

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ МАЛОУХОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ САМОЛЕТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Основой разработки технологии, выбора оборудования и оснастки является классификация самолетных деталей, получаемых объемной штамповкой.

Нами разработана классификация горячештампованных деталей в соответствии со следующими обобщающими и разделяющими признаками: форма детали, характерные размеры детали и их соотношения, материал заготовки, спецтребования, особенности производства и др. Горячештампованные детали объединены в девять групп от осесимметричных, симметричных вдоль оси до несимметричных с оребрением, замкнутого и открытого контура: стойки, фитинги, кронштейны, накладки и окантовки, фланцы, коробчатые и корпусные детали и др.

Для определения энергосиловых параметров разработана обобщенная схема, которая в большинстве охватывает все группы деталей с учетом применяемости. Анализ применяемости деталей разных групп классификатора показал, что наиболее часты детали осесимметричные: сквозные или глухие, характерные для жидкостно-газовых систем, и детали типа фитингов, кронштейнов, коробок, характерные для корпусных элементов нерегулярных и переходных зон. Наиболее общим признаком при этом служит наличие толстых и тонких ребер и полотен. Наиболее общими схемами деформирования для перечисленных деталей является прямое и обратное выдавливание в сложные кольцевые и удлиненные прямолинейные щели, закрытая и открытая прошивка, ковка, разделительные операции сдвигом и клиновидным инструментом. При этом следует отметить, что с целью повышения КИМ рационально отказаться от штамповочных уклонов и радиусов, но с точки зрения минимальных затрат энергии при заданной стойкости штампов необходимо установить их оптимальными, при этом одновременно решить вопрос об оптимальной геометрии инструмента и оснастки.

Анализ описанных схем деформирования позволил синтезировать обобщенную, которая представляет собой схему внедрения прямоугольного пуансона бесконечной длины в полубесконечное пространство. При этом переходные зоны от торца к вертикальным плоскостям

описываются произвольной формой. Конкретные требуемые схемы деформирования определяются из обобщенной наложением соответствующих граничных и начальных условий.

Данная обобщенная схема пригодна для анализа разделительных операций и листовой штамповки пережающими средами.

С использованием обобщенной схемы и синтезированной по ней механико-математической модели разработано программное обеспечение для решения получаемых вариационных задач на входном языке программирующей системы "ПОЛЕ". На данном этапе исследований возможности структурного метода, являющегося основным для системы "ПОЛЕ", в плане построения кинематически возможных полей скоростей, не использовались. Привлечение их планируется в дальнейшем, причем за основу предлагается рациональным взять регионально-структурный метод, объединяющий идеи метода R -функций и МКЭ. В созданном программном обеспечении использованы возможности системы "ПОЛЕ" для задания геометрической информации о формах деформирующего инструмента и зоны пластической деформации; численного интегрирования (метод Гаусса) в областях произвольной геометрической формы; графического представления результатов расчетов в виде картин линий уровня, изолиний, графиков, а также вывода расчетной информации в виде таблиц.

Для описания геометрической информации в задачах использована методика построения аналитических функций вида $\omega(x, y)$ принимающих на границе объекта нулевые значения (метод R -функций). При этом разработаны алгоритмы и программы, позволяющие динамически управлять функцией $\omega(x, y)$ в ходе решения задач пластического формоизменения, что может послужить основой для дальнейших исследований в области объемной штамповки, высадки и других технологических операций малоотходного деформирования.

Созданное программное обеспечение имеет универсальный характер и позволяет в рамках разработанной механико-математической модели проводить анализ энергосиловых параметров процесса деформирования при произвольной форме инструмента (оснастки), проводя в его ходе оптимизацию по характерным геометрическим параметрам.

Решение получаемых вариационных задач ведется методом перебора, с шапом, по варьируемым параметрам. В дальнейшем планируется использование для этих целей более эффективных методов (например, градиентных), что позволит существенно уменьшить вычислительные затраты на получение результата.

Проведена отладка и тестирование созданного программного обе-

спечения, подтвердившие стабильность его работы и достоверность получаемых результатов. Решение тестовых задач пластического деформирования показало достаточно хорошее соответствие результатов, полученных на основе созданной механико-математической модели с известными данными, полученными экспериментально и по другим методикам.