

©Фролов Е.А., Носенко О.Г., Дерябкина Е.С.

## **ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ ФОРМ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ**

### **1. Введение**

В современных условиях конкурентоспособность техники и технологии определяется их отдачей. Поэтому сохраняется принятая в отечественной и мировой практике машиностроения тенденция постоянного совершенствования конструкции и поиск принципиально новых конструктивных решений при создании сложной техники путем более широкого набора свойств материалов (прочность, долговечность, стойкость), а также за счет усложнения конфигурации выполнения элементов конструкции, входящих узлов и всей конструкции в целом. Эта концепция реализуется посредством широкого применения штампованных листовых деталей сложной конфигурации из высокопрочных и труднодеформируемых материалов, что требует применения на листоштамповочных производствах эффективных технологических систем и методов интенсификации собственно процессов формообразования деталей.

### **2. Постановка проблемы**

Получение сложнорельефных тонколистовых деталей методами штамповки связано с совмещением в процессе штамповки таких технологических операций, как глубокая вытяжка, раздача с рельефной формовкой, пробивкой, вырубкой и отбортовкой. Эта проблема может быть решена методами статической и динамической штамповки на высокопроизводительном прессовом оборудовании в сочетании с приемами

интенсификации, собственно процесса формообразования, что позволит резко сократить количество операций и переходов при формообразовании, а также промежуточных термообработок.

### **3. Основной материал**

Управление силами контактного трения и их мобилизация для выполнения технологических функций значительно интенсифицирует процессы формообразования, и способствует наиболее рациональному перераспределению материала из определенного начального состояния (заготовка) в конечное (сложнорельефная тонколистовая деталь), и обеспечивает значительную технико-экономическую эффективность.

Нами из существующих методов интенсификации процессов листовой штамповки были выбраны три основные группы, которые могут быть эффективно применены при формообразовании сложнорельефных деталей из высокопрочных материалов.

Основу первой группы составляют способы, снижающие или увеличивающие силы трения за счет использования фрикционных и антифрикционных сред посредством физико-химической обработки поверхности заготовки. Среди них выделим следующие:

1. Применение эффективных жидких смазок из различных веществ [1, 2].
2. Применение тормозящих средств (антисмазок) для динамической штамповки и прокатки. В качестве антисмазок могут быть применены материалы в виде порошков и паст, твердость которых выше твердости поверхности инструмента (порошок корунда, окись алюминия, доменный шлак и гель кремнезема) [3].

3. Плакирование. Экспериментальные данные [4] свидетельствуют о том, что при обработке металлов давлением плакированные металлы ведут себя иначе, чем при тех же условиях однородные металлы. Плакирующий слой, играющий роль смазки, повышает технологичность основного материала, открывая возможность для деформирования его в холодном состоянии.

4. Применение специальных покрытий на штампуемых материалах способствует упрощению и ускорению технологического процесса, улучшению качества полученных деталей, облегчает скольжение, повышает степень деформирования материала. При обработке металлов давлением применяют фосфатные и оксалатные покрытия, пластизоль, оргазоль, полихлорвинил и т.д. [3]. Для конструкционных нержавеющих сталей и титановых сплавов наиболее эффективны металлические диффузионные пластифицирующие покрытия, получаемые из расплавов солей мягких металлов (медь, цинк) [5, 6]. Как показали исследования на конструкционных нержавеющих сталях (12X18H10T, 12X18H9T, 1X18H10T) использование медных и диффузионных покрытий, получаемых из расплавов солей, при статической и динамической глубокой вытяжке несколько снижает упрочнение, как на поверхности, так и в объеме металла, что дает возможность ужесточить режимы деформирования [5, 6].

Ко второй группе относим способы, управляющие силами контактного трения путем образования определенного профиля инструмента, обеспечивающие определенный характер механического сцепления заготовки с поверхностью инструмента, а именно:

- 1) формирующий конический прижим [7];
- 2) дополнительный сферический прижим [7];
- 3) расширение рифтов и «смягчение» перетяжных ребер;
- 4) применение тормозных ребер и перетяжных порогов [7, 8];
- 5) нарезка, накатка выступов [7];
- 6) гарантированный зазор между заготовкой и прижимом [7];
- 7) профилированный прижим [7];
- 8) подпор торца заготовки [9].

Первые три приема позволяют устранить складкообразование при увеличении степени вытяжки и меньшем утонении у дна изделия. Четвертый и пятый – устраняют «вырыв» фланца заготовки, образование гофров и «карнизов». В шестом и седьмом приемах значительно снижаются силы контактного трения между фланцем заготовки и прижимом. Но их применение

целесообразно лишь тогда, когда прижимное устройство предотвращает выпучивание фланца заготовки. В восьмом случае воздействие на кромку заготовки служит деформирующим усилием и позволяет регулировать процесс вытяжки в широких пределах. Давление подпора качественно изменяет поле напряжений в очаге деформаций вплоть до образования сжимающих напряжений во внутренней зоне фланца, дает возможность превратить динамическую вытяжку в процесс стационарный [10].

Третью группу объединяют способы, направленные на устранение вредного и создание полезного активного действия сил трения:

1. Процесс фрикционной вытяжки промежуточным эластичным кольцом. В этом случае к поверхности фланца прикладывают активные силы трения, направленные к центру. При сближении матрицы и прижима эластичное кольцо деформируется, и его материал выдавливается к центру. Течение вдоль поверхности с высоким коэффициентом трения вызывает появление активных сил трения, увлекающих заготовку в полость матрицы, тем самым значительно повышая степень вытяжки.

2. Предварительный выбор материала. Штамповка-вытяжка при неподвижном защемленном фланце, формовка глубоких рифов и т.д. сопровождается значительным утонением заготовки. Для предотвращения указанного недостатка производится предварительное оформление заготовки с применением жесткого или эластичного вкладыша [1].

3. Пакетная штамповка. Для осуществления вытяжки труднодеформируемых и тонкостенных листовых материалов, этот материал помещают между обкладками из мягкого материала, предварительно смазав поверхности. Сила трения между заготовкой и обкладками препятствуют гофрообразованию и способствуют увеличению степени вытяжки.

## **Выводы**

Анализ рассмотренных приемов (методов) интенсификации процессов штамповки листовых деталей из конструкционных сталей показал:

1. Наиболее эффективным методом интенсификации процессов формообразования деталей сложных форм является применение диффузионных мягких покрытий заготовок, получаемых из расплавов солей на основе меди и цинка.

2. Применение диффузионных мягких покрытий позволит значительно повысить штампуемость высокопрочных и труднодеформируемых материалов, за счет этого сократить количество операций штамповки, промежуточных термообработок и штамповой оснастки.

### **Список использованных источников:**

1. Цехмистер И. С. Теоретические основы производства деталей и сборки машин / И. С. Цехмистер. – Днепропетровск : ГИПОпром, 2005. – 220 с.

2. Кривов Г. А. Современные технологии обработки и сборки машин / Г. А. Кривов, В. В. Сухов, А. И. Бабушкин. – К.: Техника, 2003. – 143с.

3. Михин М. Н. Трение в условиях пластического контакта / М. Н. Михин. – М.: Машиностроение, 1988. – 104с.

4. Аркулов Г.Э. Совместная пластическая деформация разных металлов / Г. Э. Аркулов. - М.: Металлургия, 1974. – 271 с.

5. Кузнцов В. И. Применение пластифицирующего покрытия при глубокой вытяжке / В. И. Кузнцов, Ю. И. Катаев. – М.: Машиностроение, 1989. – 205 с.

6. Фролов Е.А. Интенсификация процесса пневмоударной листовой штамповки с использованием пластифицирующих покрытий заготовок / Е. А. Фролов // Авіаційно-космічна техніка і технологія :труди Нац. Аерокосмічного університету «ХАІ». – Х., 2002. – Вып. 31. – С. 150–154.

7. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. – Л. : Машиностроение, 1981. – 782с.

8. Бычков С. А. Концепции применения и реализации импульсных технологий в условиях опытного и серийного производства транспортных самолетов: дис. д-ра техн. наук / С. А. Бычков. – Х.: ХАИ, 1991. – 380 с.

9. Пневмоударная и статикодинамическая штамповка сложнорельфных листовых деталей упругими сферами : монографія / Е. А. Фролов, А. Я. Мовшович, И. В. Манаенков [и др.] ; Укр. гос. акад. ж-д трансп., Донбас. гос. машиностроит. акад. – Х.: [б. и.], 2010. – 287 с.

10. Крыжний Г. К. Исследование, разработка и внедрение штамповки листовых деталей двигателей летательных аппаратов на гидродинамических пресспушках с интенсификацией процессов мультипликацией давления : дис. канд. техн. наук / Г. К. Крыжний. – Харьков : ХАИ, 1979. – 200 с.

**Фролов Е.А., Носенко О.Г., Дерябкина Е.С.** «Выбор эффективного метода интенсификации процессов формообразования листовых деталей сложных форм из высокопрочных конструкционных сталей».

Проведен анализ приемов интенсификации процессов листовой штамповки за счет мобилизации или управления силами трения при пластическом деформировании. Определен наиболее эффективный метод интенсификации формообразования деталей сложной формы из нержавеющей сталей и титановых сплавов за счет диффузионных покрытий заготовок из расплавов солей мягких металлов.

**Ключевые слова:** листовые детали сложных форм, нержавеющей стали, диффузионные покрытия, интенсификация процесса формообразования, расплав солей мягких металлов.

**Фролов Є.А., Носенко О.Г., Дерябкина Є.С.** «Вибір ефективного методу інтенсифікації процесів формоутворення листових деталей складних форм з високоміцних конструкційних сталей».

Проведено аналіз прийомів інтенсифікації процесів листового штампування за рахунок мобілізації або управління силами тертя при пластичному деформуванні. Визначено найбільш ефективний метод інтенсифікації формоутворення деталей складної форми з нержавіючих сталей і

титанових сплавів за рахунок дифузійних покриттів заготовок з розплавів солей м'яких металів.

**Ключові слова:** листові деталі складних форм, нержавіючі конструкційні сталі, дифузійні покриття, інтенсифікація процесу формоутворення, розплав солей м'яких металів.

**Frolov E.A., Nosenko O.G., Deryabkina E.S.** “Choosing an effective method of intensification of forming sheet metal complex forms of high-strength structural steels”.

The analysis methods of intensification of stamping by the mobilization and control of the forces of friction during plastic deformation. The most effective method of intensification of forming complex components made of stainless steel and titanium alloy by diffusion coating pieces of molten salts of soft metals.

**Key words:** sheet metal parts of complex shapes, stainless steel construction, diffusion coatings, the intensification of the process of formation, molten salts of soft metals.

Стаття надійшла до редакції 15 жовтня 2012 р.