

УДК 004.78

Е.П. КИРИЧУК*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***МЕТОДИКА ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ**

Разработана методика создания баз знаний для интеллектуальной поддержки принятия решений технологическим цехом листовой штамповки при решении неформализуемых подзадач выбора оборудования.

листоштамповочное оборудование, технологическая подготовка производства, технологический процесс, база знаний, входные и целевые признаки, искусственный интеллект, автоматизация

Введение

В настоящее время перед авиационными предприятиями стоит задача повышения эффективности и качества производства. Это можно обеспечить, благодаря использованию автоматизации технологической подготовки производства. Одним из наиболее используемых процессов в самолетостроении является листовая штамповка.

Широкое использование в производстве процессов холодной листовой штамповки, повышение требований к качеству проектов, необходимость подготовки этих проектов в наиболее короткие сроки – все это явилось причиной для интенсивного развития исследований и научно-технических разработок в области создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений в технологической подготовке производства (ТПП). Поэтому создание методики выбора листоштамповочного оборудования для последующей автоматизации этого процесса является актуальной задачей.

На предприятиях затруднен оптимальный выбор оборудования и вариантов его сочетаний в связи с отсутствием систематизированной информации о технологических возможностях и конструктивных особенностях листоштамповочного оборудования. Существенными преимуществами автоматизации выбора оборудования являются выполнение рутинных процессов и подготовка информации с помощью средств электронной обработки данных, по-

вышение качества и эффективности ТПП, возможность оптимизации технологического маршрута, выбора оборудования для конкретной детали. С помощью автоматизированной системы можно определить последовательность технологических переходов, обеспечивающую минимальное время изготовления партии деталей, выбрать оборудование, обеспечивающее минимальную стоимость при удовлетворении требований техпроцесса, определить минимальный период окупаемости оборудования.

1. Постановка задачи

Процесс ТПП состоит из эвристических и формализованных методов. Эвристические методы базируются на различных идеях, интуитивном мышлении, и их автоматизация возможна с использованием методов искусственного интеллекта (ИИ). Формализованные методы, которые основываются на физико-математических закономерностях, широко используются при автоматизации ТПП.

Перед тем как выбрать оборудование, необходимо решить задачу проектирования технологического процесса. Производственное задание выбора оборудования для технологической подготовки листоштамповочного производства заключается в выборе пресса для каждого этапа технологического процесса листовой штамповки. Необходимо создать методику выбора оборудования для листовой штампов-

ки, а также методику решения выделенных подзадач.

2. Решение задачи

Обзор существующих СППР, таких, как СПРУТ, TechnoPro, Unigrafics, T-Flex, показал, что задача технологической подготовки и, в частности, задача выбора листоштамповочного оборудования исследованы недостаточно. Автоматизация заключается в том, что технологу предоставляется возможность выбора оборудования из предложенного списка, при этом интеллектуальной поддержки он не получает.

Анализ предметной области показал, что при выборе пресса технолог исходит из следующих соображений:

- необходимо определить последовательность выполняемых операций;
- тип пресса и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- усилие, создаваемое прессом, должно быть равно или несколько больше усилия, требуемого для штамповки;
- мощность пресса должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- закрытая высота пресса должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа.

Таким образом, методика выбора оборудования для листовой штамповки состоит в следующем:

- 1) проектирование технологического процесса;
- 2) выбор типа пресса для операций листовой штамповки;
- 3) расчет усилия и мощности штамповочной операции, выбор пресса по усилию, мощности и закрытой высоте пресса.

Первая и вторая задачи являются неформализуемыми, а третья – формализуемой. При проектировании технологического процесса и выборе типа обо-

рудования технолог должен использовать свой опыт и интуицию, так как для решения этих задач необходимо учитывать много факторов: сложность детали, стоимость детали, сроки исполнения заказа, наличие оборудования на заводе, его исправность. Все исходные данные – разных типов. Очень часто оценка производственной ситуации субъективна, так как технолог не в состоянии обзреть и учесть при принятии решения все источники информации. А зачастую хороших источников необходимой информации нет (нет полной информации, или она труднодоступна, или неоперативна). Также некоторые данные технологом не могут быть указаны достоверно, а только с каким-то показателем достоверности.

При выборе типа оборудования необходимо учитывать, какая технологическая операция будет на нем выполняться. Поэтому эта задача декомпозируется на частные подзадачи – выбор типа оборудования для следующих операций листовой штамповки: вырубка; пробивка; зачистка; чистовая вырубка, пробивка и др.

Так как указанные выше задачи являются неформализуемыми, то для автоматизации процесса выбора оборудования необходимо использовать интеллектуальную систему поддержки принятия решений (СППР). Основой СППР является база знаний (БЗ), в которой хранится информация о предметной области. Перед тем как СППР будет поддерживать технолога при решении неформализуемых задач, БЗ необходимо обучить, что является нетривиальной задачей. При обучении БЗ необходимо решить следующие вопросы:

- какие источники знаний использовать;
- как извлечь знания из источников;
- как долго обучать БЗ.

Расчет усилия и мощности операции выполняется по известному алгоритму с использованием справочников технолога.

Подбор пресси по усилию осуществляют следующим образом. Усилие, необходимое для выполнения технологической операции, находят по соответствующим формулам. Определяют усилие сжатия буферов и выталкивателей, суммируют с технологическим усилием и сравнивают с нормальным усилием прессы.

Обычно при выборе прессы расчетное усилие не соответствует точно номинальному усилию, поэтому пресс берут несколько большего усилия, чем требуется по расчету. Применение более сильного прессы обеспечивает повышенную жесткость, а следовательно, и большую стойкость штампов. Некоторый избыток усилия против расчетного предохраняет от поломки при случайном попадании более толстой заготовки.

После выбора прессы по усилию необходимо проверить пригодность прессы по мощности.

Следует иметь в виду, что правильная загрузка прессы по усилию не всегда приводит к правильной загрузке по мощности. Так, например, если расчетное усилие вырубки превышает номинальное усилие прессы, то в таком случае обычно применяют вырубку штампами со скосом режущих кромок. Однако уменьшение усилия сопровождается не уменьшением, а увеличением работы вырубки. Может оказаться, что при правильной загрузке по усилию пресс будет перегружен по мощности.

Закрытая высота прессы указывает на предельную высоту штампа, который может быть установлен на данном прессе.

Штамп, имеющий закрытую высоту большую, чем закрытая высота прессы, не может быть установлен на этот пресс, а если он и будет установлен в верхнем положении ползуна, то при пуске прессы может произойти его поломка.

Размер закрытой высоты штампа (в нижнем рабочем положении) должен находиться в пределах между наибольшим и наименьшим значениями закрытой высоты прессы.

Для решения неформализуемых задач создана методика построения БЗ [1], которая заключается в следующем:

1. Выбор входных признаков о предметной области. Для этого необходимо словесно описать производственную ситуацию и выделить те факторы, от которых может зависеть исход ситуации. При этом необходимо рассматривать различные ситуации и стараться учесть как можно больше нюансов решаемой задачи. В процессе обучения машина автоматически выбросит неинформативные признаки.

2. Выбор целевых признаков для решения поставленной задачи. Целевые признаки – это перечень всех возможных решений поставленной задачи.

3. Формирование сценарных примеров обучающих знаний (СПОЗ) с использованием необходимых источников знаний о предметной области [2]. Для этого необходимо, используя входные признаки, описывать логическую цепочку рассуждений технолога при решении производственной задачи. При этом цепочка рассуждений должна заканчиваться на каком-либо из вариантов заранее выбранных решений. В случае ошибки машина в процессе обучения подскажет, где произошел обрыв логических рассуждений. СПОЗ должны описывать то, как технолог решает поставленную задачу, то есть показывать сценарий действий технолога в конкретной производственной ситуации. В процессе формирования СПОЗ входные и выходные признаки могут редактироваться (добавляться новые, удаляться неинформативные признаки).

При проектировании технологического процесса первым этапом должен быть анализ экономической целесообразности применения специальных штампов. Для этого следует сравнить затраты, необходимые для освоения производства деталей, различными методами.

При разработке технологического процесса листовой штамповки необходимо стремиться к максимальному совмещению операций, т.е. к наименьше-

му количеству штампов, применяемых при изготовлении каждой детали. Однако при этом необходимо учитывать, что совмещение приводит к усложнению штампов. Поэтому выбор количества штамповочных операций должен осуществляться на основе анализа всех факторов и отыскания оптимального варианта.

Для проектирования технологического процесса листовой штамповки были выбраны следующие входные признаки:

- вид исходного материала – лист;
- вид исходного материала – полоса;
- вид исходного материала – штучная заготовка;
- форма контура детали – сложная;
- форма контура детали – простая;
- штамп простого действия;
- штамп совмещенного действия;
- штамп последовательного действия;
- штамп специальной конструкции;
- нужна резка на штучные заготовки или не

нужна.

В качестве целевых были выбраны следующие признаки:

- резка листа на полосы;
- резка полосы на штучные заготовки;
- чистовая вырубка, пробивка;
- вырубка, пробивка;
- зачистка.

Выбор прессов для листовой штамповки определяется прежде всего операциями, подлежащими выполнению, и конструкциями применяемых штампов.

На кривошипных прессах простого и двойного действия могут выполняться все штамповочные операции, кроме чистовой вырубке и пробивки. Но в случае оснащения кривошипных прессов дополнительными устройствами или применения штампов специальных конструкций эти операции могут также выполняться.

На кривошипные прессы устанавливаются любые штампы, на многопозиционных автоматах приме-

няют штампы простого или совмещенного действия, на автоматах тройного действия – штампы совмещенного действия.

Закрытые прессы применяют для выполнения операций, требующих повышенной жесткости прессы, а также в тех случаях, когда габаритные размеры штампа не позволяют установить его на открытых прессах.

Принципиальной отличительной особенностью закрытых прессов является более высокая точность штамповки.

Многопозиционные автоматы предназначены для последовательного выполнения различных штамповочных операций в массовом производстве. Они позволяют автоматизировать весь производственный процесс изготовления деталей, включая межоперационную транспортировку полуфабрикатов, уборку отходов и т.д.

Вырубные быстроходные автоматы предназначены для вырубки плоских заготовок из ленточного материала в условиях массового производства. На автоматы устанавливают штампы последовательного действия.

Прессы-автоматы тройного действия обеспечивают штамповку деталей повышенной точности с низкой шероховатостью поверхности среза.

Для выбора типа оборудования для операции вырубки, пробивки были выбраны следующие входные признаки:

- вырубка, пробивка;
- раскрой простой;
- раскрой многорядный;
- раскрой встречный;
- раскрой наклонный;
- заказ несрочный;
- заказ срочный;
- штамп простого действия;
- штамп совмещенного действия;
- штамп последовательного действия.

В качестве целевых были выбраны следующие признаки:

- открытый пресс;
- закрытый пресс;
- многопозиционный автомат.

Типы деталей, изготавливаемых чистовой вырубкой, обычно отличаются весьма сложной формой контура.

Чистовая вырубка с вдавливанием клинового ребра и поперечной осадкой заготовки осуществляется на гидравлических прессах тройного действия или механических прессах с гидравлическими устройствами. Эти прессы работают с небольшим числом ходов в минуту: пресс усилием 1000 Т – от 18 до 50, пресс усилием 400 Т – от 6 до 22. Скорость резания при чистовой вырубке составляет около 10 – 12 мм/с.

В связи с высокой стоимостью специальных гидравлических прессов применение их в мелкосерийном производстве или при ограниченном количестве деталей экономически неэффективно. В этом случае возможно выполнение способа чистовой вырубки на специально выделенном кривошипном прессе при условии весьма точного направления рабочих частей штампа. Необходимо, чтобы пресс был в хорошем состоянии, работал с небольшим числом ходов и обеспечивал скорость резания около 10 – 15 мм/с.

Для выбора типа оборудования для операции чистовой вырубки, пробивки были выбраны следующие входные признаки:

- чистовая вырубка, пробивка;
- штамп специальной конструкции;
- штамп совмещенного действия;
- штамп простого действия.

В качестве целевых были выбраны следующие признаки:

- закрытый пресс;
- автомат тройного действия.

Заключение

Таким образом, на основе экспертного анализа технологической подготовки листоштамповочного производства разработана методика выбора листоштамповочного оборудования, а также методика построения БЗ для решения неформализуемых подзадач, а именно, проектирование ТП и выбор типа прессы для выбранных этапов ТП. Согласно разработанной методике построения БЗ были изучены особенности выбора оборудования технологами и выделены входные и целевые признаки для построения БЗ. Полученные результаты используются для создания интеллектуальной интегрированной мультиагентной системы поддержки принятия технологических решений при выборе листоштамповочного оборудования. Эта система позволит автоматизировать процесс выбора оборудования, а также значительно сократить временные и денежные затраты на ТПП, обеспечит повышение качества ТПП за счет избежания субъективных ошибок, которые мог допустить технолог.

Литература

1. Киричук Е.П. Индуктивный подход к построению квантовой базы знаний для поддержки принятия технологических решений // Міжнародна конференція з індуктивного моделювання (МКІТ–2002). – Л.: Державний НДІ інформаційної інфраструктури. – 2002. – Т. 3. – С. 55 – 59.
2. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. – К.: Наук. думка, 2002.

Поступила в редакцию 31.03.04

Рецензент: канд. техн. наук, доц. И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков