

УДК 621.7.044

В.В. ТРЕТЬЯК, А.Ю. КОМАРОВ, С.А. СТАДНИК

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Украина

ВОПРОСЫ СИНТЕЗА И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ

Необходимость получения деталей все более сложных форм приводит к использованию импульсных технологий и на их базе созданию универсальных алгоритмов для синтеза и проектирования новых технологических процессов в автоматическом или полуавтоматическом режимах. Разработка таких алгоритмов и их оптимизация позволит перейти от одно- к многопереходной штамповке, которая максимально использует ресурсы пластического течения материала, а также дает возможность на ранних этапах проектирования определять необходимость использования, вид специальных приемов и их параметры. Анализируются возможности оптимизации технологических процессов с помощью универсальных способов. Представлена схема и алгоритм оптимизации за счет использования специальных приемов.

Ключевые слова: импульсная штамповка листовых деталей, многопереходная штамповка, специальные приемы, синтез и оптимизация.

Введение

Ресурс двигателя в целом в большой мере определяется долговечностью входящих в него узлов и деталей. В свою очередь, долговечность деталей определяется условиями их работы и методом их получения. В частности, при изготовлении деталей зачастую возникают дефекты сплошности материала, такие как деформационная пористость при штамповке, термоэрозионная пористость в сварных швах, пористость при литье и т.д.

При тяжелых условиях работы, ударных нагрузках и других неблагоприятных факторах, характерных для узлов авиационных двигателей, такие дефекты могут привести к возникновению и развитию усталостных трещин, уменьшению срока работы агрегатов, снижению ресурса или полному разрушению.

1. Методы уменьшения дефектов у авиационных деталей

Для снижения влияния дефектов сплошности в авиадвигателестроении предусмотрены различные методы упрочняющей обработки, в частности, импульсные высокоэнергетические методы обработки давлением. Обычная технология объемного упрочнения, как правило, является слишком дорогой, и в то же время не обеспечивает полного использования возможностей металла.

Импульсное нагружение позволяет реализовать деформационное упрочнение не только в поверхно-

стном слое, но и по всей глубине детали. При этом повышается твердость, предел прочности и предел текучести, что в конечном итоге благоприятно сказывается на ресурсе двигателя.

Вторым путем по увеличению ресурса авиадвигателя может быть снижение количества сварных швов в тонколистовых деталях сложной, зачастую несимметричной, формы с большой глубиной вытяжки.

Большое количество таких деталей в настоящий момент получают свариванием отдельных ранее отштампованных частей, что связано с невозможностью получения детали обычной штамповкой.

Наличие сварных швов обуславливает дополнительные операции по контролю их качества и негативно сказывается на усталостной прочности. Импульсные методы позволяют более полно использовать свойства пластичности при штамповке, и, как следствие, реализовать большую степень вытяжки.

2. Методы оптимизации технологического процесса

Использование специальных приемов позволяет получать сложные детали с уменьшением количества сварных швов либо цельными, из одной заготовки, за счет набора или перераспределения материала при штамповке. Для этих целей применяют специальные приемы (рис. 1).

Набор материала предполагает наличие двух переходов: На первом переходе предварительно вытягивают листовую заготовку до получения необхо-

димой площади с равномерным распределением утонений, а на втором переходе получают заданную

конфигурацию детали путем растекания этой поверхности по матрице (рис. 1, а, б).

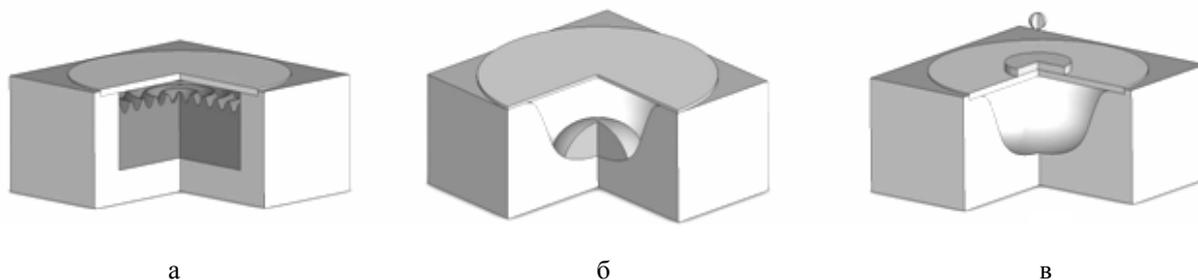


Рис. 1. Типовые схемы специальных приемов:
а, б – набор материала, в – присоединенная масса

При штамповке деталей типа «обечайка» периферийная часть заготовки вследствие больших сил трения в зоне контакта с матрицей не участвует в деформировании, а центральная часть получает большие утонения.

Применение такого специального приема как присоединенная масса (рис. 1, в), позволяет вовлечь фланцевую часть заготовки в область деформирования и за счет этого увеличить максимальную глубину вытяжки и также равномерное распределение толщины заготовки.

3. Алгоритм разработки технологического процесса с помощью специальных приемов

1. Анализ рабочего чертежа детали и технических требований.
2. Анализ технологичности:
 - анализ серийности выпуска;
 - выбор способа штамповки.
3. Выбор вида заготовки: плоская, пространственная, толщина, схема раскроя.
4. Выбор оборудования и оснастки (вид штампов – простые, совмещенного, последовательного действия; по усилию/работе, по габаритам).
5. Расчет потребного количества переходов (по коэффициенту вытяжки).
6. Проектирование чертежа заготовки (КИМ, размеры).
7. Проектирование ТП:
 - разработка плана ТП,
 - установление порядка термообработок;
 - составление эскизов операций;
 - назначение расчет режимов (вид передающей среды, масса и вид заряда, расчет усилия прижима, усилие деформирования, потребная энергия, припуски для обрезки, пооперационные диаметры и толщины, глубина вытяжки);
 - расчет штамповой оснастки (уклоны, радиу-

сы, перетяжные ребра, размеры полости, толщина стенки штампа).

8. Цикл корректировки параметров ТП:
 - расчет утонений;
 - расчет деформаций;
 - расчет НДС;
 - проверка соответствия параметров;
 - корректировка параметров ТП или плана ТП.
9. Экспериментальная проверка и производство опытной партии.
10. Корректировка параметров ТП или плана ТП.
11. Оформление технологической документации.

Технологические процессы штамповки можно проектировать различными методами, в том числе такими прогрессивными как импульсные. При проектировании необходимо использовать научные знания и накопленный опыт практики штамповки, благодаря созданию типовых деталей, обладающих соответствующими общими элементами и их свойствами.

При проектировании структуры технологических процессов импульсной штамповки эффективно использовать групповые и типовые технологические процессы.

Групповые процессы используют для деталей, различных в конструктивном отношении, но подобных в технологическом плане.

Такие детали, несмотря на сложность описания и различную иерархическую структуру, имеют один и тот же алгоритм описания конструкторско-технологических признаков (рис. 2).

На основе выбранного множества деталей можно выделить группу. А на основе признаков входящих в группу деталей может быть разработана комплексная деталь, включающая все типы элементов, встречающихся у деталей этой группы (рис. 3).

Описание этой детали и используется для проектирования ТП [2].



Рис. 2. Иерархичность описания КТП детали

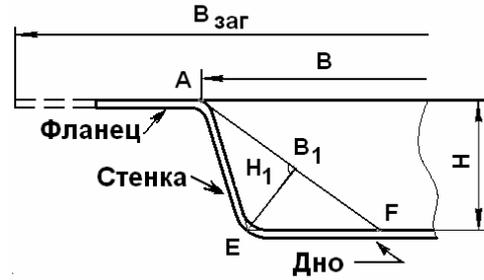


Рис. 3. Эскиз комплексной детали

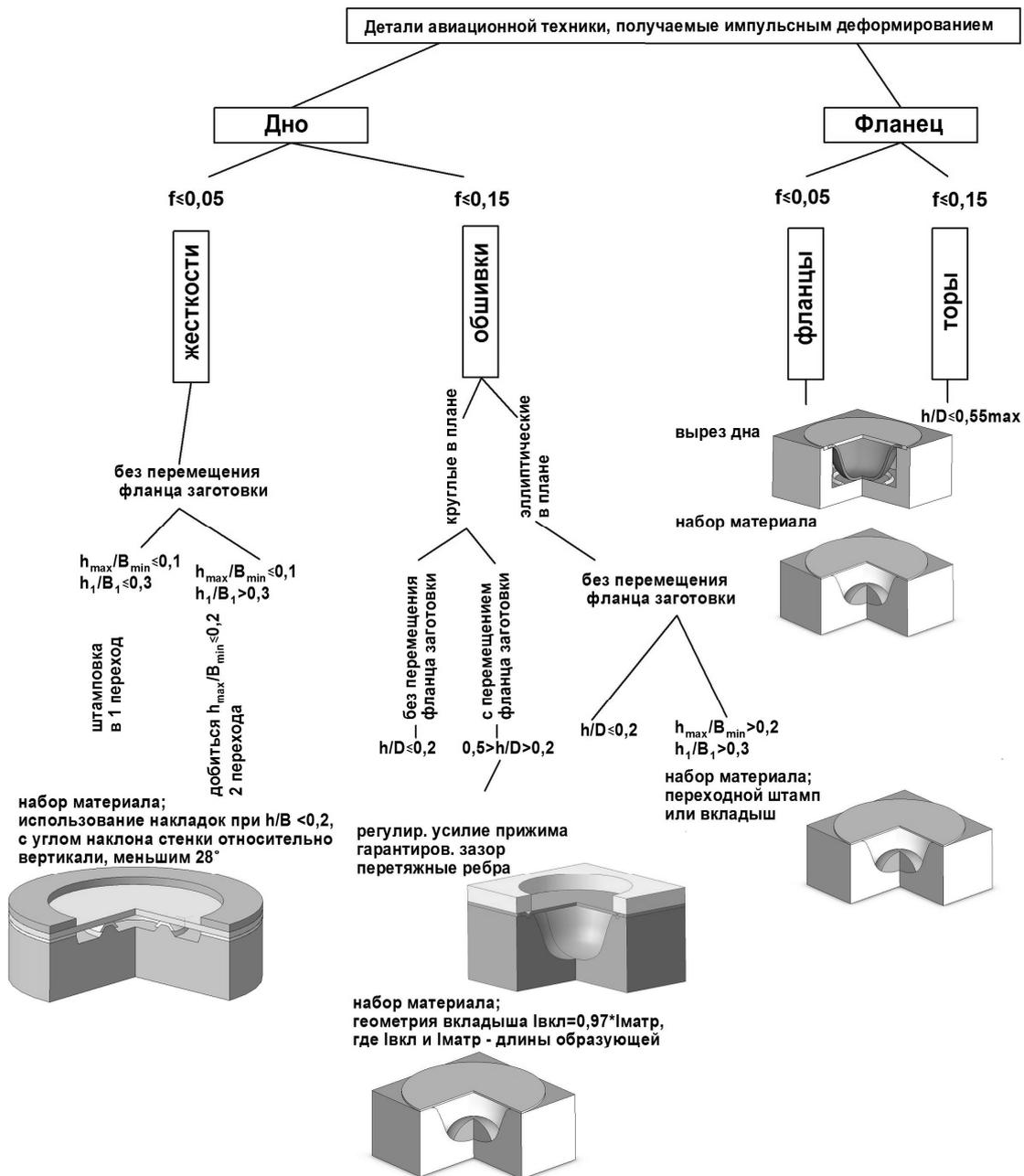


Рис. 4. Алгоритм выбора специальных приемов для деталей, содержащих один элемент генеральной формы

Так как в настоящее время отсутствуют общепринятые (по ГОСТ) определения элементов детали, целесообразно ввести следующие обозначения:

«Стенка» – базовый элемент поверхности листовой детали, определяющий его пространственную форму.

«Дно» – развитая во внутреннюю сторону от стенки плоская поверхность или близкая к ней поверхность, пересекающая дно детали. «Дно» может иметь вырез.

«Фланец» – развитая в наружную сторону от стенки.

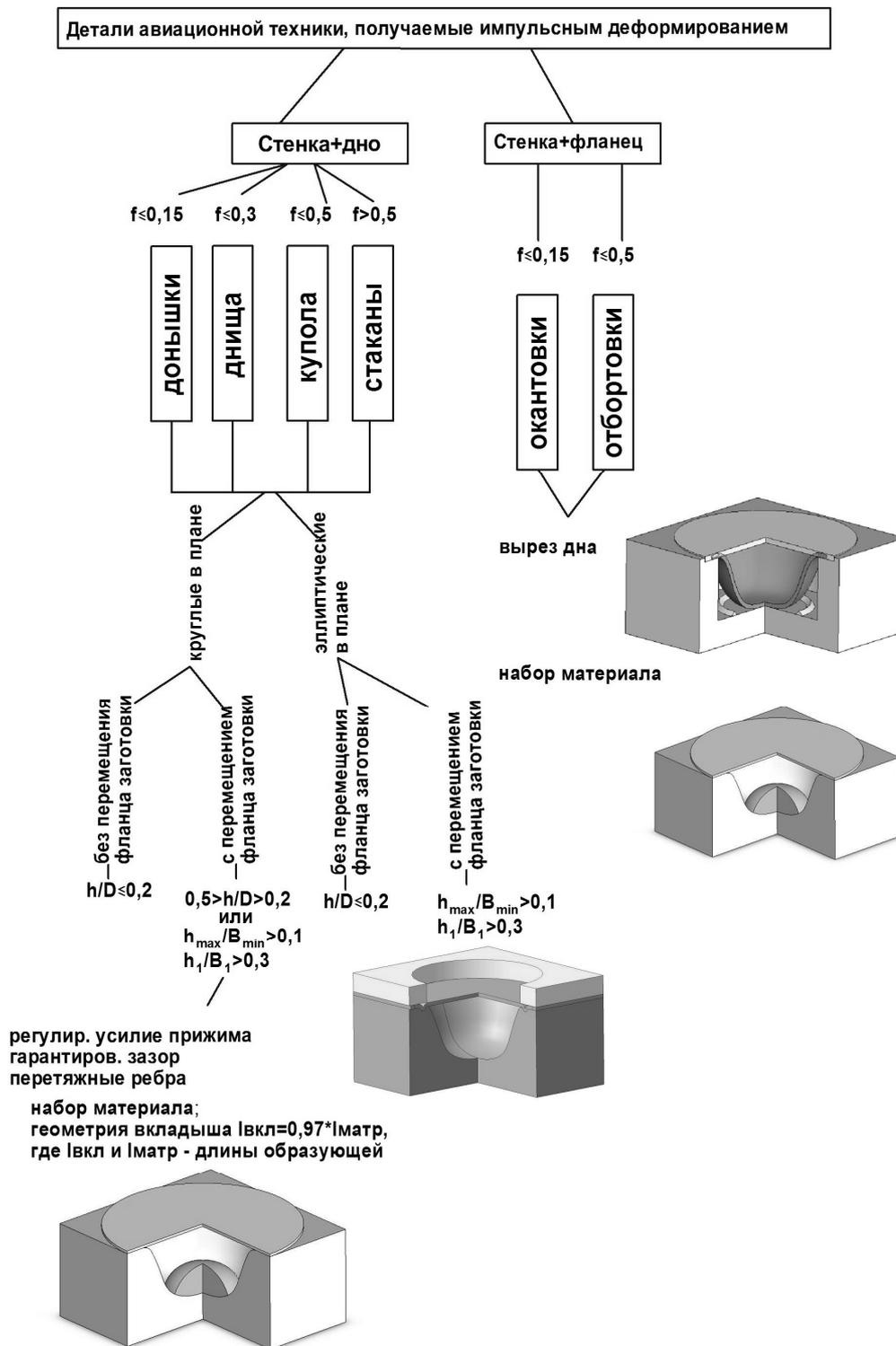


Рис. 5. Алгоритм выбора специальных приемов для деталей, содержащих два элемента генеральной формы

На основании знаний эксперта разрабатываются графы с простановкой в соответствующих местах на его ребрах условий выбора технологических решений.

Сам такой граф в целом также имеет условия своего применения (рис. 4, 5).

На основе этой информации можно сформировать программные средства – базы знаний [1], которые затем используются при проектировании ТП.

Данный алгоритм может быть легко осуществим в среде СПРУТ – ТП [2].

Литература

1. Третьяк В.В. Объектный подход к проектированию ресурсосберегающих импульсных технологий / В.В. Третьяк // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2006. – №3 (29). – С. 26-31.

2. Евгеньев Г.Б. Систематология инженерных знаний: учеб. пособие для вузов / Г.Б. Евгеньев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 346 с.

Поступила в редакцию 15.05.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.К. Борисевич, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков

ПИТАННЯ СИНТЕЗУ І ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ

В.В. Третьяк, О.Ю. Комаров, С.А. Стадник

Необхідність отримання деталей все більш складних форм приводить до використання імпульсних технологій і на їх базі створенню універсальних алгоритмів для синтезу і проектування нових технологічних процесів в автоматичному або напівавтоматичному режимах. Розробка таких алгоритмів і їх оптимізація дозволить перейти від одно- до багатоперехідного штампування, яке максимально використовує ресурси пластичного перебігу матеріалу, а також дає можливість на ранніх етапах проектування визначити необхідність використання, вид спеціальних прийомів і їх параметри. Аналізуються можливості оптимізації технологічних процесів за допомогою універсальних способів. Представлена схема і алгоритм оптимізації за рахунок використання спеціальних прийомів.

Ключові слова: імпульсне штампування листових деталей, багатоперехідне штампування, спеціальні прийоми, синтез і оптимізація.

QUESTION OF SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF IMPULSIVE TREATMENT

V.V. Tretyak, A.Yu. Komarov, S.A. Stadnik

Necessity of receipt of details more difficult forms results in the use of impulsive technologies and on their base to creation of universal algorithms for the synthesis and planning of new technological processes in the automatic or semi-automatic modes. Development of such algorithms and their optimization will allow to go across from one to the multitransitional stamping, which maximally uses the resources of plastic flow of material, and also enables on the early stages of planning to determine a necessity of the use, type of the special receptions and their parameters. Possibilities are analysed of optimization of technological processes by the universal methods. A chart is presented and algorithm of optimization due to the use of the special receptions.

Key words: impulsive stamping of sheet details, multitransitional stamping, special receptions, synthesis and optimization.

Третьяк Владимир Васильевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: lmint_khai@rambler.ru.

Комаров Алексей Юрьевич – аспирант кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: lmint_khai@rambler.ru.

Стадник Степан Александрович – аспирант кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, инженер ОАО «МоторСич» Украина, e-mail: lmint_khai@rambler.ru.