



15 лет лидерства e-Xstream Engineering

В многоуровневом моделировании композиционных материалов

Интервью научного редактора журнала Е. А. Новожиловой с Антони Шеруэ, инженером по развитию бизнеса компании e-Xstream Engineering, Люксембург (октябрь, 2018).

Расскажите, пожалуйста, историю создания и развития компании e-Xstream Engineering, о компетенциях и квалификации её сотрудников. Как Вы оцениваете текущее положение компании на рынке?

Пятнадцать лет назад, в 2003 году, доктор Роже Ассакер, имеющий степень магистра в области аэрокосмической техники Университета г. Льеж (Бельгия), степень доктора технических наук в области магнитной гидродинамики и полупроводников Университета г. Лувен (Бельгия) и степень MBA в международном бизнесе, создал подразделение на базе Лувенского католического университета (Бельгия), которое впоследствии выделилось в отдельный бизнес — компанию e-Xstream Engineering.

В 2004 году компании поступило предложение разместить свой офис в бизнес-инкубаторе Ecostrat в городе Фозс (*Примечание. Сейчас бизнес-инкубатор называется Technoport 2*). Это уникальное предложение заинтересовало компанию, поэтому было принято решение создать вторую штаб-квартиру e-Xstream Engineering в Люксембурге.

В сентябре 2012 г. компания e-Xstream Engineering вошла как отдельное подразделение в состав корпорации MSC Software, которая в свою очередь в 2017 г. стала частью компании HEXAGON.

С 2013 года e-Xstream Engineering активно привлекает к себе сотрудников из стран, окружающих Люксембург: Германии, Бельгии и Франции. Компания

до сих пор ежегодно принимает на работу по 10-13 новых сотрудников. Сейчас e-Xstream Engineering — это команда из более чем 60 человек (*Примечание. Данные на октябрь 2018 г.*), полностью нацеленных на моделирование композитных материалов и материалов со сложной микроструктурой. Около 80% наших сотрудников являются инженерами, а 40% сотрудников имеют учёные степени.

В течение 15 лет компания показывает стабильный ежегодный рост больше 10%, а за последние 5 лет доходы компании выросли более чем в 3 раза.

Можно уверенно констатировать, что в настоящее время e-Xstream Engineering — это современная активно развивающаяся компания, являющаяся лидером в многоуровневом моделировании композитных материалов и предоставляющая пользователям инновационное программное обеспечение, консультационные и сервисные услуги по разработке композиционных материалов и композитных конструкций.

Что Ваша компания может предложить потенциальным пользователям (программное обеспечение, сервисные работы, научно-исследовательскую деятельность и т.д.)?

Наши сотрудники в первую очередь заняты разработкой, развитием и поддержкой Digimat — уникального программного комплекса для моделирования композитных материалов и конструкций из них.

Использование Digimat позволяет нашим клиентам анализировать поведение композитных материалов и определять их свойства, проводить виртуальные испытания образцов из композитных материалов, моделировать изготовление композитных деталей, разрабатывать и изготавливать инновационные детали с высокими характеристиками. Для клиентов это означает сокращение сроков разработки новых изделий, объёма прототипирования и количества натуральных испытаний. Всё это ведёт к сокращению времени выхода новой продукции на рынок и значительному снижению затрат на её разработку.

Кроме разработки, поставки и поддержки программного комплекса Digimat, сотрудники компании оказывают консультационные и сервисные услуги инженерам из других компаний по работе с композитными материалами. Эти услуги оказываются как в рамках выполнения проектов на базе e-Xstream Engineering, так и непосредственно на предприятиях заказчиков, где наши сотрудники работают совместно со специалистами заказчика, решая поставленные перед ними задачи.

Сколько у Вас компаний-пользователей? Кто из них — основные?

Более 500 пользователей из различных отраслей промышленности выбрали решения от e-Xstream Engineering (программное обеспечение, обучение, консультационно-сервисные услуги и т.д.) по работе с композитными материалами.

Трудно выделить каких-либо конкретных пользователей. Наши клиенты — это ведущие мировые компании из аэрокосмической отрасли, автомобилестроения, энергетики и электроники, авиационного двигателестроения, производства медицинской техники и бытовых товаров, а также других отраслей промышленности. Кроме этого, решения

e-Xstream Engineering являются незаменимым инструментом для поставщиков композитных материалов при их разработке и виртуальных испытаниях.

Пользователями решений e-Xstream Engineering являются:

- 20 компаний из топ-25 ведущих поставщиков автокомпонентов первого уровня: Bosch, Denso, ZF, Faurecia, Valeo, Magna, IAC, Autoliv, Brose, Trelleborg;
- 17 компаний из топ-20 ведущих мировых автопроизводителей: General Motors, Ford, Fiat Chrysler Automobiles, BMW, Volkswagen, Toyota, Honda, Hyundai Motor Company, Volvo Cars, Changan, Mahindra;
- 25 компаний из топ-30 ведущих компаний-поставщиков/разработчиков композитных материалов: Solvay, DSM, Dupont, Sabic, Hexcel;
- ведущие авиапроизводители: Airbus, Boeing, Leonardo, Ariane Group;
- ключевые разработчики авиадвигателей и поставщики первого уровня в аэрокосмической промышленности: Safran, UTC, Pratt & Whitney, Honeywell, Parker Aerospace;

- основные производители электроники, электроники и бытовых товаров: Samsung, Nikon, Canon, Minolta, TE Connectivity.

Можно констатировать, что более 15 лет практического опыта специалистов компании e-Xstream Engineering по работе с композитными материалами и предлагаемые нами решения заслужили доверие пользователей во всём мире.

В чём, с Вашей точки зрения, уникальность программного комплекса Digimat? Кого на рынке коммерческого ПО Вы считаете ближайшим конкурентом Digimat?

Digimat — это больше, чем просто новое программное обеспечение на рынке.

Digimat — это инновационное решение по работе с композитными материалами, в основе которого лежит микроуровневый подход к определению свойств композитного материала. Это даёт возможность использовать Digimat всеми специалистами, связанными с композитными материалами: разработчиками композитных материалов, специалистами по статической или динамической прочности конструкции, специалистами по испытаниям композитных материалов или технологами, отвечающими за изготовление деталей.

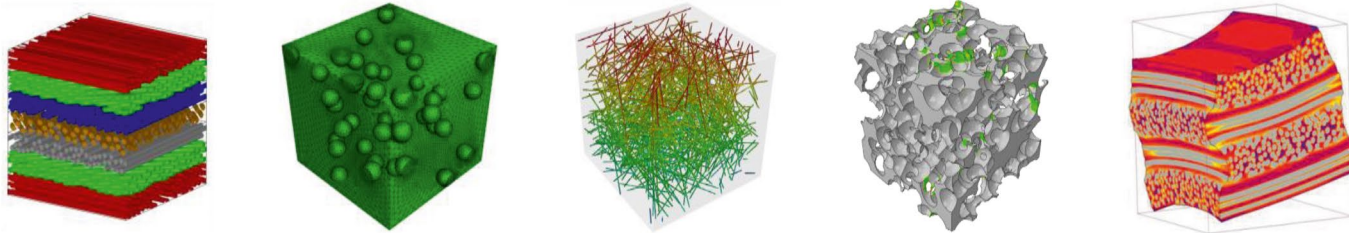
Для любой отрасли промышленности Digimat позволяет организовать комплексное проектирование изделия и обмен точными данными по композитному материалу между всеми участниками процесса изготовления: от поставщика материала к поставщикам первого уровня и к конечным производителям.

При расчёте композитных конструкций и их виртуальных испытаниях Digimat использует многоуровневое моделирование композитных материалов и позволяет учесть микроструктуру материала в каждой точке конструкции после её изготовления. Такой подход преодолевает разрыв между выбранной технологией изготовления конструкции, нелинейными анизотропными свойствами материала и конечными характеристиками конструкции. *(Примечание. Более подробное описание программного комплекса Digimat можно найти во втором номере журнала «Composietbook» за 2018 год).*

Digimat как программный комплекс уникален. Никто на рынке не может предложить такую целостную платформу с пятью инструментами и четырьмя встроенными решениями для работы с многофазными материалами, широким спектром различных типов армированных пластмасс и материалами со сложной микроструктурой, а также предлагаемым инженерным сервисом и технической поддержкой, которую оказывают наши специалисты.

Уникальность программного комплекса Digimat не раз была отмечена международными наградами.

В 2015 году на ведущей международной выставке композитных материалов JEC модуль Digimat-VA (Virtual Allowable) был награждён премией «Топ Инновация», присуждаемой за достижения в области производства композитов.



В 2017 году ещё один модуль — Digimat-AM — получил эту же премию на выставке JEC в Париже, а в 2018 году уже на выставке JEC в Азии (в Южной Корее).

(JEC Group учредила эту награду 14 лет назад, чтобы отмечать компании, сделавшие наибольший вклад в развитие композитных технологий и в повышение экономической эффективности от их использования для пользователей).

Кроме этого, Digimat также был отмечен на выставке CAMX 2015 и получил награду ACE за инновации в области композитов. Год спустя, в 2016 году, программный комплекс Digimat завоевал награду R&D 100, присуждаемую за достижения в области научно-исследовательских работ.

В каких отраслях промышленности, по Вашему мнению, наиболее востребован программный комплекс Digimat?

Как уже говорилось, в настоящее время решения от e-Xstream Engineering, включая Digimat, широко применяются во многих ведущих отраслях промышленности, в которых используются армированные рубленым или непрерывным волокном пластмассы, а также материалы со сложной микроструктурой (армированные резины, пены, металлокерамика, композитные материалы с керамической матрицей и т.д.).

Можно отметить, что основными отраслями промышленности, в которых используется программный комплекс Digimat, являются автомобилестроение и аэрокосмическая отрасль, в которых Digimat позволяет точно определить анизотропные нелинейные характеристики композитного материала в каждой точке конструкции и использовать их при расчёте конструкций. Кроме этого, Digimat активно применяется специалистами-материаловедами при разработке композитных материалов.

Как правило, инженеры, работающие с композитами, используют натурные испытания для различных типов материалов, но этот вид проектирования материала или композитной конструкции является очень затратным и занимает много времени. Digimat позволяет виртуально промоделировать испытания различных композитных материалов с учётом окружающей среды (температура и влажность) и предлагает пользователям виртуальную лабораторию для разработки материалов, а также цифрового прототипирования используемых материалов.

Всё это сокращает временные и финансовые за-

траты, так как точные свойства материалов и более качественные характеристики конструкций теперь можно получить быстрее.

Говоря о трендах использования Digimat, отдельно следует отметить, что в последнее время наблюдается активный рост использования программного комплекса в аэрокосмической промышленности, который в первую очередь можно связать с увеличением объёма использования композитных материалов в этой отрасли при одновременно с этим увеличением номенклатуры применяемых композитных материалов (армированные рубленым волокном пластмассы, дисперсно-армированные пластмассы и т.д.) и технологий их изготовления (3D-ткачество, объёмное формование, автоматическая выкладка лентой и т.д.).

Не могли бы Вы рассказать о каких-либо интересных решениях с применением технологий e-Xstream Engineering в аэрокосмической и в автомобильной промышленности?

Значительной экономии с точки зрения материалов, стоимости разработки и производства новых изделий с использованием Digimat удаётся достичь не только за счёт ускорения разработки продукта, снижения затрат на материалы, сокращения количества физических прототипов для испытаний и сокращения времени для его проведения, но также за счёт получаемой возможности изготовить деталь оптимальной конструкции, что ведёт к снижению её веса и используемых композитных материалов. Общеизвестно, что оптимальная конструкция из композитных материалов, полученная с помощью Digimat, позволяет в среднем сэкономить 15% веса детали (при сравнении оптимизированной композитной конструкции с конструкцией из металла).

Согласно опыту ведущих автопроизводителей, оптимизация конструкции с использованием композитных материалов в классическом компактном автомобиле, который производится, например, в количестве 1 млн экземпляров в год, приводит к экономии более 21 тысячи тонн композитных материалов, что эквивалентно 74 миллионам евро/год.

Последний пример из аэрокосмической промышленности использования Digimat, о котором мы можем рассказать, — это моделирование 3D-тканых материалов.

«3D-плетение является новой перспективной технологией, которая обладает огромным потенциалом в аэрокосмической промышленности», — считает Николас Ван Хилле (менеджер по исследованиям

и технологиям компании Sopas, Бельгия). «Чтобы иметь возможность использовать эту технологию при проектировании конструкций, такой инструмент, как Digimat, является незаменимым».

Digimat используется компанией для проведения полного многоуровневого анализа детали с 3D-точной микроструктурой, с любым типом трёхмерного рисунка переплетения, сочетающего различные типы нитей (форма поперечного сечения, материал нити, объёмное содержание волокон и т.д.).

Digimat обладает полными возможностями для анализа 3D-тканых материалов: простое задание рисунка переплетения и быстрое вычисление свойств материала для него благодаря встроенному решателю (жесткость, прочность, коэффициент теплового линейного расширения), определение макромодели эквивалентного материала, описывающую прогрессирующее разрушение выбранного рисунка переплетения, расчёт характеристик детали (прочность и жесткость) с 3D-тканым материалом при выбранных расчётных случаях.

Преимущества использования Digimat для моделирования конструкций с 3D-тканым материалом в полной мере проявились при проектировании элементов конструкции из 3D-тканых материалов проекта Space Launcher Ring — кольцевое космическое пусковое устройство (кольцевой ускоритель для запуска спутников).

Раньше свойства 3D-тканых материалов элементов конструкций кольца выполнялись вручную с использованием аналитических формул. Результаты аналитических расчётов плохо совпадали с результатами натурных испытаний, в итоге приходилось закладывать большие коэффициенты запаса, что делало конструкции менее конкурентоспособными. Использование программного комплекса Digimat позволило значительно снизить массу конструкции кольца за счёт более точных расчётов и проектирования оптимальной конструкции.

Какие разработки компании реализованы в новой версии Digimat? Что нам ждать от Digimat в 2019 году?

Для того, чтобы идти в ногу с быстрым развитием сектора композитов (различные типы композитных материалов и технологий изготовления композитных конструкций), а также и с возрастающими требованиями рынка по снижению веса изделий (самолёты, автомобили и т.д.), компания e-Xstream Engineering каждые полгода выпускает новую версию Digimat.

Текущая версия Digimat (*Примечание. На момент интервью последней версий Digimat была версия 2018.1*) обеспечивает новые возможности в комплексном решении для моделирования различных типов материалов и технологий изготовления конструкций: армированные пластмассы, аддитивные технологии, армированные резины и т.д.

Для инженеров-расчётчиков в Digimat 2018.1 улучшена возможность по расчёту конструкций из армированных пластмасс благодаря усовершенствованию

подхода к моделированию процесса разрушения композитных материалов. Калибровка разрушения для моделей материала в модуле Digimat-MX теперь стала более точной, так как позволяет учесть особенности геометрии испытываемого образца (лопатки) и место его разрушения.

Анализ прогрессирующего разрушения в модуле Digimat-CAE в настоящее время стал более эффективным при работе с 2D-оболочными элементами и предлагает больше законов разрушения для точного описания поведения различных типов материалов.

Инженеры-материаловеды, которым приходится сталкиваться в своей работе с трудно определяемыми эффектами, вызванными различными дефектами, например, такими, как волнистость непрерывных волокон, теперь могут учитывать этот эффект в модуле Digimat-FE при определении свойств композитных материалов.

Для специалистов, работающих с армированными резинами, новые возможности встроенного в модуль Digimat-FE конечно-элементного решателя, учитывающие большие деформации, позволяют виртуально промоделировать и получить характеристики материалов при очень больших значениях деформации, что важно для работы с резиной.

Инженеры-технологи, которые работают над оптимизацией стратегии 3D-печати композитных деталей, теперь могут благодаря новым возможностям решателя в модуле Digimat-AM более точно учесть влияние выбранной стратегии изготовления на качество напечатанной детали. Новые возможности модуля позволяют детально рассмотреть изменение локальной температуры в материале при 3D-печати, кристаллизацию полимера, остаточные напряжения и коробление детали как функцию широкого спектра технологических параметров изготовления.

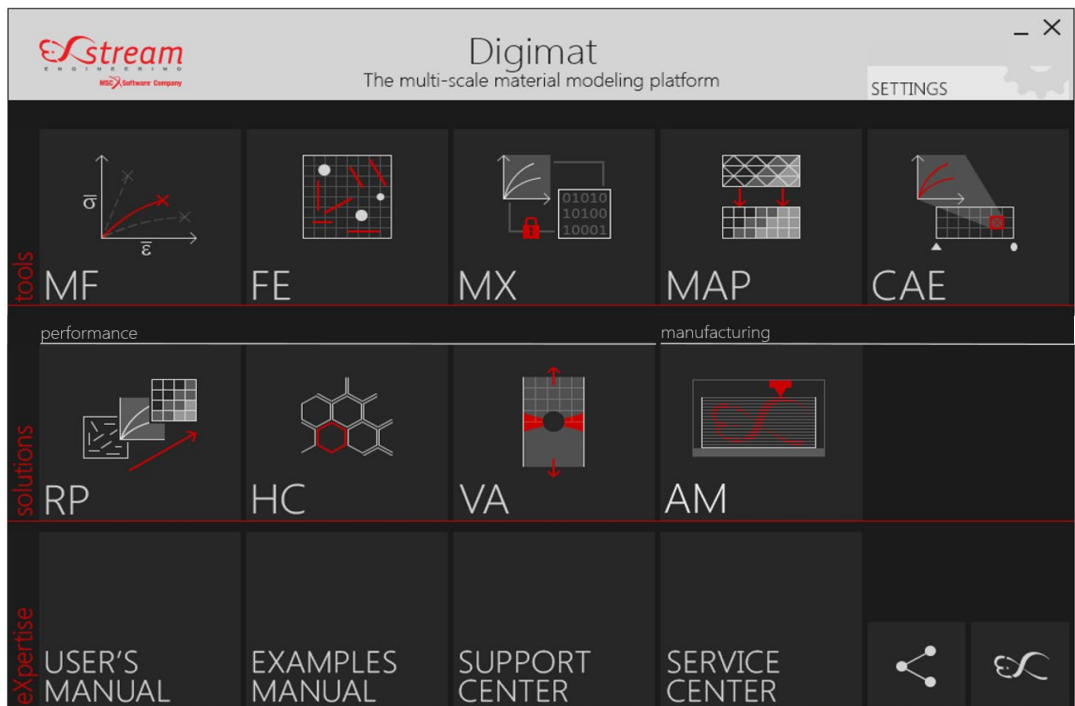
Весной 2019 года мы планируем выпуск новой версии Digimat 2019.0, в которой все специалисты, связанные с композитами, смогут найти новые важные для них возможности. (*Примечание. В 2019 году в журнале запланирована статья о возможностях новых версий Digimat*).

Поддерживаете ли Вы сотрудничество с научно-исследовательскими институтами и вузами? Есть ли у Вас специальные программы для вузов?

Digimat широко используется в ведущих университетах и научно-исследовательских институтах мира: KU Leuven (Бельгия), Purdue University (США), The University of Alabama (США), University of Glasgow (Шотландия), МГТУ им. Н. Э. Баумана (РФ) и другие.

Во многих университетах мира преподаватели интегрируют обучение программному комплексу Digimat со своими учебными материалами, что позволяет готовить высококлассных специалистов.

Кроме высшей школы, мы также активно сотрудничаем с исследовательскими лабораториями и организациями, которые работают с различными отраслями промышленности. В качестве таких научно-исследовательских организаций можно назвать:



Интерфейс программного комплекса Digimat.

National Institute for Aviation Research (Вирджиния, США), Brighlands Material Center (Нидерланды), National Composite Centre (Великобритания) и другие.

Для университетов у нас есть специальное предложение по привлекательной цене, которое называется Digimat Academic Research. Стоимость лицензии на Digimat Academic Research на порядок ниже стоимости лицензий Digimat для коммерческого использования.

Данное предложение включает в себя все модули Digimat и предназначено для обучения и научно-исследовательской деятельности.

Digimat Academic Research имеет те же функциональные возможности, что и коммерческие лицензии. Единственное ограничение на лицензию Digimat Academic Research — это некоммерческое использование программного комплекса.

Расскажите, пожалуйста, о планах компании на ближайшее будущее. Как Вы видите будущее развитие композитов? Какие композитные материалы и технологии будут наиболее востребованы в мире?

В настоящее время можно отметить большой интерес в мире к композитным материалам со сложной микроструктурой, например, 3D-тканой или плетёной, композитным материалам с керамической матрицей, армированным резинам и другим типам многофазных материалов.

Говоря о технологиях изготовления композитных конструкций, мы видим большой спрос на программное обеспечение для моделирования процесса 3D-печати. Наше решение Digimat Additive Manufacturing уже имеет соответствующий функционал, который помогает ускорить разработку деталей и снизить стоимость процесса 3D-печати. Digimat Additive Manufacturing позволяет провести комплексную разработку деталей из пластмасс,

включая армированные пластмассы: от композитного материала и процесса изготовления методом 3D-печати до характеристик конструкции.

(Примечание. Более подробную информацию о комплексном решении Digimat Additive Manufacturing можно найти в журнале CADmaster №1(87) 2018).

Кроме этого, следует отметить интерес к моделированию коробления при отверждении, автоматической выкладки лентой (AFP), сканирование реально замеренной микроструктуры материала (слоистый композитный материал) при изготовлении для последующего её учета при расчёте конструкции и другим технологиям.

Разработчики Digimat постоянно улучшают программный комплекс и предлагают пользователям самые передовые решения для работы с композитными материалами и технологиями изготовления композитных конструкций. Текущая версия Digimat 2018.1 уже поддерживает все указанные выше композитные материалы и технологии изготовления.

Каким одним предложением Вы могли бы описать Вашу компанию для потенциальных клиентов?

Компания e-Xstream engineering — это молодая инновационная компания, занимающаяся разработкой программного обеспечения, обучением и оказанием инженерных услуг по работе с композитами, которая стопроцентно фокусируется на современном многоуровневом моделировании сложных многофазных материалов (композитные материалы с полимерной, керамической, резиновой и металлической матрицей, нанокомпозиты, пены, металлокерамика и др.) и конструкций из них, обеспечивая своих пользователей комплексным решением в области моделирования и виртуальных испытаний, которое отвечает конкретным потребностям заказчика и интегрируется с существующими процессами проектирования.