

УДК 677.03

ФОРМИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА С РАЦИОНАЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Крылов Иван Сергеевич, Чикин Никита Сергеевич

*Студенты 4 курса,
кафедра «Теория механизмов и машин, деталей машин и проектирование
технологических машин»
Костромской Государственный Университет*

*Научный руководитель Рудовский П.Н.
доктор технических наук, профессор кафедры «Теория механизмов и машин, деталей
машин и проектирование технологических машин»*

Композиционные материалы с армирующими наполнителями полученными с помощью текстильных технологий находят все более широкое применение. Традиционно в качестве армирующего наполнителя используют ткани. Ткани, получаемые по традиционной технологии, имеют плоскую структуру, а укладка их в изделие по слоям имеет слабое сопротивление к сдвигу слоев. Поэтому для получения изделий, имеющих значительную толщину используются слоисто-каркасные ткани или ткани с пространственной 3D структурой [1 – 2]. В любом случае нити в тканях расположены в виде двух или трех систем, ориентированных под прямым углом друг к другу. Наибольшая прочность деталей из композитов достигается в случае расположения нитей армирующего наполнителя по направлениям главных напряжений. Картина распределения напряжений в нагруженных деталях изменяется от точки к точке и зависит от конфигурации детали ее закрепления и характера приложения нагрузок. Направления укладки армирующего наполнителя должны изменяться соответствующим образом. Достичь этого в рамках ткацких технологий не удается.

На кафедре «Теория механизмов и машин, деталей машин и проектирование технологических машин» КГУ проводятся исследования по отработке технологии получения армирующего наполнителя методом программируемой раскладки, лишенного указанного недостатка [3]. Устройство должно обеспечить укладку нити на плоскости по произвольной кривой, полученной в результате прочностного расчета детали в одной из САД-систем.

Для фиксации расположения нити раскладка ее производится в игольном поле. Иглы этого поля обеспечивают также высокое сопротивление к сдвигу. Иглы представляют из себя композитные стержни, имеющие толщину, соизмеримую с толщиной укладываемых нитей. Эти стержни сами представляют собой композитную структуру, армирующим наполнителем которой является нить аналогичная той, что используется для формирования армирующего наполнителя. Для обеспечения требуемой жесткости эти нити пропитываются эпоксидной смолой ЭД-20, которая будет использоваться для пропитки при получении окончательного изделия.

Для укладки нити было создано устройство с ЧПУ на базе традиционных технических решений в области 3D-печати по технологии FDM. Устройство имеет стол, на котором располагается поле со стержнями-иглами, длина которых равна толщине формируемого армирующего наполнителя. Эта длина может быть разной на разных участках в зависимости от требуемой конфигурации детали по толщине. Количество игл и их расположение определяется двумя факторами. Первый

заключается в том, что игла должна поддерживать нить при смене направления ее движения. Второй-в том, что стержни-иглы после пропитки изделия остаются в его структуре и обеспечат требуемое сопротивление изделия сдвигу.

Движения стола с игольным полем и укладчика нити обеспечиваются тремя шаговыми приводами управляемыми программой написанной в G-кодах.

Оператор по результатам расчета детали на прочность в специальной программе создает необходимый рисунок на плоскости, после этот рисунок преобразовывают в G-код и передают на установку. Команды G-кода указывают направление движения и скорость. Установка с ЧПУ укладывает нить на заранее подготовленную форму со стержнями точно по линиям главных напряжений.

После формирования полученный армирующий наполнитель пропитывается эпоксидной смолой с использованием одной из известных технологий, в результате чего формируется деталь из композитного материала, имеющего рациональное армирование и повышенную прочность.

Описанная технология может найти самое разное применение, но особое значение она имеет в случае, когда при проектировании ставятся жесткие требования в соотношении масса-прочность. Например, для транспортных машин и летательных аппаратов.

Литература

1. *Гречухин А.П., Рудовский П.Н.* Развитие теории строения и формирования однослойных тканей. Монография. Костромской государственный университет. Кострома. 2017, 171 с. ISBN: 978-5-8285-0917-1
2. *Ушаков С.Н., Гречухин А.П., Рудовский П.Н., Палочкин С.В.* Влияние величины смещения слоя горизонтального утка на плотность расположения вертикальных слоев нитей при формировании трехмерных ортогональных тканей. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 6 (378). С. 96-100.
3. *Крылов И.С., Чикин Н.С.* Создание объемного композитного материала путем программируемой раскладки армирующего наполнителя/ Цифровые технологии в производстве. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Кострома. 2023, -С.103