

# Время полимеров

## Как гомельские ученые и конструкторы повышают эффективность комбайностроения

От съедобной бечевы до приборов, выдерживающих экстремальные космические нагрузки, – таков диапазон полимерных материалов, над созданием которых работают исследователи Института механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН Беларуси. Полимерная революция добралась и до отечественного сельскохозяйственного машиностроения, где эти композиты вполне способны конкурировать с комплектующими из металла. Обладая рядом дополнительных уникальных свойств, они добавляют белорусским комбайнам эффективности, производительности и надежности, а следовательно, и конкурентоспособности на мировой арене. На такой эффект и рассчитывают ученые вместе со своими партнерами – инженерами-конструкторами Научно-технического центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш».

**З**дание института – приметная высотка на пересечении улиц Кирова и Комсомольской в Гомеле. Именно здесь рождаются новые идеи ученых-материаловедов и воплощаются в жизнь их самые смелые проекты.

– У нас тут территория инноваций, – встречает меня директор Института механики металлополимерных систем, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор Андрей Яковлевич Григорьев. – Площадка перед крыльцом тоже из нашего материала –

полимер-асфальтовой смеси, гораздо более стойкой к перепадам температуры, растрескиванию и воздействию агрессивных сред, чем традиционный асфальт.

Обрисовываю ему редакционное задание: проследить путь изобретения от идеи до разработки.

– Тогда, чтобы не быть голословным, приглашаю на выставку!

В огромном зале она занимает уголок, но экспонатов, как в хорошей галерее. Чего здесь только нет!

Усовершенствованные модели комбайнов, в которых использованы детали из полимеров, хорошо показали себя на жатве-2022





Профессор Андрей Григорьев: многофункциональная полимерная плитка идеально подходит для мощения

– Благодаря нашему опытному производству результаты фундаментальных исследований материализуются в новые приборы, машины и технологии, – поясняет директор.

За каждым экспонатом своя история изобретения и внедрения.

– Только представьте, – продолжает Андрей Яковлевич, – по нашим разработкам в Беларуси ежегодно выпускается 30–40 тыс. тормозных изделий. Раньше на БМЗ эти элементы были почти все импортные, теперь отечественные. Даже есть такая шутка: Институт механики металлополимеров «тормозит» половину Беларуси. И действительно, наши диски работают в тормозных системах МАЗов и БЕЛАЗов, тракторов «Беларусь», в сельскохозяйственной технике. Лаборатория фрикционного материаловедения по специальному заказу из России изготавливает тормозные элементы для узлов управления самолета Ту-214.

По словам Андрея Григорьева, полимеры – материалы будущего. В начале 2000-х многие пропустили тот судьбоносный момент, когда мировой объем их производства в кубометрах впервые превысил те же цифры по металлу. Между тем это и стало отправной точкой новой полимерной эры. Эпоха металлов подошла к концу. Оно и понятно: полимеры долговечнее, легче,

прочнее, отличаются высокой технологичностью и позволяют решать задачи, еще с десяток лет назад казавшиеся неразрешимыми.

– Главное ноу-хау, – поясняет профессор, – это композиционный состав новых материалов. В базовый полимер добавляют различные модификаторы и наполнители – стекловолокно, графит, песок и даже лен – или создают полимерные смеси.

Свойства композитов действительно впечатляют. Они выдерживают огромные нагрузки, воздействие агрессивных сред. Полимерные втулки позволяют эксплуатировать подшипники без всякой смазки, в том числе в космосе при экстремально низких и высоких температурах. Углепластики – тоже разновидность полимерных композитов – превосходят по прочности стальные сплавы. Уникальные материалы заметно продлевают срок службы и повышают КПД машин и механизмов, снижают негативное влияние на окружающую среду.

Неудивительно, что и ценятся инновационные полимеры в буквальном смысле на вес золота. Например, пятиграммовый фрикционный элемент для авиационной техники стоит 1000 евро.

### «Институт механики металлополимеров „тормозит“ половину Беларуси».

Главное достоинство суперсовременных полимеров – из них можно получать изделия с заданными свойствами.

– К примеру, разработанные нами амортизирующие подрельсовые прокладки для железных дорог сохраняют свою упругость при температурах от минус 60 до плюс 70 градусов по Цельсию, – поясняет Андрей Яковлевич. – Именно они обеспечивают наш комфорт до границы с Россией по железнодорожному маршруту Минск – Москва.

Оказывается, секрет приятной езды в поезде на московском направлении в руках гомельских ученых!

– Вот почему я негативно отношусь к призывам зеленых раз и навсегда избавиться от пластика, – резюмирует Андрей Яковлевич.

Большим плюсом, по мнению ученого, является возможность вторичной переработки полимеров, в процессе которой используются отходы других производств.

– На выходе получаем многофункциональную полимерную плитку. Она идеально подходит для мощения дорожек на дачном участке, подъездов грунтовых дорог, дорожных съездов, сельхоздворов – везде, где

дорожное покрытие испытывает усиленную нагрузку или возможно размытие грунта водой.

Продукт настолько востребован, что ученые организовали небольшое опытное производство.

– Эту плитку у нас закупают российские предприятия, готовится контракт на поставку пробной партии в Китай. Да что там – мы сами выстроились в очередь за ней.

Проходим пару шагов, и Андрей Яковлевич любовно берет в руки самую обычную бобину с веревкой.

Заметив мой недоуменный взгляд, немедленно парирует:

– Веревка не просто инновационная, а еще и съедобная!

И объясняет: первые пресс-подборщики сена, которые появились на белорусских полях в 1970-х годах, перевязывали тюки алюминиевой проволокой, которая в процессе приготовления нередко попадала в корма и ранила животных.

– Поэтому нам поставили задачу разработать съедобную бечеву, которая бы при попадании в желудок бесследно растворялась, – рассказывает Андрей Яковлевич.

И тут же показывает мне полимерный рукав для хранения плющенного зерна, разработанный совместно со специалистами Отделения аграрных наук НАН Беларуси.

– Это первая подобная разработка у нас в стране. Производство рукава освоил Борисовский завод пластмассовых изделий.

А вот пневматический шланг толщиной с мизинец, способный выдерживать давление воздуха до 100 атмосфер. Ученые сами не верили, что такое возможно, и начали с 25 атмосфер, затем довели до 75.

***«Я негативно отношусь к призывам зеленых раз и навсегда избавиться от пластика».***

Секрет в том, что он изготовлен из смеси полиамида и полиэтилена. При обычных условиях они не смешиваются, но ученым удалось найти слабое звено в межфазном взаимодействии и получить однородный материал, который вобрал в себя прочность полиамида и возможность экструзионной обработки полиэтилена. В год выпускается около 100–150 километров таких гибких и одновременно высокопрочных полимерных трубок. Нашлось им применение и в тракторах МТЗ, и в комбайнах.

Спрашиваю, какие наработки ученых применяются именно в этой отрасли, ведь комбайностроение в Беларуси развивается семимильными шагами.

Андрей Яковлевич немедленно демонстрирует мне корзину для картофелеуборочных комбайнов. Она изготовлена из термоэластопласта. Раньше этот дорогостоящий материал покупали в Германии, но нашим материаловедам удалось подобрать формулу отечественного полимерного композита, который обходится в 3–4 раза дешевле импортного аналога.

В белорусском комбайностроении применяются в том числе и космические технологии. Институт механики металлополимерных систем совместно с тремя другими академическими институтами и российским НПО имени С.А. Лавочкина разработали прибор для исследования механизмов трения и износа в космосе. Те же ключевые решения по эксплуатации механизмов в температурном режиме от минус 150 до плюс 180 градусов отлично работают в системе охлаждения в гибридном тракторе «Беларусь».

Далеко не все изобретения сразу получают путевку в жизнь. При реализации одной из инноваций в комбайностроении в буквальном смысле обломали зубы.

– Вот этот полимерный зуб, – демонстрирует Андрей Григорьев, – очень важная деталь жатки зерноуборочного комбайна.

Гомельские инженеры пришли к выводу, что металлические зубья жатки утяжеляют машину. Бесконечные литры топлива расходуются на то, чтобы возить этот механизм, не говоря уже о его металлоемкости и сбоях в работе.

**Заведующий отделом Института механики металлополимерных систем Василий Коваль: ножи для жатки из полимерных композитов надежны и практичны в эксплуатации**



– Когда было принято решение заменить металлические зубья на полимерные, – продолжает свой рассказ Андрей Яковлевич, – многие отнеслись к идее скептически. И действительно, на первоначальных испытаниях полимеры не выдерживали нагрузку, и зубья ломались.

И тогда разработчики объединили усилия. Ученые Института механики металлополимерных систем совершенствовали полимерный состав, а инженеры-конструкторы НТЦ комбайностроения ОАО «Гомсельмаш» с помощью математического моделирования построили наиболее рациональную форму зуба. Изучая напряжения конструкции, возникающие при работе жатки, они стремились к достижению наибольшей прочности изделия при его наименьшем весе. И результат не заставил себя ждать.

### **«Время одиночек в науке уже давно и безвозвратно ушло».**

– Если хотите, давайте спросим у коллег из НТЦ комбайностроения, – предлагает профессор.

К нам присоединяется руководитель отдела технологии полимерных композитов кандидат технических наук Василий Коваль, который как раз и предложил реализовать эту идею на Гомсельмаше.

По дороге на инновационный центр интересуюсь, как она появилась. Оказалось, проект возник благодаря совместным усилиям сотрудников отдела.

– Время одиночек в науке уже давно и безвозвратно ушло, – убежден Василий Николаевич. – Нынешние задачи по плечу лишь большим коллективам.

Наработок в отделе немало. Было время, получали до 40 патентов в год, но это дорогое удовольствие. К тому же описание технологии в патенте способно рассекретить ноу-хау.

– Техническим специалистам, профессионалам достаточно маленькой подсказки, чтобы знать, куда двигаться, на чем сосредоточить внимание, – поясняет Коваль. – Поэтому мы стараемся не подпускать посторонних к нашим производственным процессам.

По этим же причинам ученые оформляют свои новации как ноу-хау и все усилия направляют на скорейшее внедрение их в жизнь. Технологии нынче развиваются настолько быстро, что буквально за пару лет идея может устареть, и тогда надо опять начинать все сначала.

– Научный поиск протекает у нас в формате 24/7, – улыбается Василий Николаевич. – Озарение может снизойти и в троллейбусе, и дома, и тогда с особым энтузиазмом спешишь на работу. Лучшие дивиденды

для ученого – когда твоё изобретение воплощается в жизнь.

За разговором не заметили, как подъехали к зданию Научно-технического центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш».

Первые чертежи машин и механизмов для животноводства и кормопроизводства в Гомеле начинали создавать в далеком 1947 году. За 75 лет скромное КБ выросло в суперсовременную проектную организацию с мощной интеллектуальной и материально-технической базой.

Для заведующего лабораторией материаловедения и триботехники (инженерная дисциплина, изучающая процессы трения, изнашивания и смазки) кандидата технических наук Николая Федоровича Соловья работа в научно-техническом центре – это смысл жизни, по его же словам. Он трудится здесь с 1987 года.

– Пока на Гомсельмаше никто не может меня обойти, – смеется он. – Так что я не стар, а суперстар!

В среде профессионалов комбайностроения Николай Соловей известен как опытный специалист по материаловедению и термической обработке, а также трению и износу машин и оборудования. Он работает в тесном контакте с материаловедами и занимается внедрением научных разработок в производство. Лаборатория, которой руководит Николай Федорович, выдает

**В лаборатории материаловедения и триботехники НТЦК «Гомсельмаш» детали будущего комбайна проходят испытания на прочность. На снимке: заведующий лабораторией Николай Соловей и инженер-лаборант Татьяна Сурма**





В серийной девятиметровой жатке 395 полимерных зубьев



Михаил Савков: работаем непосредственно под заказчика

заклучения о причинах разрушения узлов и деталей в процессе испытаний или эксплуатации новой техники. Вскрываются конструктивные недостатки и уязвимости применяемых материалов.

– Помимо результатов испытаний, встает и другой вопрос: готово ли производство внедрить эту разработку? Насколько это рентабельно сегодня?

Николай Федорович приводит любопытное сравнение: в войну было разработано множество конструкций самолетов, которые порой превосходили по уровню все существующие стандарты. Но в производство шло только то, что можно было легко и быстро освоить.

– Комбайностроение тоже стоит на трех китах: конструкция, технология производства и практическая эксплуатация. Когда в процессе апробации все сходится, машины получатся качественные и будут отлично продаваться.

Для того чтобы выйти на поля, современный комбайн должен пройти через самое настоящее горнило испытаний. Стендовые – на макетных образцах, натурные – на опытном полигоне, эксплуатационные – в реальных полевых условиях. Прежде чем машина дойдет до потребителя, ее проверяют на прочность, износостойкость, вибронгруженность.

– В натуральных испытаниях мы можем получить совершенно иные результаты, чем на стенде, – подчеркивает Николай Соловей. – Комбайн в полях соприкасается с

растительными культурами, соки которых действуют как кислоты. Полимеры в этом плане устойчивее, металл же быстро окисляется.

– Наша задача – найти и устранить слабые места материалов, – подхватывает мысль заместитель заведующего конструкторским отделом Научно-исследовательского центра комбайностроения ОАО «Гомсельмаш» Михаил Савков. – Сегодня это образцы полимеров, разработанных учеными Института механики металлополимерных систем. Проводим стендовые испытания на специальных установках, затем на испытательном полигоне и в поле. При этом стремимся воссоздать самые сложные условия, в которых может оказаться техника, когда попадет к потребителю. Тот же полимерный зуб жатки проверили при уборке колосовых и бобовых культур, при скашивании трав. Чем тщательнее проведем испытания, тем меньше будет проблем у потребителя. Надежная техника – это имидж Гомсельмаша.

**«Встает и другой вопрос: готово ли производство внедрить эту разработку?»**

Нам показали экспериментальную площадку, где обкатывают новые конструкции техники. Интересуюсь, сколько времени занимает этот процесс.

– Иногда годами оттачиваем, – говорит Михаил Савков. – Даже в хорошо зарекомендовавшие модели

комбайнов по желанию заказчика вносятся конструктивные изменения. К покупателю техника поступает только после проведения всех необходимых испытаний и проверок, что служит лучшей гарантией надежности.

Но на огромном поле с живописными холмами из газонов и специально устроенных препятствий для испытаний видно лишь оборудование для сельскохозяйственной техники.

Спрашиваю, где же комбайны. Оказывается, в полях, на натуральных испытаниях.

– В осенне-зимний период на этом полигоне имитируем работу всех видов техники и апробируем новые разработки наших конструкторов, – поясняет Михаил Савков.

Современному потребителю требуются различные модификации зерно- и кормоуборочной техники. На этот выбор влияет немало факторов. Например, для работы в сложных условиях лучше подойдет комбайн с жаткой, на которой установлены металлические зубья. В остальных случаях логично и правильно обратить внимание на инновационный образец механизма, где использованы полимеры. Такой комбайн впервые вышел в поле в 2019 году. Потребители по достоинству оценили новинку.

Тем временем специалисты исследуют этот вопрос все глубже и глубже. Изучают, к примеру, повреждаемость полимерных зубьев в зависимости от убираемой культуры.

– Они хороши для уборки зерновых колосовых культур, – отмечает Михаил Савков. – Но еще лучше подходят для бобовых, в частности сои.

В данном случае применяются жатки специальной конструкции с плавающим режущим аппаратом. Он чутко реагирует на все неровности почвы, чем обеспечивается низкий срез. Это особенно важно для сои, ведь самый ценный в этом растении нижний стручок, свисающий у самой земли.

Полевые испытания – это момент истины. Какой бы жесткой ни была имитация в стационаре, на стенде все учесть невозможно.

– В этом году у нас проходит испытания высокопроизводительная кормоуборочная техника КВК 860, – рассказывает начальник испытательного центра Научно-технического центра комбайностроения Александр Руденков. – А также модификации нового самоходного гибридного комбайна КЗС-3321, который в 2021 году в Рогачевском районе продемонстрировали Президенту.

**«Даже в хорошо зарекомендовавшие модели комбайнов по желанию заказчика вносятся конструктивные изменения».**

О грядущих новинках комбайностроения специалисты предпочитают не распространяться: коммерческая тайна. Но судя по тому, что испытания идут без остановки, новые усовершенствованные модели техники не за горами. Но и те, что есть, достаточно популярны. Востребованы в России и Казахстане комбайн КЗС-1218, который позволяет намолотить 18 тонн зерна в час, и мощнейший современный КЗС-2124 с производительностью 24 тонны в час.

Направлений, по которым могут сотрудничать конструкторы комбайнов и ученые-материаловеды, в действительности очень много. Комбайн с жаткой и полным бункером зерна весит более 25 тонн – столько же, сколько легендарный танк Т-34. Специалисты постоянно ищут способы уменьшить вес, ведь каждый сэкономленный килограмм – это уменьшение расхода топлива и нагрузки на почву.

Чем больше полимерных деталей в комбайне, тем он дешевле и производительнее, а следовательно, популярнее у потребителей. Вектор развития производства гомельские комбайностроители выбрали давно. Их машины – современный наукоемкий продукт, и по всему очевидно, что вложения в собственные разработки окупятся сторицей.

**Светлана ДВОРЕЦКАЯ**

**Минск – Гомель – Минск**

**Фото БЕЛТА, Сергея ХОЛОДИЛИНА и автора**