

**УДК 621.7.04**

## **СОТРУДНИЧЕСТВО ИРГТУ И КОМПАНИИ MSC SOFTWARE В ПРОДВИЖЕНИИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

**А.К. Шмаков<sup>1</sup>, В.О. Пивоварова<sup>2</sup>, А.В. Колесников<sup>3</sup>**

Иркутский государственный технический университет,  
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Партнерство НИ ИргТУ и компании MSC имеет давнюю историю. С 2011 года для лабораторий началась закупка французского оборудования, которое позволило применять инновационные методы сверхпластической формовки. Для получения достоверных результатов моделирования пневмотермической формовки в программе MSC Marc студенты и аспиранты начали освоение методики определения свойств сверхпластичности сплавов. И теперь ИргТУ активно используются возможности программных продуктов MSC для осуществления и улучшения учебной и научной деятельности, а также реализации в производстве перспективных технологий.

Ил. 5. Библиогр. 5 назв.

*Ключевые слова: моделирование; пневмотермическая формовка; сверхпластичность; сплавы; партнерство; MSC Software.*

### **COLLABORATION COMPANY MSC SOFTWARE AND ISTU IN PROMOTION OF SCIENTIFIC ACTIVITIES AND MODERNIZATION OF PRODUCTION**

**A. Shmakov, V. Pivovarova, A. Kolesnikov**

Irkutsk State Technical University,  
83 Lermontov Str., Irkutsk, Russia, 664074.

There's a long history of partnership between National Research Irkutsk State Technical University and MSC company. Since 2011, the laboratories started purchasing French equipment, which allowed applying innovative methods of superplastic forming. To obtain precise results of simulation of pneumothermal molding using the MSC Marc program undergraduate and graduate students began to acquire methodology for determination of superplastic alloys properties. Now ISTU widely uses MSC software products to implement and improve training and research activities, as well as to implement advanced technologies in production.

Illustrations: 5. References: 5.

*Keywords: modeling; pneumothermal molding; superplasticity; alloys; partnership; MSC software.*

Сотрудничество НИ ИргТУ и компании MSC имеет давнюю историю. Ещё в начале появления на отечественном рынке программных продуктов MSC для моделирования работы изделий и процессов их изготовления, ИргТУ стал одним из первых пользователей и партнеров в Байкальском регионе. Программы помогают экономить средства и время на разработку и производство продукции.

За прошедшие годы с помощью программных продуктов MSC (

Рис. 1) было решено множество интересных задач в машиностроительной и аэрокосмической отраслях.

Программные продукты MSC широко применяются студентами ИргТУ для выполнения дипломных и курсовых работ. Активно используется виртуальное моделирование для проведения научных работ магистрантами и аспирантами ИргТУ. Моделирование процессов и изделий употребляется также при реализации хозяйственных работ в интересах предприятий машиностроительного профиля, сотрудничающих с ИргТУ, в том числе и для разработки мероприятий по модернизации и техническому перевооружению производства.

Коллектив лаборатории ИргТУ «Перспективные технологии в заготовительно-штамповочном производстве» под научным руководством А.К. Шмакова и технического руководителя С.А. Осипова

<sup>1</sup>Шмаков Андрей Константинович, кандидат технических наук, научный руководитель НИЛ «Прогрессивные методы формообразования в заготовительно-штамповочном производстве», e-mail: Shmakov@istu.edu.  
Shmakov Andrey, Candidate of Engineering Sciences, Research Manager of the laboratory "Progressive methods of forming in a blank-stamping process", e-mail: Shmakov@istu.edu.

<sup>2</sup>Пивоварова Виктория Олеговна, студентка 1 курса Института авиационного машиностроения и транспорта, e-mail: vikusyairk@mail.ru  
Pivovarova Victoria, a first-year student of Aircraft and Mechanical Engineering and Transport Institute, e-mail: vikusyairk@mail.ru

<sup>3</sup>Колесников Алексей Владимирович, аспирант кафедры «Самолетостроение и эксплуатация летательных аппаратов», e-mail: avk@istu.edu  
Kolesnikov Aleksey, a postgraduate student of Aircraft Engineering and Maintenance Department, e-mail: avk@istu.edu

занимается проведением исследований в области пневмотермической формовки в режиме сверхпластичности листовых деталей и конструкций в аэрокосмической отрасли. Все начиналось еще в 2009–2010 гг., когда лаборатории только создавались по инициативе А.М. Горленко, который на тот момент являлся научным руководителем. И уже в 2011 году началась закупка французского оборудования, которое дало толчок к созданию инновационных методов сверхпластической формовки, которые просто необходимы на производстве. В течение года проходило обучение. Обучались моделированию, изготавливая модельные детали небольших размеров, но на этом останавливаться никто не собирался.



**Рис. 1. Стенд программ MSC**

Затем проводились промежуточные формовки по временным интервалам для каждого значения давления. После формовок замерялась толщина и высота отформованных образцов. По результатам формовок определялись значения скорости деформации и напряжения течения для каждого эксперимента, так как при разных значениях подаваемого давления формовки осуществлялись с разными скоростями деформации и напряжением течения. После чего была определена оптимальная скорость деформации и напряжения течения для данного сплава, и определялись свойства сверхпластичности, которые позволяли проводить достоверное моделирование и получать графики формовки для качественных изделий [2].

На сегодняшний день в лабораториях определяют свойства сверхпластичности алюминиевых и титановых сплавов на основе испытаний на двухосное растяжения. Отрабатывают режимы и разрабатывают методики по определению параметров пневмотермической формовки, а также пневмотермической формовки и диффузионной сварки.

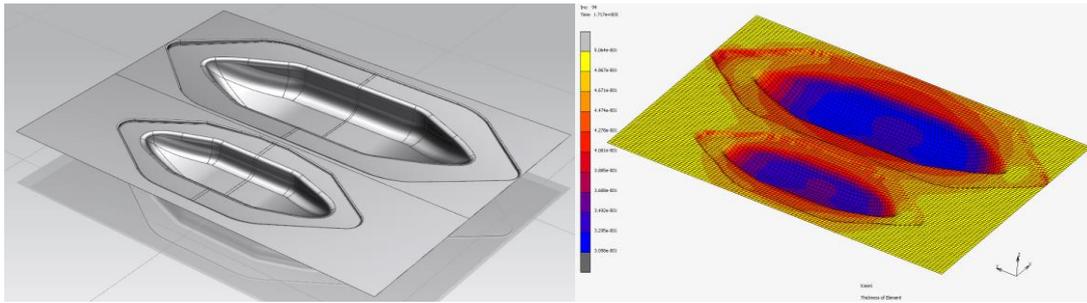
Большую заинтересованность этими работами проявляют на кафедре «Механика и математическое моделирование» Московского института электроники и математики. Совместные труды по отработке изготовления деталей самолётов из труднодеформируемых сплавов в условиях сверхпластичности проводятся с Иркутским авиационным заводом, филиалом научно-производственной корпорации «Иркут». Например, ведутся работы по переводу технологии производства деталей из труднодеформируемых титановых сплавов с традиционного производства на технологию пневмотермической формовки (ПТФ) в режиме сверхпластичности. Для этого активно используется программное обеспечение «MSC Marc» при определении режимов формовки (

Рис. 2, 3).

Для получения достоверных результатов моделирования пневмотермической формовки в программе MSC Marc студенты и аспиранты начали освоение методики определения свойств сверхпластичности сплавов, ведь для каждой партии они могут значительно отличаться. Это очень важный фактор, ведь если задать неверные параметры сверхпластичности в исходные данные программы, можно получить неверные параметры формовки и, соответственно, некачественную продукцию, что в данной области недопустимо. Всем известно, что летательные аппараты не поднимутся в воздух с неисправными деталями [1].

Чтобы узнать, с какой оптимальной скоростью деформации нужно осуществлять формовку, для более эффективной и высококачественной деформации, проводилось множество экспериментов на двухосное растяжение. На первом этапе испытаний осуществлялись формовки с разными значениями давлений до разрыва, тем самым определялась предельная степень деформации и время формовки до разрушения.

Время до разрушения для каждого значения давления разделялось на некоторое количество равных интервалов.



**Рис. 2. Моделирование пневмотермической формовки**

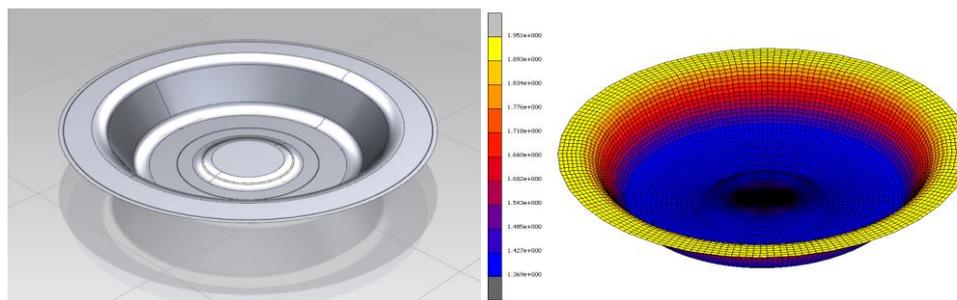
Благодаря технологии ПТФ появилась возможность за одну формовку изготавливать сразу несколько изделий. Количество деталей ограничивается только габаритами рабочей зоны прессы сверхпластической формовки. В научно-исследовательской лаборатории было выполнено моделирование и изготовление деталей типа «обтекатели» по рассчитанным режимам формовки в программном комплексе «MSC Marc» [3].



**Рис. 3. Изготовление детали в режиме сверхпластичности**

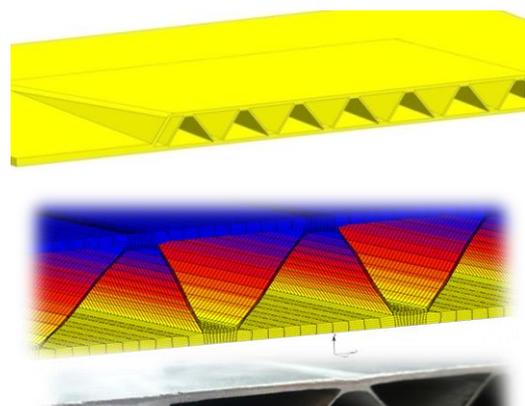
Интерес к исследованию процесса пневмотермической формовки в лаборатории ИрГТУ проявляется и за рубежом. Для демонстрации возможностей изготовления деталей в режиме сверхпластичности в лаборатории проводилось моделирование пневмотермической формовки различных сложных конструкций, например детали «чаша», для компании «АСВ» (

Рис. 4).



**Рис. 4. Моделирование формовки детали «Чаша»**

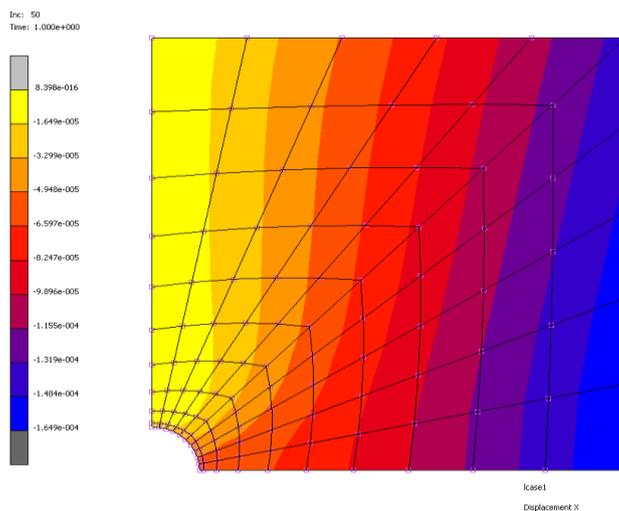
Примером давнего и взаимовыгодного сотрудничества стало регулярное участие сотрудников университета в конференциях, организованных представительством MSC в России. Так, в 2012 году на «XV Российской конференции пользователей компьютерных систем инженерного анализа MSC Software» участвовал аспирант кафедры «Самолётостроения и эксплуатации авиационной техники» ИрГТУ Алексей Колесников с докладом «Моделирование пневмотермической формовки многослойных конструкций в программном комплексе MSC Marc» (Рис. 5).



**Рис. 5. Моделирование изготовления многослойных конструкций**

Его доклад произвел хорошее впечатление на организаторов и участников конференции. Для Алексея это был прекрасный опыт. Он смог пообщаться с другими студентами и аспирантами, которые так же занимаются исследованиями в различных областях промышленности. Кроме того, на конференции присутствовали представители MSC Software Corporation в России, которые оценили возможности и проделанную работу сотрудников ИрГТУ и помогли советами по дальнейшим разработкам [4].

Студенты и аспиранты ИрГТУ участвуют в конкурсах MSC и отправляют презентации своих достижений в области моделирования различных задач для представления их мировой общественности. Один из примеров – определение напряжённо-деформированного состояния заклёпочного соединения и обеспечения его надёжности под действием нагрузки (Рис. 6)



**Рис. 6. Моделирование нагружения зоны заклёпочного соединения**

Таким образом, в ИрГТУ активно используются возможности программных продуктов MSC для осуществления и улучшения учебной и научной деятельности, а также реализации в производстве перспективных технологий.

#### **Библиографический список**

1. Колесников А.В., Станиславчик А.С. Моделирование процесса изготовления деталей из титановых сплавов в режиме сверхпластичности // Высокоэффективные технологии производства летательных аппаратов: сб. докладов / под общ. ред. А.Ю. Дияка. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. – С. 100–110.
2. Колесников А.В., Шмаков А.К. Пневмотермическая формовка трёхслойных клиновидных панелей с подпором обшивок // Вестник ИрГТУ. – 2013. – № 11(82). – С. 52–57.
3. Мироненко В.В., Колесников А.В., Максименко Н.В., Станиславчик А.С. Пневмотермическая формовка в режиме сверхпластичности рифтовых конструкций из листа // Металлург. – 2013. – С. 50–54.
4. Центр компетенций «Технологическое моделирование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technology.ru.com>
5. MSC Software Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mssoftware.ru/conf/conf\\_ru2012](http://www.mssoftware.ru/conf/conf_ru2012).

