

# Аддитивные технологии в CAD / CAM / CAPP ADEM-VX

А. А. Аввакумов

Представлен программный комплекс ADEM версии VX, поддерживающий проектирование технологических процессов в сфере аддитивных технологий, который позволяет одновременно выполнять программирование установок для выращивания (CAM-модуль) и технологическое проектирование (модуль CAPP) для включения операций аддитивной обработки в общую информационную систему предприятия.

**Ключевые слова:**

аддитивные технологии, метод прямого лазерного выращивания, проектирование технологических процессов, информационная система предприятия

DOI: 10.22184/2499-9407.2023.32.3.66.67

Развитие аддитивных технологий на российском рынке идет волнообразно. Если первая волна, которая несла в себе больше ознакомительную и демонстрационную информацию, прошла несколько лет назад и была встречена с определенным воодушевлением, то следующая волна – использование метода прямого лазерного выращивания (ПЛВ) деталей в качестве полноценного средства производства, встретила на своем пути целый ряд препятствий. Начиная с материального обеспечения (оборудование, приспособления, расходные материалы, отладка технологий и т.д.) и заканчивая подходящим ПО, способным не только решать очень узкие технологические задачи, но и вписываться в общую информационную систему предприятия.

Однако здоровый оптимизм вызывает тот факт, что целый ряд отечественных институтов взяли за серьезное изучение и устранение препятствий развитию второй волны АТ. Так, целый ряд работ, посвященных совершенствованию технологии и повышению качества получаемых деталей методом ПЛВ, был проведен на площадке самарского университета (СГАУ) с использованием установки ИЛИСТ СПбГМТУ (рис. 1).

В начале текущего года была подготовлена и опубликована статья «Исследование влияния отжига на микроструктуру и твердость сплава ЭП648 после прямого лазерного выращивания» [1].

Детали промышленной газотурбинной установки, получаемые методом ПЛВ из сплава ЭП648 (ХН50ВМТЮБ), выращивались на установке с мощностью 2 кВт, при скорости сплавления 25 мм/с и диаметре пучка лазера 2,5 мм (рис. 2).

В процессе проделанных работ отдельное внимание уделялось также программному обеспечению для выполнения проектирования технологии получения деталей методом ПЛВ.

Программный комплекс ADEM версии VX, поддерживающий проектирование технологических процессов, в том числе по направлению аддитивных технологий, позволяет выполнять одновременно как программирование непосредственно самих установок для выращивания (CAM-модуль), так и выполнение технологического проектирования (модуль CAPP) для включения операций аддитивной обработки в общую информационную систему предприятия.

Задачи, с которыми столкнулись разработчики компании ADEM при доработке системы и добавления в нее функционала



Рис. 1. Установка ПЛВ ИЛИСТ СПбГМТУ



Рис. 2. Детали промышленной газотурбинной установки, получаемые методом ПЛВ

для работы с аддитивными технологиями, не ограничились формированием траектории для движения наплавляющей головки установки лазерной наплавки. Камнем преткновения стал объем управляющей программы (УП), формируемой САМ-системой. Поскольку система ADEM может работать не только с моделями в формате stl (предполагающими определенную аппроксимацию финишных поверхностей и, как результат, – повышение объема постобработки деталей полученных АТ), но и с любыми поверхностными и твердотельными 3D-моделями, то растет и количество кадров УП, для формирования сложных поверхностей (рис. 3).

В отличие от ручного написания параметрических УП, работа с САМ-системой не подразумевает критичного отношения к объему файла УП. Однако, в свою очередь, уже сами установки для выращивания деталей могут иметь ограничения по памяти. Отсюда возникает необходимость предоставления технологу возможности настройки величины аппроксимации (заглубления) качества финишной поверхности детали (например, выращивание ступенчатой модели, вместо гладкой конической поверхности).

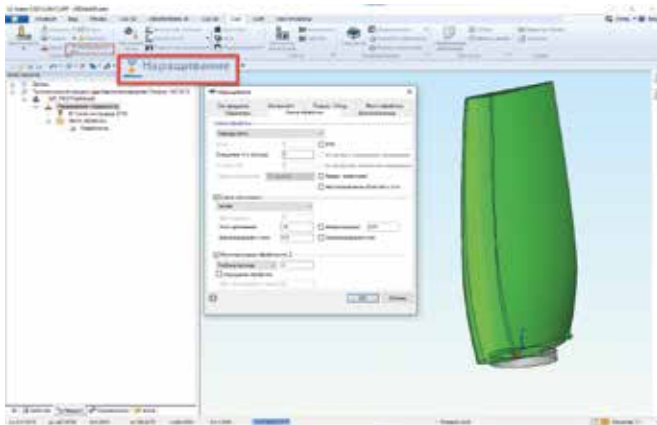


Рис. 4. Интерфейс CAD / CAM / CAPP системы ADEM

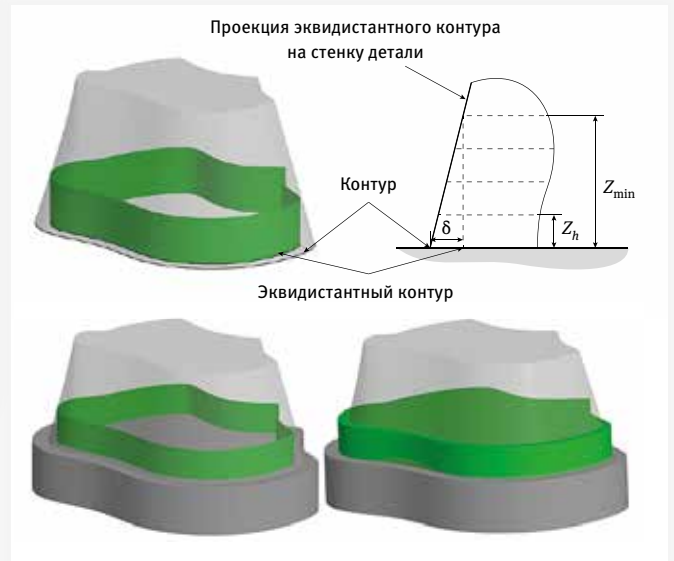


Рис. 3. Упрощение сложных поверхностей (ступенчатые вместо конических) для сокращения размера файла УП

В сжатые сроки были решены вопросы формирования заполнения внутренней структуры деталей, получаемых методом лазерного выращивания, особенности формирования смежных слоев и ряд других вопросов (рис. 4). Причем важно отметить, что все создаваемые средства вписались в существующий интерфейс CAD/CAM/CAPP системы ADEM, тем самым позволяя максимально сократить время на освоение нового программного продукта людям, уже знакомым с работой в ADEM.

Открытой задачей пока остается автоматическое формирование элементов поддержек при выращивании наклонных и горизонтальных участков деталей. Однако, здесь вопрос лишь в согласовании отдельных нюансов ТЗ для разработчиков САМ-модуля. Поскольку нет предела совершенству и всегда хочется создать изначально годный и продуманный продукт, а не копировать вслепую принципы работы зарубежных слайсеров и других установок ПЛВ. Так что, пользуясь случаем, можно заявить о готовности сотрудничать со стороны ГК ADEM с предприятиями и институтами на уровне создания наиболее совершенной САПР для получения деталей с использованием АТ.

### Литература

1. Носова Е. А., Балякин А. В., Олейник М. А. Исследование влияния отжига на микроструктуру и твердость сплава ЭП648 после прямого лазерного выращивания // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2022. Т. 18. № 1. С. 9–14.

### Автор

Аввакумов Андрей Александрович – ведущий специалист техподдержки группы компаний ADEM