сыворотку или плазму приходится из пробирки отбирать. Вручную это делать трудно, а автоматически на каждом пункте взятия крови – дорого.

Чтобы сделать процесс удобным, придумали гранулы из полипропилена, которые при центрифугировании встают между сывороткой и остальным ступком крови. Но и в этом случае оказалось, что перевозить такой материал сложно. И тогда возникла идея применить полимерный гель, который бы плотно разделял то, что нужно исследователю, от того, что не нужно.

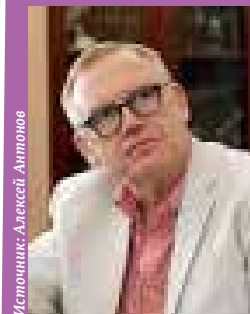
Дальше пробирка попадает в лабораторию. Ее проверяют с точки зрения качества биоматериала, сортируют и отправляют по анализаторам. Но поскольку из одной пробирки зачастую надо сделать несколько исследований, обычно анализатор отбирает пробы с помощью иглы и переносит ее во вторичную тару. Кюветы для исследований в анализаторах раньше делали из кварца в силу его высокой прозрачности. Но кварцевые кюветы дорогие, их приходится использовать многократно, а для этого постоянно мыть. При мытье они царапаются, и качество анализа ухудшается. С ростом качества пластика многие производители заменили кварц на одноразовый полистирол.

На самом деле пластиковый ассортимент лаборатории огромен. Из разных полимеров сделаны корпуса приборов, штативы, в которых стоят пробирки, контейнеры, мешалки, стаканчики, масса вспомогательных вещей. «Количество видов лабораторных исследований приближается к 30 тыс., – резюмирует Дмитрий Фадин. – Понятно, что помимо полимеров в лабораторной диагностике используется множество



Источник: SritanaN/Shutterstock

## ПЛАСТИК СТАНЕТ ЕЩЕ «УМНЕЕ»



Источник: Алексей Антонов

Михаил Годков, руководитель отдела лабораторной диагностики НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, президент ассоциации «Федерация лабораторной медицины»

С моей точки зрения, медицинская лаборатория будет развиваться в четырех направлениях. Во-первых, будут создаваться крупные лаборатории-фабрики. Во-вторых, будет развиваться диагностика по месту лечения больного (настольные приборы у участкового врача, в машине скорой помощи и т.д.). В-третьих, могут появиться средства измерения широкой степени доступности, как будки экспресс-фото: зашел, выдохнул воздух, а аппарат что-то померил. Наконец, будут дальше развиваться средства самостестирования.

Используемые пластики станут меняться под новые средства сбора материала. Кроме того, вероятнее всего, что полимеры станут работать как индикаторы – менять свои свойства при появлении патологических или нежелательных веществ. Такие средства измерения могут быть встроены, например, в спортивную одежду: атлет бежит, у него измеряется уровень солей в поте, и в определенный момент майка меняет свой цвет. Другими словами, пластик станет более «умным», он сможет взаимодействовать с внешней средой. Причем выдавать информацию он станет по-разному: не только цвет менять, но и нагреваться, например. Вполне можно допустить, что на полимерные экраны в «умном» доме будут выводиться показатели, предупреждающие надписи, рекомендации и т.п. В принципе это уже сейчас возможно, есть ведь стекла-хамелеоны. Через каких-нибудь 5–10 лет мы будем жить в совершенно другой эре, нас ждет много удивительных вещей.

других видов материалов. Задача у нас сложная. Процесс исследования проходит на грани между физикой, химией, информатикой, логистикой и медициной. Но если бы не пластики, лаборатории в современном виде просто бы не существовало». **НЕФТЕХИМИЯ**

Евгений Горчаков

# ПРОВЕРКА НА ДОРОГАХ



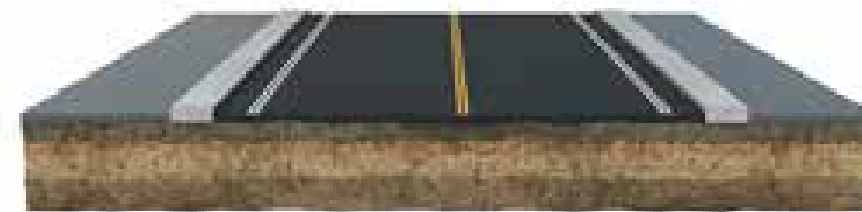
Российские автомагистрали будут покрывать суперасфальтом. Это новая технология – смесь составляется индивидуально с учетом интенсивности трафика и климатических особенностей конкретного региона, а последнюю роль в ее составе играют полимеры. В результате срок службы покрытия должен вырасти почти втрое – до 12 лет. Первые километры суперасфальта уже есть на дорогах Северо-Запада, Урала и центра. На очереди юг – крымская трасса «Таврида».

Источник: Alexander Zamparelli/Shutterstock

Современная дорога похожа на слоеный пирог. Для того чтобы обеспечить машине плавность хода, дорожные строители сначала делают песчаный подстилающий дренарующий слой, затем следуют слой из щебеночного материала, основание дорожной одежды из укатанного бетона или материалов, укрепленных битумом. И лишь потом укладывается асфальтобетонное покрытие. По сути, асфальт – это лишь один из слоев дорожной конструкции. Другое дело, что именно на него приходится наибольшее воздействие со стороны окружающей среды.

## ЗИМОЙ И ЛЕТОМ ОДНИМ ЦВЕТОМ

«Асфальт эксплуатируется во вполне конкретных климатических условиях. На него воздействуют переменные температуры и осадки. Плюс ко всему в осенне-зимний период мы вынуждены применять противогололедные реагенты, шипованную резину. Нельзя обойти вниманием человеческий фактор, когда строители укладывают асфальт в лужи и грязь, что не добавляет ему прочности. Имеют значение и физические нагрузки. Если сравнить дорожный трафик XX века и сегодняшний, становится ясно, что их интенсивность несопоставимы. И это далеко не полный перечень тех факторов, которые негативно могут сказываться на долговечности дорожных покрытий», – говорит Юрий Васильев, профессор Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).



Источник: Gearstd/Shutterstock

## С применением суперасфальта построено около 550 км федеральных автодорог

Суперасфальт призван минимизировать влияние всех этих воздействий. Это метод проектирования состава асфальтобетона, который наиболее точно характеризует физико-механические свойства асфальта и его эксплуатационное поведение: модуль упругости при различных температурах, устойчивость к образованию колеи, чувствительность к воздействию влаги, усталостную долговечность, трещиностойкость. Такие составы разрабатываются на

основе методики Superpave, которая была принята в середине 1990-х годов в США. В Superpave входит около 50 стандартов, которые обеспечивают проектирование, испытание и строительство асфальтобетонных покрытий для высоконагруженных трасс.

## ХОРОШО ЗАБЫТОЕ НОВОЕ

Вообще, говорят, что базовые принципы новой технологии были изложены советскими учеными еще в 1970-х. Другое дело,



Источник: Сергей Мальгенов/ТАСС

Крымская трасса «Таврида»



что в СССР они не нашли применения. Зато инновация получила широкое распространение за рубежом – сегодня покрытия данного типа широко используются не только в США, но также в Европе и Китае.

Теперь технология возвращается в Россию. Хотя говорить о том, что в стране все дороги покрывают суперасфальтом, преждевременно. «Вследствие, бездумно, без соответствующей адаптации к нашей действительности переносить эту технологию на российскую землю опрометчиво, – уверен Юрий Васильев. – Во-первых, вся территория США, за исключением Аляски, расположена южнее Сочи, и это накладывает влияние на расчеты в методике. Кроме того, к сожалению, у наших разработчиков выпал из поля зрения вопрос, связанный с управлением качества при производстве материалов для подобной технологии».

По словам профессора, различаются и технологии производства битума в России и в США. «Нам нельзя ограничиваться только формулами, – считает

## Благодаря новой технологии срок службы покрытия **должен вырасти до 12 лет**

Юрий Васильев. – Чтобы адаптировать Superpave к российской действительности, надо рассматривать комплекс нюансов, не последний из которых – вопрос культуры производства».

Как бы то ни было, тестирование технологии в России идет уже три года. В общей сложности с применением суперасфальта построено около 550 км федеральных автодорог. Это отдельные участки трасс А114 Вологда – Тихвин, М5 «Урал», А108 Московское большое кольцо. «Эти дороги были построены несколько лет тому назад, и длительного периода наблюдения за этими объектами нет, – говорит Юрий Васильев. – Поэтому пока мы

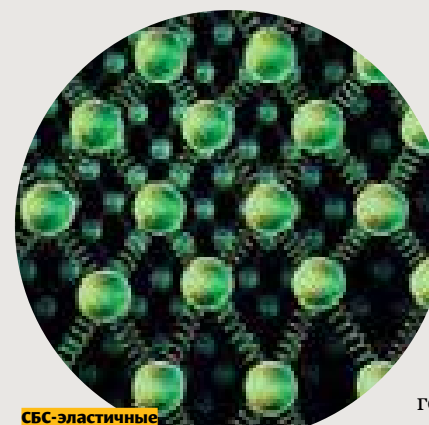
можем только предполагать, что новая технология обеспечит длительную эксплуатацию дорожного покрытия».

### СВЯЗАТЬ ВОЕДИНО

Краеугольным камнем повышения качества асфальта является выбор вяжущего материала. Именно он придает покрытию долговечность. До начала 1990-х асфальтобетонные смеси изготавливали на основе обычного битума, затем пришли к выводу: для того чтобы повысить эксплуатационные характеристики асфальта, есть смысл использовать битумы с добавкой полимеров.

Для создания полимерно-модифицированных битумов наиболее часто применяют СБС (сти-

рол-бутадиен-стирол). Он при-



СБС-эластичные бутадиен-стирольные термоэластопласты при набухании в битуме способны увеличиваться в объеме в 7–9 раз, используя в качестве пластификатора либо мальтены из состава битума, либо пластификаторы из рецептуры полимерно-битумного вяжущего (ПБВ)

дает составу эластичность. По словам специалиста департамента экономики переработки и сбыта ЛУКОЙЛа Ивана Пискунова, асфальт, изготовленный из этого битума, после длительных нагрузок возвращается в исходное состояние. Если образуется колея, то она со временем исчезает. «Известно, что при высоких температурах битум плавится, а при низких становится хрупким, – говорит он. – Полимерные добавки расширяют температурный интервал».

Кроме СБС, в качестве таких добавок используются воски на основе полиэтилена, измельченная резина, модифицированная техническая сера, так называемые бинарные смеси. «Но самый главный модификатор битума в России – это СБС, – продолжает эксперт. – У нас его производит СИБУР. Есть импортные аналоги – это «Катон», «LG кемикалс» и прочие».

Безусловно, полимерные добавки и вообще производство модифицированного битума существенно удорожают технологию.

В Росавтодоре планируют компенсировать возрастающие затраты за счет более длительной эксплуатации.

В частности, капитальный ремонт будет проводиться вдвое реже – раз в 24 года. Но даже с учетом

этого новая технология пока является слишком дорогой для повсеместного внедрения. Ее планируется применять только для строительства федеральных трасс.

«Доступ к материалам, которые необходимо использовать для суперасфальта той или иной местности, зачастую очень ограничен, – говорит Иван Пискунов. – Понимая это, состав смеси начинают дорабатывать, и, соответственно, технология становится сложнее и дороже. Но вопрос заключается не в том, дороже технология или дешевле, а в том, правильно ли мы жили раньше».

Теперь суперасфальт решили оформить как государственный стандарт, хотя пока его разработка не завершена. «Сегодня нормы действуют в формате предварительного стандарта, а уже летом перейдут в форму ГОСТа», – резюмирует специалист.

Дорого делать суперасфальт или нет? Думается, что рано или поздно эта технология вытеснит с российских дорог старую. Просто потому, что рассчитывать асфальт исходя из климатических особенностей местности и нагрузки на конкретную дорогу, правильно, а лепить одинаковый от Москвы до Владивостока – нет. НЕФТЕХИМИЯ



Татьяна Герифус, руководитель направления СБС СИБУРа

Новые стандарты российской дорожно-строительной отрасли, на

основе которых, в частности, строится технология «суперасфальт», меняют в первую очередь эксплуатационные характеристики дорожного покрытия. Данный подход, учитывающий климатические условия эксплуатации асфальта и интенсивность нагрузки на дороге, влияет на состав всей цепочки используемых материалов, включая битумы, модифицированные СБС.

Мы осуществляем поставки текущих марок СБС нашим партнерам, которые оснащены необходимым оборудованием для подбора рецептур и контроля качества продукции следующего передела по новым стандартам. Они производят марки вяжущего под заказы со стороны Росавтодора и компании «Автомотор». Кроме того, весь американский опыт применения этой технологии (а российский суперасфальт – аналог американской системы Superpave) также доказывает преимущество СБС-полимера как наиболее универсального модификатора, позволяющего расширить границы работоспособности дорожного покрытия.

Поэтому нашим первым шагом стало проведение совместно с авторитетным экспертом отрасли – предприятием «Асфальтобетонный завод №1» – НИОКР-проекта по теме «Развитие СБС СИБУР в РГ-применении». Цель данной работы – выяснить, как ведет себя СБС-полимер в различных типах отечественного битума и при различных дозировках. НИОКР подтвердил, что наш серийный продукт является универсальным модификатором, применимым для вяжущих суперасфальта. Прикладным результатом работы стал подготовленный для наших потребителей банк индивидуальных рецептур с использованием СБС СИБУРа для ключевых регионов и на локальных битумах.



Источник: Andrei Ksenzhiuk/Shutterstock

Андрей Пугачев

# ФТОРОПЛАСТ ЧИСТОЙ ВОДЫ

Участники уральской проектной смены, завершившейся в образовательном центре «Сириус», создали из тефлона фильтр, который способен очистить воду от содержащихся в ней углеводов. На следующем этапе нынешним летом школьники хотят попробовать сконструировать прототип полноразмерного устройства для устранения нефтяных разливов. В будущем этот опыт может помочь им выбрать профессию. Юные исследователи говорят, что подумывают связать свою жизнь с химией.

**П**оддержку школьникам оказал Уральский федеральный университет (УрФУ). При содействии министерства общего и профессионального образования Свердловской области и образовательного фонда «Талант и успех» вуз организовал проектные смены для одаренных учеников старших классов, которые ориентированы на техническое творчество и исследовательскую деятельность.

Проектные этапы делились на заочный и очный. Вначале ребята в удаленном режиме решали задания и отправляли их организаторам. Затем лично работали по конкретным проектам, выбрав приоритетные для себя направления. Один из самых интересных кейсов был связан с поиском способа очистки воды от разливов нефти. В современном мире эта проблема актуальна, взять хотя бы

инцидент 2010 года, когда в воды Мексиканского залива попало более 550 тыс. т углеводов.

В качестве исходного «сырья» для экспериментов был выбран политетрафторэтилен, также известный как тефлон. У него довольно высокая температура плавления (около 300 °C), и он обладает высокой химической стойкостью: не разрушается под влиянием щелочей и кислот. Впрочем, в рекламе

НЕФТЕХИМИЯ РФ  
№2 (50) июнь 2019

этот материал не нуждается. О нем знают и домохозяйки, пользующиеся сковородками с антипригарным покрытием, и спортсмены (тефлон входит в состав мембранных тканей, из которых делают продвинутую экипировку для экстремалов).

«Поверхность пластины фторопласта обрабатывается инфракрасным CO<sub>2</sub>-лазером, после чего она становится супергидрофобной и отталкивает воду, – рассказал о проекте куратор команды, младший научный сотрудник кафедры конденсированного состояния и наноразмерных систем УрФУ Андрей Макаев. – Более того, поверхность пластины обладает олеофильными свойствами – масла и нефтепродукты по ней растекаются. Соответственно, используя эти свойства поверхности, можно разделять воду и нефтепродукты из смеси жидкости».

В ходе эксперимента участники группы наполнили пробирку смесью из нефти и воды, закрывали ее мембраной из гидрофобного материала. Вода отталкивается от мембраны, а нефть спокойно просачивается из пробирки. Во время опытов ребята опробовали еще один метод создания наноструктур и наночастиц – через нагрев металлов в деионизированной воде. По словам Андрея Макаева, процесс этот дешевый и экологически чистый. Такая

технология подразумевает отсутствие вредных отходов и при получении, и в процессе использования. Летом на озере Таватуй, на восточном склоне Уральских гор, команда проекта продолжит работу и планирует создать прототип устройства для устранения нефтяных разливов.

Исследованиями занимаются пятеро школьников из школ Екатеринбурга и Алапаевска. «Тема полимеров меня заинтересовала, поскольку она очень актуальна сегодня. Кроме того, я интересуюсь физикой и химией, а эта тема связана с обоими моими любимыми предметами», – говорит Ярослав Старцев, учащийся 10-го класса школы №1 Алапаевска.

Это была его первая проектная смена, раньше он ни в чем подобном не участвовал. Зато теперь молодой исследователь подумывает связать свою жизнь с химией. Он считает, что в будущем такие профессии станут очень востребованными.

Также считает и его коллега по команде – ученица 9-го класса специализированного учебно-научного центра УрФУ Анастасия Липатова. «Проект, над которым мы работали, затрагивает области, которые мне интересны. При его выборе я решила, что участие в нем принесет мне новый опыт, полезные знания и навыки, которые понадобятся мне в дальнейшем. Может быть, будущая профессия и не будет затрагивать химию целиком, но я предполагаю, что эта наука так или иначе будет присутствовать в моей профессиональной деятельности», – говорит она.



Источник: schooltalents.urfu.ru



Тефлоновое покрытие





Александр Кичигин

# КОСМИЧЕСКИЕ ВОРОТА БАМА

Через Байкальский горный хребет пройдет тоннель длиной 6,5 км, который позволит вдвое нарастить пропускную способность участка Байкало-Амурской железнодорожной магистрали между Северобайкальском и Леной. От повышенной влажности и низких температур его будут защищать особые раздвижные ворота, которые сделают не из металла, как обычно поступали раньше, а из полимерного композита – стеклопластика.



Источник: Shishkin V/Shutterstock

**П**лотна ворот будут представлять собой трехслойные панели размером 6,8 м в высоту и 3,2 м в ширину, состоящие из стеклопластиковых обшивок и заполнителя. Масса каждой из них составит 850 кг. Разрабатывает эту конструкцию обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина, которое специализируется на создании продукции из неметаллических материалов для авиационной, ракетно-космической техники, транспорта.

## ОБЛЕГЧЕННЫЕ ЗАЩИТНИКИ

«Подобные конструкции в протяженных тоннелях необходимы для создания определенного микроклимата, – рассказывает директор направления «Композит» ОНПП «Технология» Анатолий Свиридов. – Открываются они только на период прохождения подвижного состава. Тем самым исключаются,

например, снежные перепады на путях и образование наледи на потолке и стенах зимой. Кроме того, появляется возможность контроля не только температурного режима, но и влажности, а также ряда других параметров».

Сами ворота, кроме легкости, прочности, надежности и устойчивости к агрессивному воздействию окружающей среды, должны обладать еще одним немаловажным качеством: необходимо, чтобы у железнодорожного состава сохранялась возможность... «снести» их, если возникнет такая необходимость (например, в случае аварийной ситуации или отказа автоматики). Если конструкция будет металлической, то провести такой маневр вряд ли удастся без серьезного ущерба для локомотива. Легкий композит, обеспечивая заданные защитные характеристики, не станет непреодолимым препятствием для многотонной машины. Всего предполагается изготовить

три комплекта ворот: два для установки и один про запас.

Аналогичные решения уже применялись в России, например при строительстве в конце 1990-х годов Северомуйского тоннеля БАМа в Бурятии. «Пластики и композиты все чаще применяются в сфере транспорта не только при строительстве различных объектов, но и в авиа-, авто-, судостроении», – говорит Аслан Закураев, профессор кафедры «автомобильные дороги, аэродромы, основания и фундаменты» Российского университета транспорта. Используют их и в железнодорожном машиностроении: например, у скоростного поезда «Сапсан» из полимерных композитов сделаны не только элементы внутренней отделки, но и ряд внешних деталей, в том числе головные части и обтекатели. «Причем стеклопластики являются лишь одной из многочисленных групп пластических масс. Многообразие типов

Из-за сложного рельефа на БАМе создано множество тоннелей. С Северобайкальским регионом в этом смысле может конкурировать только Северный Кавказ



Источник: technology.ru

наполнителей и связующих, видов ориентации волокон и методов изготовления позволяет создавать материалы с разнообразными физико-механическими свойствами, обладающие различной степенью обрабатываемости», – отмечает Аслан Закураев.

Сегодня существуют различные технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов. В случае с созданием ворот для тон-

нели БАМа применяется автоклавное формование. Пропитанная специально разработанным связующим стеклоткань выкладывается на оснастку (то есть копию будущего изделия) и отправляется в автоклав. А уже здесь при повышенном давлении и высокой температуре происходит

сотовой конструкции изготавливается целый ряд деталей спутников, например каркасы антенн и панели. Это обеспечивает не только экономию веса, но и стабильность размеров, так как у углепластиков чрезвычайно низкий коэффициент теплового расширения (в 55 раз меньше, чем

## Ворота высотой почти 7 м будут сделаны из стеклопластика

ее отверждение. Разработчики подчеркивают, что в процессе производства используются российские материалы.

### РОДСТВЕННИКИ «БУРАНА»

В свое время наша страна была пионером в деле внедрения композитов. Первые пластиковые суда делали еще в 1960-х годах, а драйвером процесса стал космос. Например, крупногабаритные конструкции из углепластика были в космическом корабле «Буран», разработка которого началась в середине 1970-х. А единственный аппарат, достигший поверхности Венеры, – это имевшая в своем составе композитные изделия советская исследовательская станция. «Сегодня из углепластиков в сочетании с алюминиевой

у металлов)», – отмечает Аслан Закураев.

«ОНПП «Технология» причастно к реализации обоих проектов», – говорит гендиректор предприятия Андрей Силкин, имея в виду и создание «Бурана», и исследовательской станции, достигшей Венеры. «Создание для «Бурана» створок отсека полезного груза из композитов стало непростой задачей. Элементы конструкции такого размера сложного профиля из таких материалов тогда в СССР никто не делал. Наши специалисты разработали технологии и изготовили крупногабаритные трехслойные панели створок и сложнопровольные шпангоуты переменного сечения из углепластика. Для склеивания сотовых конструкций освоили серийное производство высокотемпературных пленочных клеев и связующего», – говорит он.

Полимеры в конструкции «Бурана» позволили снизить массу орбитального корабля более чем на 1,5 т. Работа над крупногабаритными створками помогла создать сначала карбоновое крыло обрат-

ной стреловидности для Су-47 «Беркут», а сейчас – углепластиковое хвостовое оперение для авиалайнера МС-21. Аналогичные технологии реализованы в получившем в 2018 году сертификат типа «летающем тракторе» Т-500. Легкий, экономичный, надежный и универсальный, он воплотил в себе самые передовые наработки в области композитных технологий, ранее использовавшихся исключительно в боевой авиации.

«Сегодня мы разрабатываем и выпускаем продукцию из керамики, стекла и полимерных композитов для авиации, космонавтики, кораблестроения и железнодорожного транспорта, – продолжает глава ОНПП «Технология». – Каждое, даже серийное, изделие уникально по своим характеристикам». Так было, например, когда создавалась углепластиковая опорная конструкция для детектора Atlas, зафиксировавшего бозон Хиггса – так называемую частицу Бога. ОНПП «Технология» стало единственным производителем, который взялся обеспечить заданные Европейской организацией по ядерным исследованиям (Cern) точностные параметры.



Су-47 «Беркут»

### БОРЬБА ЗА ЭКОНОМИЮ

На предприятии уверены, что композиты – одно из самых перспективных на сегодня направлений. «Такие материалы позволяют создавать изделия и конструкции с удивительным сочетанием легкости и прочности. При этом изделие может иметь форму любой геометрии», – говорит Анатолий Свиридов.

После долгого постсоветского провала сейчас вопросам развития отрасли опять стали уделять повышенное внимание на государственном уровне. Подпрограмма «Развитие композиционных материалов и изделий из них» и соответствующая дорожная карта определяют общие тенденции и меры по поддержке отрасли. «Благодаря тому, что к разработке документа привлекались не только теоретики, но и практики, такие как специалисты ВИАМ (Всероссийского НИИ авиационных материалов. – Прим. ред.) и

представители Союза производителей композитов, карта предполагает не декларативные, а конкретные мероприятия и действия, – говорит Андрей Силкин. – Сейчас мы наблюдаем рост потребности в новых материалах, причем не только в традиционной для них сфере, такой как космонавтика, но и в авиации и судостроении, нефтехимии и транспорте».

Впрочем, увеличение доли композитов в наукоемкой продукции – общемировой тренд. «Применение полимерных композиционных материалов уже сегодня позволяет снизить вес готового изделия почти на 30%, – продолжает эксперт. – Это дает серьезную экономию топлива, например, в авиации и космонавтике. Разработка ОНПП «Технология», внедренная в ходе первого этапа модернизации ракеты-носителя «Протон», снизила вес обтекателя на 1,5 т. И на следующих этапах благодаря новым материалам вес продолжил снижаться, хотя уже не так кардинально».

НЕФТЕХИМИЯ



Многобазовый космический корабль «Буран»



Источник: Ortofox/Shutterstock



Наталья Смирнова

# ГОТОВЬ САНИ ЛЕТОМ

Ученые из Санкт-Петербурга разработали, смоделировали, сконструировали и испытали в полевых условиях сани для перевозки сверхтяжелых грузов в условиях Антарктики. Для их создания использовались композиты и полимеры, в частности сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Грузоподъемность новых саней составила 60 т – в четыре раза больше применяемых сейчас аналогов.

Освоение Антарктиды – покрытого льдом южного континента – активно началось с середины XX века. Сегодня здесь ведут работу более 60 научных станций разных стран, исследующих климатические изменения, геологию и гляциосферу (состояние снега и льда). Только у России в Антарктиде пять зимовочных станций и столько же сезонных полевых баз. Транспортировка грузов между ними – нелегкое занятие, если взять в расчет сложный ландшафт и морозы –60 °С.

До недавнего времени грузы в Антарктиде

перевозились на санях грузоподъемностью 15–20 т, которые буксировали тягачи. В мае 2018 года Центр НТИ Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) и НПО им. «Комсомольской правды» получили заказ от института Арктики и Антарктики на разработку принципиально нового крупнотоннажного транспорта, который будет использоваться в рамках реконструкции российской антарктической станции «Восток». Непосредственно задачей разработки транспортных саней для перевозки крупнотоннажных грузов занимался НИПИГАЗ

(ведущий российский центр по управлению проектированием, поставками, логистикой и строительством, входящий в состав СИБУРа) при поддержке компании «Политех-Инжиниринг».

## ТЕРРИТОРИЯ ПАРТНЕРСТВА

Первыми над идеей создания крупнотоннажных саней для перевозки грузов в условиях Антарктики задумались американцы, но созданная ими конструкция экстремальных нагрузок не выдержала. «Проблема функционирования любой техники на сильном морозе состоит в том, что металл становится хрупким при

морозах от –40 °С до –60 °С. Сварочные швы при разнице температур, высокой влажности и, главное, сильном радиационном излучении, которое характерно для Антарктиды, сильно подвержены коррозии», – объясняет Сергей Цыбуков, гендиректор НПО им. «Комсомольской правды».

Ученые из США не стали засекречивать эксперимент: выложили в Сеть результаты тестов с фотографиями и описанием опытного образца, чтобы инженеры из других стран не пошли по ложному пути. Тему взялись развить специалисты из России. Для проекта был создан консорциум, объединивший несколько научных организаций и производственных компаний. Всего в работу были вовлечены более 200 экспертов. «В таких проектах правит бал драйв научных озарений, формируются коалиции под эгидой Международного научного комитета по исследованию Антарктики, и представители разных стран всегда готовы прийти на помощь друг другу», – говорит Сергей Цыбуков.

Большая часть территории Антарктиды покрыта снежными торосами, ледяными горами и глубокими трещинами. Также есть области зыбучих снегов (пояс Кристофера), заструги (высокие снежные гребни с карнизом) и сухие долины (небольшие участки побережья, свободные от снежного покрова). Все это затрудняет транспортировку грузов между полярными станциями, особенно если речь идет о крупногабаритных конструкциях

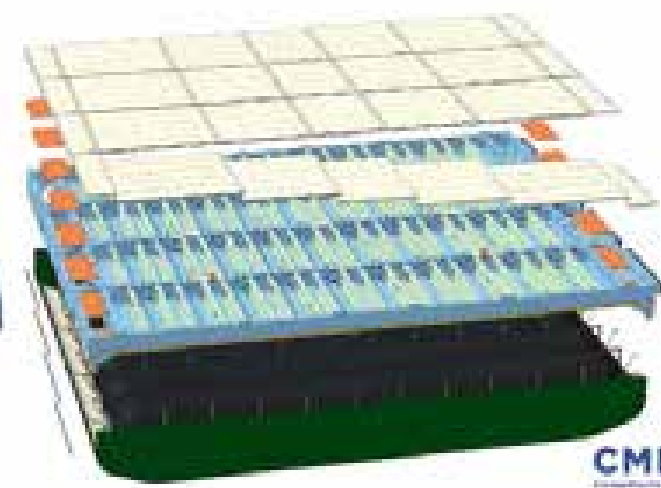
## КОМПОЗИТ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

Ноу-хау российского проекта заключается в создании высокопрочного композитного материала на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), из которого была отлита несущая платформа, а также в разработке уникальной модели саней, состоящих из нескольких элементов, связанных друг с другом гибкими сочленениями.

Использовалось импортное сырье – в России пока СВМПЭ производится мало. Хотя, как говорит эксперт отрасли главный инженер НПЗ RAFO Onești Александр Гадецкий, отечественные

предприятия в случае успешной модернизации в состоянии восполнить пробел. «Из нитей СВМПЭ производится динамическая бронезащита. Основная масса СВМПЭ идет на изготовление футеровки для горнорудной промышленности или портовых терминалов. Также нити СВМПЭ применяются в обмотке центрифуг для обогащения в ядерной промышленности», – перечисляет он различные варианты. Площадкой может стать предприятие «Томскнефтехим», где есть опыт производства СВМПЭ.

Сама по себе платформа имеет размер приличного загородного дома – 10 на 12 м. На нее установлены





восемь пневмобаллонов, наполненных воздухом, — они выполняют роль амортизаторов. Поверх баллонов крепится металлическая рама, на которую монтируется настил, способный выдержать до 60 т груза. Все закрывает прочный тент.

Сани не самоходные: их тянут три ратрака (специальные транспортные средства на гусеничном ходу). Сплошное днище позволяет саням не застревать в ледяных расщелинах в отличие от конструкций на полозьях.

Транспортное средство было смоделировано и спроектировано на предприятии «Политех-Инжиниринг», созданного на базе СПбПУ под руководством проректора Алексея Боровкова, известного в России специалиста в области вычислительной механики. Ученый так прокомментировал свою работу: «Мы должны были создать семейство математических моделей и спроектировать изделие, аналогов которому в мире пока нет, а затем подвергнуть его ряду виртуальных испытаний, то есть просчитать в моделях различные условия, в которых придется работать нашему изобретению». Учитывалось множество факторов:

как поведут себя сани при температурных колебаниях, в воде, при сильном ветре, упав с высоты, можно ли будет их оперативно починить в полевых условиях, насколько сложно собрать конструкцию на морозе.

«Вычислительный эксперимент во многих случаях призван заменить эксперимент реальный, физический. Такое имитационное моделирование возможно только с применением современных информационных технологий. Просчитывание всех возможных ситуаций находится за гранью интуиции генерального конструктора. Речь идет о математической модели высокого уровня адекватности, которая ведет себя практически точно так же, как реальный объект в натурных испытаниях, а затем и на этапе эксплуатации. Эту технологию в России мы впервые обкатали при реализации проекта «Кортеж», разработав многоуровневые матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, включающие около 50 тыс. различных характеристик», — пояснил Алексей Боровков.

Непосредственно создание саней происходило на площадке НПО им. «Ком-



Алексей Боровков, проректор СПбПУ

сомольской правды» в Санкт-Петербурге. На заводе из порошка СВМПЭ спрессовали готовые изделия (покрытия для полозьев).

«Была проведена экспертиза заявок от разных организаций, заинтересовавшихся проектом, и отобраны самые перспективные предложения, — объясняет Сергей Цыбуков. — Критерием отбора стало наличие необходимых технологий, которые уже обкатывались в условиях, подобных антарктическим. Так выбор пал на наш завод, который разрабатывал спецтранспорт по заказу РЖД для применения в условиях Крайнего Севера. В итоге в короткие сроки мы изготовили первые сани, погрузили их на российское научно-исследовательское судно «Академик Федоров» и доставили в Антарктиду, чтобы испытать уже в полевых условиях». В Антарктиде сани преодолели расстояние 150 км между двумя российскими зимовочными станциями «Прогресс» и

## Сани сделаны из композита на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена

«Восток», пройдя законченный цикл испытаний к середине февраля 2019 года. Все этапы эксперимента фиксировались на видео. Затем разобранная конструкция вернулась обратно в Санкт-Петербург, ее ожидает дальнейшая модернизация.

Со слов Владимира Куликова, главного инженера проекта НИПИ-ГАЗ, в процессе натурных испытаний было получено несколько полезных результатов. В частности, был разработан, апробирован и признан эффективным метод буксировки саней двумя тягачами в параллель (обычно буксируют сани последовательной сцепкой тягачей). Также была разработана уникальная поворотная балка, обеспечивающая равномерность распределения нагрузок тягачей при параллельной сцепке.

При соответствующей доработке экспериментальной модели полимерных саней они могут стать незаменимым транспортным средством для доставки крупногабаритных и тяжеловесных грузов при любых дорожных условиях, включая торосы, заструги, расселины, трещины и прочие препятствия. В настоящее время заказчиком ведутся работы по патентованию конструкции обоих видов саней.

Изначально в разработку для применения в Антарктике было два типа саней: полимерные и стальные. «В результате практических испытаний было выяснено, что оба проекта требуют дальнейшей

доработки, — пояснил Владимир Куликов. — СИБУР принял участие на ранней стадии проекта разработки саней с платформой из СВМПЭ — R&D-центр компании НИОСТ по запросу НИПИ-ГАЗ подготовил перечень организаций, потенциально способных выполнить задачу по разработке и изготовлению полимерных саней. После чего сотрудниками НИПИГАЗ были проведены очные аудиты пяти претендентов, из которых лишь двое оказались готовы к выполнению всего комплекса задач: подбору материалов, разработке конструкции, комплектации и изготовлению опытного образца».

### БУДЕТ ЛИ ПРОДОЛЖЕНИЕ?

По словам главного специалиста Института Арктики и Антарктики Андрея Миракина, имеющего большой стаж работы в антарктических экспедициях, сани еще подлежат доработке. Россия планирует реконструировать старую станцию «Восток» в 2020–2021 годах. К этому времени и потребуется средство для транспортировки крупногабаритных модулей.

«В мировой практике перевозка сверхтяжелых грузов в условиях Антарктиды отсутствует. Сани надо доводить до ума и начинать их выпускать серийно, ведь они могут быть востребованы не только российскими полярниками, но и иностранными коллегами. Пока что у саней есть как плюсы, так и минусы. Достоинства таковы: большое скользящее пятно, соответственно, вес груза ровно распределяется по всей поверхности. За счет этого они не тонут в снегах, имеют хороший резерв плавучести. Что касается минусов, сани пока недостаточно скользкие: сочленения, дающие маневренность платформе, замедляют ее скольжение. Также сани оказались выше и тяжелее, чем требовалось, а габариты рамы подходят не для всех вариантов грузов», — говорит Андрей Миракин.

Пока крупнотоннажные сани выдержали тесты при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ . В следующем году доработанный образец будет подвергнут испытаниям при более суровых морозах.

Платформа имеет размер приличного загородного дома — 10 на 12 м. На нее установлены восемь пневмобаллонов, наполненных воздухом





КАРТА  
МЕЖДУНАРОДНЫХ  
НОВОСТЕЙ

## США

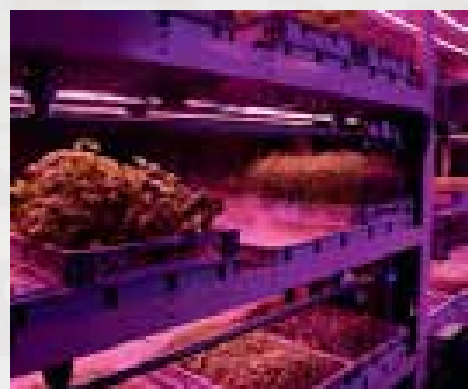
Компания Apple опубликовала очередной патент на свои «умные» очки, которые планируется выпустить в 2020 году. С помощью специальных датчиков гаджет будет отслеживать жесты и мимику своего владельца. Кроме того, очки смогут «находить» и подсвечивать отдельные предметы, так что искать, например, ключи от машины станет проще. В отличие от предшественников от Google и Snapchat, продажи которых провалились из-за слишком экстравагантного вида, новинка от Apple будет похожа на обычные очки, поскольку все датчики, микросхемы и основные компоненты убраны в пластиковые дужки.



Источник: idgnews.com

## Великобритания

Британский стартап LettUs Grow представил решение для выращивания зелени с минимальным расходом воды и практически в любых условиях. Ученые используют принцип аэропоники: растения размещаются в специальных пластиковых контейнерах с отверстиями, через которые корни выпускаются наружу. Вместо полива и удобрений растения получают все необходимое за счет распыления питательного аэрозоля, а солнечный свет им заменяют светодиоды. Система работает: ученые уже вырастили несколько видов салата и капусты в заброшенном железнодорожном тоннеле в Бристоле.



Источник: lettugrow.com

## Россия

В апреле состоялся первый футбольный матч на обновленном поле стадиона «Фишт». Примечательно оно тем, что для его создания были использованы более 50 тыс. пластиковых стаканчиков, собранных во время чемпионата мира по футболу – 2018. Общий вес такого сырья составил 2,5 т. Первые игроки, в частности итальянский футболист Марко Матерацци, высоко оценили проект. Создатели поля обещают сделать его еще более экологичным, установив специальное освещение, которое будет работать от солнечных батарей.



Источник: Дмитрий Фокоткин/ТАСС

## Китай

Китайские автопроизводители выпустили уникальный электробус K12A для транспортной сети Боготы, столицы Колумбии. В чем его особенность? Во-первых, это самый длинный в мире электробус, состоящий из трех полноценных секций, которые соединены классическими резиновыми «гармошками». Общая его длина – 27 м, а вмещает он 250 пассажиров. Во-вторых, это первый электрический автобус с полным приводом, поэтому он сможет лучше приспособиться к различным дорожным условиям. K12A развивает скорость до 70 км/ч, а одной его зарядки хватает на 300 км.



Источник: byd.com

## Индонезия

В этом году на Неделе моды в Джакарте молодые индонезийские дизайнеры продемонстрировали модели, созданные с использованием пластиковых отходов. Например, Риза Новианти в качестве основного материала в своей одежде использует пластиковые бутылки. Она комбинирует их с тканью и окрашивает в натуральные цвета, в результате получаются оригинальные вещи. Помимо одежды дизайнеры также представили украшения, созданные из переработанного пластика.



Источник: youtube.com/SAO OFFICIAL

Варвара Фуфаева

# УМНЫЕ КУКЛЫ С ГРУСТНЫМ ЛИЦОМ

Художник Алексей Илькаев, известный под псевдонимом Sad Face, хочет разместить в Перми матрешек с грустными лицами. Вначале основы фигур планировалось делать из бетона, но впоследствии материал изменили на пенополистирол как более легкий и удобный в работе. Грустные матрешки должны заставить зрителя задуматься о судьбе русской женщины на разных этапах истории: в прошлом, настоящем и будущем.



Источник: Денис Пэрис

Первые рисунки Sad Face жители Перми увидели семь лет назад. Граффити с печальными лицами появлялись на стенах различных домов и заборов. Художник славит своей непредсказуемостью – предугадать, где появится очередная его работа, почти невозможно. Например, зимой Sad Face изобразил гигантское грустное лицо на льду реки Камы.

Не все его акции встречают поддержку. Так, в октябре прошлого года он провел интервенцию известного в Перми арт-объекта «Счастье не за горами», заменив слово «счастье» на «смерть». Полиция завела дело по статье «Вандализм», и художник, поначалу отрицавший свою причастность к произошедшему, признался в содеянном, заплатив штраф.

Из-за недопонимания с властями Алексею Илькаеву не удалось представить свой новый проект – «Русская печальная матрешка» на концерте московской электронной группы IC3PEAK. Теперь



Источник: Алексей Илькаев

## Художник рассматривал разные варианты, но в итоге выбрал для своих кукол пенополистирол

предполагается, что скульптуры должны предстать перед зрителями либо на выставках, либо на культурных мероприятиях. К тому же эта работа была отправлена на известную в сфере современного искусства премию Кандинского.

По словам Sad Face, первый плачущий персонаж получился почти случайно из-за того, что

потекла обильно нанесенная под глазами краска. На создание последующих работ его вдохновили архаусный фильм «Седьмая печать» Ингмара Бергмана и советская кинолента «Иди и смотри» Элема Климова. В обоих случаях рассказывается о человеческих страданиях – во время чумы в средневековой Европе или нацист-

Зимой Sad Face изобразил гигантское грустное лицо на льду реки Камы



Источник: youtube.com / Alexey Ilkaev



ских карательных акций в охваченной войной Беларуси. Сейчас грустные лица можно встретить не только на улицах Перми, но и других городов, в частности одна из работ Sad Face находится в Берлине. К тому же были запущены сувениры и футболки с изображениями творений художника – в одной из них перед камерами выступал журналист Юрий Дудь.

Первоначально художник планировал сделать матрешек из бетона и арматуры и расставить их по знаковым местам города, но впоследствии отказался от этой идеи в пользу более удобного материала – пенополистирола. «Я выбрал наиболее легкий как в обработке, так и по весу вариант. К тому же пенопласт – это достаточно бюджетный материал, из него удобно делать как большие, так и маленькие фигуры. Все они вырезались на 3D-станке», – рассказывает Илькаев. После выточки фигура матрешки обрабатывается шкуркой, чтобы убрать недочеты, и покрывается разными способами. Наиболее приятным и удобным для

работы оказался метод покрытия основы из пенополистирола эпоксидной смолой со стеклотканью по принципу создания лодок и катеров. «Такой способ позволяет объекту быть прочным, вплоть до того, что на него можно садиться. Последний этап работы – нанесение акриловых красок и создание образа», – говорит Sad Face.

Образом матрешки художник передает неких матрен – женщин, которые печальны и одиноки, так как, по мнению Sad Face, из-за гендерной ситуации в стране им всегда грустно. «А сама форма матрешки у меня ассоциируется с энергетическим телом человека или личным пространством, которое ореолом окутывает физическое тело», – поясняет Алексей Илькаев. В матрешке с первого взгляда трудно различить какой-либо острый посыл. «Но сама скульптура глубоко укоренена в социальный контекст, а причины ее печали актуальны для всех прошлых поколений, да и для будущих, пожалуй, тоже», – добавляет он. **НЕФТЕКИМИЯ**



Источник: Алексей Илькаев

**Уличные инсталляции зачастую заставляют зрителя подумать на острую тему. Вот подборка пяти «высказываний» от художников по всему миру.**

- В 2018 году британский художник **Ричард Вудс** «выбросил» один из домов выставки скульптур *Frieze Sculpture* в помойку на лондонской площади Хокстон. Цель инсталляции – обратить внимание на радикальные изменения, которые пережил Лондон в последние годы.
- В 2017 году уличный художник **Hioshi** установил в Санкт-Петербурге инсталляцию «Дзен и боль». Она посвящена людям, которые в свое время не успели приобрести биткоин по низким ценам либо продали, не дождавшись роста его стоимости.
- В 2017 году итальянский художник **Дарио Гамбарин** на пшеничном поле под Вероной изобразил с помощью трактора 250-метрового лидера КНДР Ким Чен Ына. Рядом с портретом была надпись на английском языке, означающая «опасность».
- В 2015 году уличный художник **Zoom**, желая привлечь внимание московских властей и горожан к затянувшейся реконструкции дома Андрея Тарковского, установил инсталляцию «Поминки по дому Тарковских». Арт-объект размером два на два метра представляет собой героев фильма «Сталкер», собравшихся у барного столика и внимательно смотрящих на прохожих.
- В 2016 году **Патрик Ширн** из дизайн-группы «Поэтическая кинетика» разместил в центре Лос-Анджелеса инсталляцию «Жидкий осколок» из майлара, прочного полимерного материала, закрепленного на мононити. Мерцающая двухслойная лента 4,6 тыс. кв. м была зафиксирована на высоте от 5 до 35 м и приводилась в медленное движение дуновением ветра, тем самым контрастируя с быстрым ритмом города.