

М.К.Добровольская, канд.техн.наук
(СКТБ АТП НПО "Ритм")

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАСКРОЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА В САПР ХОЛОДНОШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Одним из прогрессивных направлений совершенствования технологической подготовки производства является автоматизация конструкторско-технологического проектирования на базе применения математических методов моделирования процессов проектирования и современной вычислительной техники. Внедрение автоматизированных методов проектирования позволяет сократить сроки технической подготовки производства, повысить качество проектных работ и долю творческого труда конструктора и технолога за счет освобождения их от выполнения часто повторяемых типовых процедур проектирования и трудоемких расчетов.

В Министерстве тракторного и сельскохозяйственного машиностроения в настоящее время разрабатывается система автоматизации проектных работ (САПР) холодноштамповочного производства, которая предусматривает частичную или полную автоматизацию всех основных этапов технологического проектирования соответствующего вида производства: отработку штампуемых деталей на технологичность, проектирование схем и технологии раскроя листового материала, технологии штамповки, конструирование штампов и проектирование технологии их изготовления, включая подготовку программ для обработки деталей штампов на станках с ЧПУ. САПР холодноштамповочного производства состоит из ряда подсистем, каждая из которых обеспечивает автоматизацию проектирования на одном из этапов технологической подготовки производства.

Автоматизация раскроя листового материала обеспечивается подсистемой РАСКРОЙ, которая состоит из следующих компонентов:

- автоматизированное проектирование раскроя полосы (ленты) при штамповке (компонент УКЛАДКА);
- автоматизированное проектирование схем и технологии раскроя листа на заготовки (компонент РАСКРОЙ ЛИСТА);
- автоматизированное проектирование схем и технологии раскроя рулонного материала на заготовки (компонент РАСКРОЙ РУЛОНА).

Структура компонентов и применяемые методы организации автоматизированного проектирования позволяют автономно ис-

пользовать компоненты для автоматизации решения отдельных задач проектирования и обеспечивают возможность совместного функционирования компонентов в подсистеме РАСКРОЙ.

Компонент УКЛАДКА включает решение на ЭВМ следующих задач технологического проектирования:

- определение параметров раскроя полосы (ленты) при штамповке (шаг подачи, ширина полосы, количество деталей из заготовки, ориентация детали в полосе и т. п.);

- раскрой листа на полосы одинаковой ширины с определением нормативных показателей раскроя материала (норма расхода материала на деталь, коэффициент раскроя, коэффициент использования материала, размеры остатков);

- определение технологических параметров заготовительной операции (расчет усилия резки, выбор оборудования, упоров, мерительного инструмента и т. п.);

- формирование карты технологического процесса раскроя и отрезки заготовок на деталь;

- определение технологических параметров разделительной операции штамповки (расчет центра давления штампа, определение усилия вырубки, габаритов штампа, выбор оборудования и т. п.);

- формирование операционной карты холодной штамповки и карт эскизов укладки деталей в полосе и раскроя листа на полосы.

Исходными данными для проектирования служат описание геометрии детали, представленное в цифровом виде, и общие сведения о детали. В процессе автоматизированного проектирования по исходному описанию геометрии детали формируется таблица координатных параметров детали, которая содержит упорядоченное множество значений координат центров дуг окружностей контура и граничных точек отрезков контура детали в заданной системе координат. При определении параметров раскроя полосы (ленты) при штамповке контур детали последовательно поворачивается в полосе на небольшой угол. Сдвигом контура вдоль оси x -ов строится второй по шагу контур детали, сдвигом вдоль оси y -ов - контур очередного ряда штамповки*. По результатам построений определяются текущие значения ширины

* При разработке программ укладки деталей в полосе использованы методика и программы, разработанные в Научно-исследовательском институте прикладной математики и кибернетики Горьковского государственного университета.

полосы, шага штамповки, расстояния между рядами и вычисляются нормативные показатели раскроя. В результате перебора возможных вариантов размещения детали в полосе запоминаются шесть лучших вариантов укладки детали, обеспечивающие меньшую норму расхода материала на деталь. Компонент УК-ЛАДКА позволяет производить промежуточный контроль технологическими результатами автоматизированного проектирования. На этой стадии технолог может дать указание ЭВМ продолжать процесс проектирования для укладки, обеспечивающей минимальную норму расхода материала, либо указать другую схему укладки (из числа лучших), которая, по его мнению, более технологична. Проектирование технологии заготовительной и разделительной операций штамповки ведется для указанной схемы укладки детали в полосе.

Результаты проектирования выводятся на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) и на графопостроитель. На АЦПУ печатается табуляграмма параметров раскроя, в которую сводятся все основные характеристики раскроя (ширина и длина полосы, шаг штамповки, норма расхода на деталь, коэффициент использования материала и т. п.), карта технологического процесса раскроя и отрезки заготовок на деталь, операционная карта холодной штамповки. На графопостроителе вычерчиваются схемы раскроя полосы при штамповке и раскроя листа на полосы.

Компонент РАСКРОЙ ЛИСТА обеспечивает автоматизированное проектирование раскроя листа на полосы одинаковой ширины для штамповки одной детали и комбинированного раскроя на прямоугольные заготовки для штамповки заданного набора деталей с использованием отходов. В первом случае исходными данными для проектирования служат параметры листа (длина, ширина, толщина, масса) и параметры раскроя полосы при штамповке (ширина полосы, шаг штамповки). Во втором – параметры листа, параметры раскроя полосы для последовательной штамповки деталей или размеры прямоугольных карт для штучных заготовок. При решении задачи на ЭВМ рассматриваются различные варианты комбинированного раскроя листа с применением метода линейного программирования для решения задачи оптимального раскроя материала. Из множества возможных вариантов выбирается тот, который обеспечивает наилучший коэффициент использования материала. Результаты проектирования выводятся на АЦПУ в виде комплекта карт технологического процесса раскроя и отрезки заготовок на деталь.

Компонент РАСКРОЙ РУЛОНА решает следующие задачи: формирование комплектов одновременно раскраиваемых деталей

из группы деталей одной марко-толщины материала; выбор наилучшего варианта раскроя; проектирование вариантов схемы раскроя рулонной стали на заготовки с расчетом нормативных показателей раскроя; формирование карт технологического процесса резки рулона на заготовки для наилучшего варианта раскроя.

Исходными данными для автоматизированного проектирования служат следующие данные о каждой детали группы: обозначение детали, площадь детали, шаг штамповки, ширина заготовки, рядность, количество деталей на изделие. В группу объединяются детали одного изделия одинаковой марко-толщины материала.

Автоматизированное проектирование начинается с формирования комплектов одновременно раскраиваемых заготовок, объединенных общей схемой раскроя рулонной стали, и определения допустимых вариантов раскроя рулона для каждого комплекта. В зависимости от количества деталей в группе комплекты одновременно раскраиваемых деталей формируются либо перебором всех возможных сочетаний заготовок (для групп, объединяющих до 11 деталей), либо путем направленного перебора сочетаний заготовок, который обеспечивает выборочное формирование комплектов.

В качестве наилучшего выбирается вариант раскроя, обеспечивающий минимальное значение коэффициента раскроя.

Автоматизированное проектирование технологии резки рулонной стали на заготовки базируется на типовом технологическом процессе соответствующей операции. В программе доработки типового технологического процесса резки используются результаты расчета нормативных показателей раскроя материала, вычисляется усилие резки рулона на заготовки, производится выбор оборудования для резки рулона.

Результаты автоматизированного проектирования схемы и технологии раскроя рулонной стали оформляются в виде комплекта документов, которые печатаются на АЦПУ. Комплект включает следующие документы: "Ведомость деталей к типовому технологическому процессу холодной штамповки"; "Карта эскизов".

В карте эскизов печатаются схема расположения лент в рулоне и таблица, в которой указывается: обозначение детали; номер ее на эскизе; масса детали; количество деталей на изделие; ширина заготовки (ленты); масса заготовки; количество деталей из заготовки; норма расхода на деталь; коэффициент использования материала; коэффициент раскроя рулонной стали.

В настоящее время описанные компоненты подсистемы РАС-КРОЙ автономно внедрены на ряде предприятий Министерства тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Эффек-

тивность внедрения для одного предприятия составляет в среднем 15–20 тыс. руб. Дальнейшее развитие работ по автоматизации проектирования раскроя листового материала ведется как в направлении совершенствования автоматизированного проектирования, так и в направлении комплексного объединения компонентов в подсистему РАСКРОЙ, что позволит значительно повысить эффективность внедрения этих работ на предприятиях отрасли.

УДК 621.983:621.787

И.Г.Добровольский, канд.техн.наук
(БПИ), В.С.Шляховой, инженер
(НИИтехноприбор, г. Смоленск)

МЕТОД ИСПЫТАНИЯ СИЛЬФОННЫХ ТРУБОК-ЗАГОТОВОК

Сильфоны в настоящее время находят широкое применение в узлах и приборах точной механики. Материал исходных сильфонных трубок-заготовок должен удовлетворять ряду требований, которые обусловлены технологическими и эксплуатационными факторами. С целью получения информативной оценки механических свойств материала, характеризующих его способность к упрочнению и предельные пластические свойства, проводятся испытания сильфонных трубок-заготовок. Поскольку механические свойства материала, оцененные в ходе испытания образцов в условиях нагружения, отличающихся от реальных, не учитывают полностью процессов, происходящих в металле при его деформировании [1], постольку используемый метод испытаний должен по возможности соответствовать условиям деформирования, имеющим место при изготовлении сильфонов.

Напряженное состояние в стенке трубки-заготовки при формообразовании сильфонов является плоским, причем одна из компонент напряжения, действующая в окружном направлении, всегда растягивающая и по своей величине является преобладающей [2]. Вторая компонента напряжений, действующая в осевом направлении трубки-заготовки, может быть как растягивающей, так и сжимающей в зависимости от соотношения внутреннего давления жидкости и осевой сжимающей силы. Соотношение нагрузок на различных стадиях формообразования сильфона может изменяться в достаточно широких интервалах. Тем не менее существует общая особенность напряженно-деформированного состояния, заключающаяся в том, что основная активная де-