

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Канд. техн. наук, доц. Д.Н. КОРОТАЕВ

Представлена методика функционального моделирования (ФМ) в нотации IDEF0 на примере упрочнения поверхностей методом электроискрового легирования (ЗИЛ). Анализ функциональной модели позволяет выявить эффективные каналы управления процессом легирования, что способствует целенаправленному формированию поверхностных слоев с необходимыми эксплуатационными свойствами.

In work the technique of functional modeling (FM) in the notation IDEF0 on an example of hardening of surfaces by a method electrospark modify (EIL) is submitted. The analysis of functional model allows revealing effective channels of management of process modify, that promotes purposeful formation of superficial layers with necessary operational properties.

В последнее время наблюдается широкое использование программно-технических средств функционального моделирования систем, процессов и объектов. Наиболее известно функциональное структурное моделирование в методике IDEF0. В основе его лежит моделирование материально-информационных систем. Среди средств программной поддержки IDEF0 получил распространение пакет прикладных программ BPWin — AllFusion Process Modeler 4.1.

В настоящее время IDEF0 широко используется в промышленном и коммерческом секторах, поддерживая моделирование в производственных и прикладных областях [1]. Нет принципиальных причин для исключения какой бы то ни было предметной области деятельности из сферы возможного приложения рассматриваемого инструментария.

Методика ФМ устанавливает требования к структуре функционального описания. Функциональное описание начинается с формализации цели, функциональных границ и точки зрения разрабатываемой модели. Сама графическая функциональная IDEF0-модель представляет собой многоуровневую иерархическую структуру функций от TOP-диаграммы к диаграммам ее декомпозиции. Эта структура пронизана сетью разнохарактерных связей между составляющими ее функциями, в том числе обратными связями, а также между функциями системы и средой [2].

Каждая функциональная модель начинается с верхней (TOP) диаграммы, имеющей только один прямоугольник (бокс), символизирующий выполняемую функцию (Activity) системы в целом. Все связи символизируются стрелками (Arrow) и на этой диаграмме являются внешними связями моделируемой системы. TOP-диаграмма подвергается функциональной декомпозиции, т.е. разделению ее единственной функции на составляющие подфункции. Диаграмма декомпозиции является «дочерней» по отношению к декомпозированной «родительской» диаграмме.

На декомпозированной диаграмме формируются стрелки внутридиаграммных связей, начала и концы которых привязаны к тем или иным боксам. Каждый бокс оснащается ICOM-комплексом связей (Input, CONTROL, Output, MECHANISM). Связей CONTROL и Output должно быть не менее одной для каждой Activity. Далее подобным же образом, в свою очередь, могут быть декомпозированы все функции диаграммы декомпозиции («дочерней» диаграммы) или их часть.



Рис. 1. TOP-диаграмма функциональной модели технологического процесса ЗИЛ

Рассматривая подробности методики функционального моделирования IDEF0, отметим, что входами в функциональный прямоугольник (бокс) являются:

- входы INPUT (в функцию);
- выходы OUTPUT (из функций);
- управления CONTROL (функциями);
- механизмы MECHANISM (осуществления функций).

Наиболее распространены внутридиаграммные связи «выход—вход». Связи могут быть образованы также между разноименными гранями боксов, например, «выход—управление», «выход—механизм». Возможно образование связей не только прямых, но и обратных. Обратные связи могут быть связями по входу и обратными связями по управлению.

Данный инструмент используется в целях подготовки для анализа следующей информации:

- реконструировать (восстановить) внешние связи системы по управлению, по материально-информационному обмену через входы—выходы системы со средой функционирования, по использованию внешних механизмов поддержки функционирования системы;

- проанализировать внешние связи системы;
- проанализировать работу системы;
- изучить работу системы;
- оптимизировать работу системы;
- проанализировать корректность построения системы.



Рис. 2. Функциональная модель технологического процесса обработки

Внимательное рассмотрение методических особенностей и возможностей ФМ систем, с одной стороны, и характера и состава задач деятельности в различных предметных областях — с другой, показывают, что одной из сфер возможного и целесообразного использования методического и программного инструментария ФМ является моделирование технологического процесса упрочнения поверхностей электроискровым легированием (ЭИЛ).

Метод ЭИЛ основан на действии искрового электрического разряда [3]. Сущность в том, что при искровом разряде в газовой среде происходит преимущественное разрушение материала электрода (анода) и перенос продуктов эрозии на деталь (катод). При этом на поверхности детали образуется новый слой, которому, в зависимости от режимов искрового разряда, состава электродного материала, материала обрабатываемой детали, межэлектродной среды, можно придать повышенные эксплуатационные свойства (микротвердость и износостойкость).

Упрочнение происходит за счет следующих процессов: 1) осаждения на поверхности катода материала противоположного электрода (анода); 2) диффузии материала анода в катод и образования растворов, смесей, химических соединений; происходит насыщение поверхности оксидами, нитридами, а также образование на поверхности метастабильных фаз с очень мелким зерном; 3) образования зоны взаимной кристаллизации Me_1 и Me_2 и появления неравновесных структур, фаз, соединений.

На рис. 1 представлена родительская ТОР-диаграмма процесса электроискрового легирования поверхности.

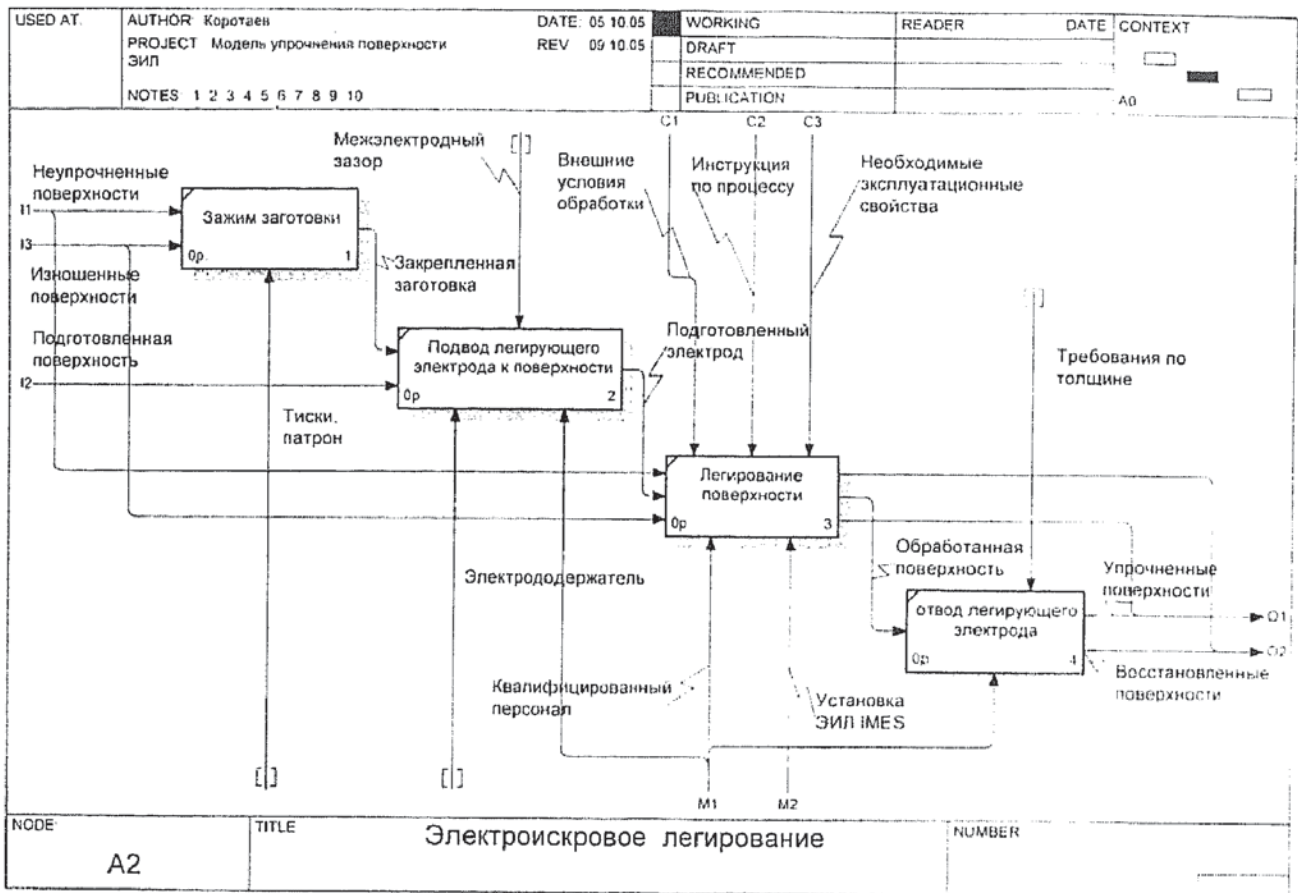


Рис. 3. Функциональная модель электроискрового легирования

В левую грань бокса направлены стрелки, символизирующие входы в функцию обработки, сверху располагаются стрелки управления, снизу — механизмы, а из правой грани бокса — стрелки выхода функции. Далее декомпозируем TOP-диаграмму и строим диаграмму второго уровня (рис. 2).

Следующим шагом декомпозируем функцию «Электроискровое легирование» (рис. 3). Таким образом, если есть необходимость, детализируются все три функции процесса, представленные на рис. 2, и строятся диаграммы нижнего уровня.

Таким образом, функциональная модель, представленная в графическом IDEF0-формате, существенно улучшает возможность оценки комплексности и корректности моделируемого объекта и необходимого пополнения его недостающими элементами.

Представленные диаграммы иллюстрируют процесс электроискрового легирования поверхностей в состоянии AS-IS («как есть»). По результатам перестроения технологического процесса ЭИЛ в графический формат функциональной модели IDEF0 необходимо сделать заключение.

Разработка функциональной модели ЭИЛ производилась в следующей последовательности:

- разработка функциональных моделей, соответствующих ЭИЛ, на первом этапе работ на глубину двух иерархических уровней: A-0 (TOP-диаграмма) и A0 (первая декомпозиция);
- на втором этапе — разработка подробной модели функции — «Электроискровое легирование» на глубину A2.

Результаты первого этапа позволяют оценить:

- степень охвата всех операций, входящих в технологический процесс электроискрового легирования поверхности;
- связность между собой трех рассматриваемых функций процесса (диаграмма АО).
Результаты второго этапа позволяют объективно оценить:

- состав объектов процесса ЭИЛ (нормативной документации, оборудования, приспособлений, инструмента, условий обработки);
- выявить управляемость отдельных операций и процесса в целом;
- проанализировать внутренние связи между функциями процесса.

Изучение разработанных функциональных моделей позволяет дать следующие оценки.

1. На диаграмме АО есть 4 граничные стрелки, которые не изображены на диаграмме верхнего уровня (стрелки, имеющие на конце квадратные скобки).

2. На диаграмме А2 у функции «Зажим заготовки» отсутствует стрелка управления и четыре туннелированные связи (имеющие на конце квадратные скобки).

3. Отсутствуют обратные связи по управлению, когда выход нижестоящей функции управляет вышестоящей работой.

4. Отсутствует нормативная база (стандарты, правила, рекомендации), регламентирующая процесс обработки поверхностей электроискровым легированием.

Перечисленные недостатки свидетельствуют о том, что процесс электроискрового легирования поверхности — слабоуправляемый и во многом стохастичный. Для устранения недостатков необходимо разработать функциональную модель в режиме TO BE («как должно быть»), что позволит определить ряд конкретных действий, направленных на повышение эффективности процесса ЭИЛ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубейковский В. И. Практика функционального моделирования с AIFusion Process Modeler 4.1. — М: Диалог-МИФИ, 2004. 464 с.
2. Р 50.1.028 2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования.
3. В е р х о т у р о в А. Д. Формирование поверхностного слоя металлов при электроискровом легировании. Владивосток: Дальнаука, 1995. — 323 с.