

УДК 621.7.044

Е.А. ФРОЛОВ¹, А.Л. КОМАРОВА², Л.Г. МАРТЫНЕНКО³, С.С. ТИМОФЕЕВ⁴¹ *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского „ХАИ”, Украина*² *Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Украина*³ *Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета, Украина*⁴ *Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина*

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ЗАГОТОВОК, КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПНЕВМОУДАРНОЙ ШТАМПОВКИ

Предложен новый метод интенсификации пневмоударной штамповки, который позволяет управлять контактным трением между матрицей и заготовкой из нержавеющей сталей и титановых сплавов. Наиболее эффективен данный метод интенсификации для коррозионностойких сталей и титановых сплавов, так как использование пластифицирующих покрытий снижает упрочнения как поверхностных слоев, так и общее, улучшает трение и устраняет поверхностные дефекты металла.

пластифицирующие мягкие покрытия, медь, цинк, степень вытяжки, пневмоударная штамповка

Введение

Одним из путей повышения эффективности процесса формообразования сложнорельефных деталей аэрокосмической и транспортной техники из упрочняемых коррозионностойких нержавеющей сталей и титановых сплавов является управление величиной контактного трения с помощью технологических смазок и мягких покрытий.

Известно, что основными факторами, влияющими на процессы пластического формообразования сложнорельефных деталей, являются суммарное контактное трение между матрицей, заготовкой и прижимным кольцом, а также качество поверхностных слоев заготовки [1 – 3]. Для уменьшения сил трения при штамповке труднодеформируемых и малопластичных материалов, например титановых сплавов (BT1-00, BT1-0, OT4-0, OT4-1), применяют смазочные материалы. Однако использование известных смазок (оксалата железа с растопленным мылом, лака ХВЛ-21 или 9-32 + жидкое мыло или машинного масла и коллоидного водного препарата графита марки В-0 или В-1) не всегда позволяет по-

лучить нужную конфигурацию в холодном состоянии из-за появления задиров и трещин в зоне концентраторов напряжений [4].

Анализ последних исследований и достижений, формулирование проблемы. Промышленное апробирование в инструментальной штамповке показало, что наибольший эффект при малых трудозатратах достигается при использовании в штамповке металлических пластифицирующих покрытий на заготовках, позволяющих получить более высокий коэффициент вытяжки за счет уменьшения контактного трения и снижения наклепа главным образом поверхностных слоев материала заготовки [5, 6].

В качестве пластифицирующих покрытий применяют соли мягких материалов (цинк, медь и др.). Все металлические пластифицирующие покрытия наносят на поверхность заготовки в солевых расплавах, что дает возможность получить повышенное сцепление с металлом заготовки. Как показали проведенные металлографические исследования (рис. 1), это достигалось за счет высокой температуры расплава соли (450...500 °С) по сравнению, на-

пример, с электролитическим покрытием, где температура не более 55...60 °С. Получаемые пластифицирующие покрытия имеют толщину не более 10 мкм, что не влияет на точность получаемой детали. Относительно высокая температура при нанесении покрытия и малая длительность (300...360 с) выдержки заготовки в расплаве не влияют на физи-

ко-механические характеристики металла, а сам нанесенный пластифицирующий слой, кроме смазочного действия, выполняет еще и функцию защиты поверхности заготовки, предохраняет заготовку от ударов и обеспечивает после снятия покрытия раствором соляной кислоты хорошее качество поверхности отштампованной детали.

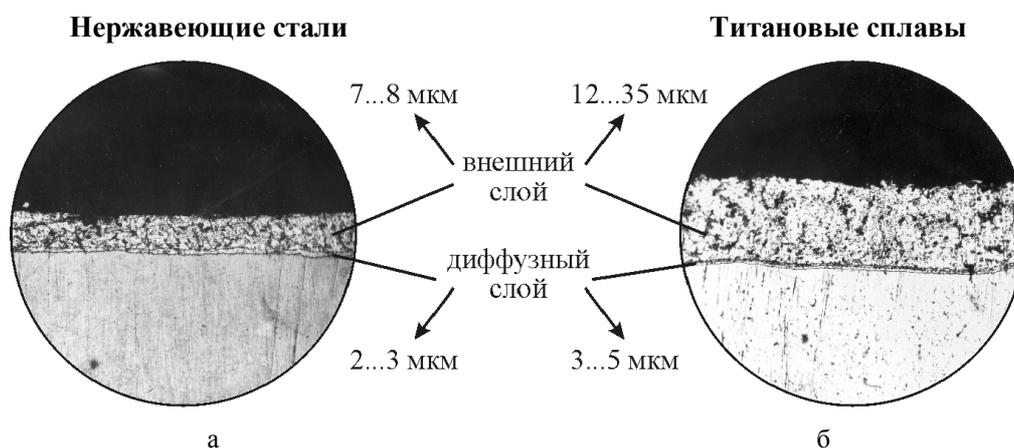


Рис. 1. Микроструктура по сечению материала:
а – 12Х18Н10Т, покрытого медью из расплава соли CuCl_2 ;
б – покрытого цинком из расплава соли ZnCl_2

Применение при ударной штамповке деталей из титановых сплавов (ВТ1-0, ОТ4-1 и др.) пластифицирующего цинкового покрытия и деталей из коррозионно-стойких сталей пластифицирующего медного покрытия позволяет сократить количество промежуточных отжигов вдвое по сравнению со штамповкой без покрытия и получить более высокую степень вытяжки, а также увеличить разовую деформацию заготовки.

Постановка задачи. Целью данной работы является разработка нового метода интенсификации пневмоударной штамповки, который позволяет управлять контактным трением между матрицей и заготовкой из нержавеющей сталей и титановых сплавов.

2. Решение проблемы

2.1. Выбор технологических возможностей.

Применение пластифицирующих покрытий в пневмоударной штамповке открывает возможности для

охвата широкого круга номенклатуры сложнорельефных деталей из труднодеформируемых и малопластичных материалов, особенно применяемых в авиационной промышленности.

Технологические возможности пневмоударной штамповки жидкостью с использованием пластифицирующих покрытий определялись показателями штампуемости.

Наиболее эффективен данный метод интенсификации для коррозионно-стойких сталей и титановых сплавов, так как использование пластифицирующих покрытий снижает упрочнения как поверхностных слоев, так и общее, улучшает трение, исключает налипание основного металла на формообразующую поверхность матрицы и «залечивает» поверхностные дефекты металла.

Проведенные исследования позволили получить при штамповке вытяжкой следующие значения предельной степени вытяжки k_{np0} (табл. 1) для ряда материалов.

Таблица 1

Предельная степень вытяжки для ряда конструкционных материалов при пневмоударной штамповке

Материал	При толщине заготовки от 0,5 до 3,0 мм		Материал	При толщине заготовки от 0,5 до 3,0 мм	
	без покрытия	с покрытием		без покрытия	с покрытием
X18H9T	1,97 – 2,05	2,75 – 2,80	BT1-0	1,78 – 1,90	1,99 – 2,10
12X18H10T	2,03 – 2,15	2,80 – 3,00	BT1-1	1,78 – 1,90	2,00 – 2,10
ЭИ878	2,10 – 2,13	2,94 – 2,98	OT4	1,54 – 1,60	1,69 – 1,76
ЭИ402	1,97 – 2,00	2,75 – 2,80	OT4-1	1,60 – 1,65	1,76 – 1,81

2.2. Анализ результатов исследования. Проведенные исследования показали, что при штамповке коррозионноустойчивых сталей предельный коэффициент вытяжки увеличивается в среднем на 30%, а в случае титановых сплавов – на 10%. Положительное воздействие покрытий можно увеличить путем увеличения радиуса протяжного ребра матрицы.

На основе проведенных исследований получены рекомендуемые значения степени вытяжки (табл. 2, 3) для многопереходной вытяжки коррозионноустойчивых сталей без промежуточных термообработок с использованием пластифицирующих покрытий.

Таблица 2

Рекомендуемые значения степени вытяжки на первом переходе

Материал	Степень вытяжки	
	предельная	рекомендуемая
X18H9T	1,70	1,60
12X18H10T	1,75	1,65
ЭП693ВД	1,70	1,65

При выборе коэффициента вытяжки необходимо учитывать величину допускаемых утонений штампуемого материала.

Для перечисленных выше сталей и рекомендуемых параметров первого и второго переходов значения наибольших утонений деталей приведены в табл. 4 и 5.

После штамповки пластифицирующие покрытия удаляют в типовом растворе азотной кислоты.

Таблица 3

Рекомендуемые значения степени вытяжки для второго и последующих переходов

Материал	Степень вытяжки	
	предельная	рекомендуемая
X18H9T	1,30	1,25
12X18H10T	1,35	1,30
ЭП693ВД	1,35	1,30

Заключение

Полученные результаты позволяют расширить технологические возможности пневмоударной штамповки, особенно в случае штамповки сложно-рельефных деталей.

Пластифицирующие покрытия при пневмоударной штамповке позволяют повысить предельные показатели штампуемости материала по сравнению с другими для коррозионноустойчивых сталей на 30...40%, а для титановых сплавов на 8...12%.

Целесообразно применять пластифицирующие покрытия для многопереходных процессов в целях сокращения количества переходов и уменьшения количества промежуточных отжигов, а в ряде случаев – исключения их.

Таблица 4
Значения наибольших угонений стенки детали при первой вытяжке, %

Степень вытяжки k						
2,0	1,82	1,66	1,54	1,43	1,33	1,25
22	18	14	12	10	9	8
20	16	12	9	7	7	5
19	15	11	8	6	5	4
18	14	10	7	5	4	3
18	14	10	7	5	4	3
18	13	10	7	5	4	3
17	13	9	6	4	3	2

Таблица 5
Значения наибольших угонений стенки детали при первой вытяжке, %

Степень вытяжки k			
1,43	1,33	1,25	1,18
25	22	18	15
23	19	16	13
21	17	13	10
19	15	11	8
18	13	9	6
17	12	8	5
14	10	6	2

Литература

1. Фролов Е.А. Научные основы пневмодарной штамповки сложнорельефных тонколистовых деталей. Дис.... докт. техн. наук; 05.03.05. – Краматорск: ДГМА, 2003. – 370 с.

2. Леванов А.Н., Колмогоров В.Л., Буркин С.П. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1976. – 416 с.

3. Чертавских А.К., Белосевич М.С. Трение и технологическая смазка при обработке металлов давлением. – М.: Металлургия, 1968. – 362 с.

4. Костецкий Б.И., Натансон М.Э., Бернадский Л.И. Механико-химические процессы при граничном трении. – М.: Наука, 1972. – 170 с.

5. Соколовский Б.И., Конюхов Э.С., Дегтярев А.М. Новая технология подготовки труб к холодной деформации // Сталь. – 1971. – № 9. – С. 964-967.

6. Ударная листовая штамповка / В.Н. Чачин, Е.А. Фролов, Н.Д. Жолткевич, А.Ю. Журавский, И.Я. Мовшович, Т.М. Наумович, В.С. Петраковский, В.П. Усакин. – М.: Информатика, 1991. – 224 с.

Поступила в редакцию 15.11.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Е.Б. Кондусова, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков.