

И. Н. СОРОКИН, Б. Д. ШИЛЬМЕЙСТЕР, О. П. ГРЕБЕННИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОЙ ОБТЯЖКИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящем исследовании изучалась возможность модернизации обтяжных прессов с целью применения вибрационного деформирования заготовки в конце процесса обтяжки и получения всех преимуществ, свойственных пластическому деформированию металла при наличии вибраций (снижения усилия деформирования, равномерность структуры, уменьшение трения и др.).

Известно, что при осуществлении многих технологических процессов признано целесообразным возбуждать в рабочей зоне: приспособление (обтяжной пуансон) — заготовка детали (испытываемый образец), дополнительные относительные колебания (вибрации). Эти колебания, по необходимости, могут действовать в горизонтальном или в вертикальном направлении. Частота и амплитуда колебаний зависят от массы колеблющейся системы и свойств обтягиваемой детали. Необходимая мощность определяется в зависимости от силы обтяжки P и сопротивления деформации.

Установлено, что такого рода вибрации приводят к интенсификации процесса обтяжки и они должны:

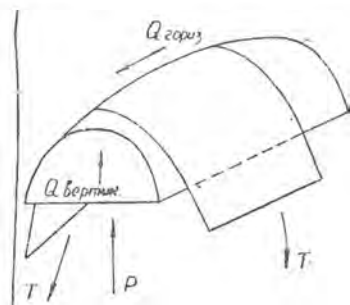
- а) снизить усилие обтяжки;
- б) уменьшить контактное трение между пуансоном и заготовкой детали;
- в) изменить схему напряженно-деформированного состояния, а следовательно, и предельный коэффициент обтяжки.

Процесс обтяжки детали по жесткому пуансону определяется как превращение плоской листовой заготовки в про-

странственную деталь путем изгиба заготовки по пуансону. Материал заготовки вследствие возникающих напряжений пластически деформируется, образуя требуемую форму. При изготовлении детали происходит простое сложение напряжений от изгиба и растяжения, действующих в одной плоскости. В этом случае действие растягивающего усилия направлено на создание напряжения растяжения в пластическую обтяжку и обтяжку с растяжением заготовки.

В зависимости от формы поперечного сечения заготовки и характера приложения внешних сил различают простую обтяжку и обтяжку с растяжением заготовки.

Простая обтяжка характеризуется тем, что усилие формообразования прикладывается к пуансону, а растягивающие напряжения в листе возникают за счет сил реакции неподвижных зажимов. Методом простой обтяжки изготавливаются оболочки выпуклой и выпукло-вогнутой формы.



Фиг. 1. Схема действия сил при обтяжке.

Обтяжка с растяжением характеризуется тем, что усилия растяжения в листе создаются приложением растягивающих сил к торцам заготовки, через зажимы, совершающие поступательное движение. Кроме того, к столу пресса прикладывается усилие, необходимое для подъема обтяжного пуансона в требуемое положение и изгиба листа. Для установления технологических возможностей и назначения режимов процесса обтяжки необходимо

определить параметры процесса обтяжки.

Для статического нагружения параметры процесса простой обтяжки и обтяжки с растяжением определены доктором технических наук Громовой А. И. и кандидатом технических наук Завьяловой В. И.

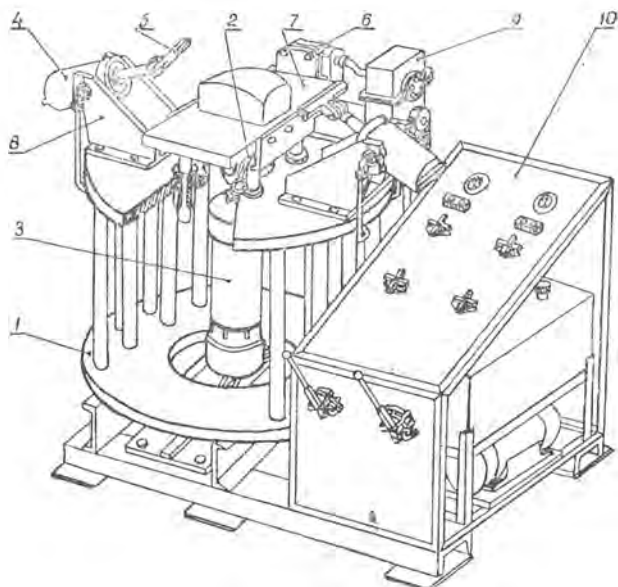
Основными параметрами процесса обтяжки с вибрацией, которые необходимо определить, являются:

- 1) предельная степень деформации, которую может претерпеть металл, не разрушаясь;
- 2) усилие обтяжки;
- 3) размеры заготовки;

- 4) оптимальные величины частоты и амплитуды.
- 5) точностные возможности процесса.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБТЯЖКИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИБРАЦИИ

Для исследования влияния вибраций на пластическое деформирование металлов спроектирована и изготовлена специальная лабораторная установка (фиг. 2) для проведения экспериментов на образцах из Д16АМ, IX18Н9 и ОТ4-1.



Фиг. 2. Экспериментальная установка для обтяжки листовых материалов с вибрацией.

Установка представляет собой небольшой гидравлический пресс, позволяющий производить простую обтяжку и обтяжку с растяжением. Электромеханический вибратор создает вибрации только в горизонтальном направлении. Установка предназначена для обтяжки образцов с вибрацией, частотой от 40 до 80 гц и амплитудой до 1 мм,

Она состоит из станины 1, на которой с помощью кронштейнов закреплены растяжные цилиндры 4. Концы штоков

цилиндров несут на себе зажимы 5 для фиксирования образца. Стол установки 2 приводится в движение от нижнего цилиндра 3, закрепленного к нижней части станины. Перпендикулярно действию растягивающего усилия совершает колебания на роликах специальная плита 7 от инерционного центробежного вибратора 6. На эту плиту устанавливается обтяжной пуансон. Вибратор приводится в движение от электромотора через редуктор 9. Масло в гидроцилиндры установки подается от двух центробежных гидронасосов под давлением 150 атм. Гидронасосы приводятся в движение от двигателей постоянного тока мощностью $N=4$ кв каждый, $n=4500$ об/мин. Постоянный ток поступает от двух выпрямителей типа ВУ12/600А.

Характеристика установки

Максимальное растягивающее усилие $P=8500$ кг.

Максимальное усилие подъема стола $P=30000$ кг.

Максимальное давление масла в системе $P_{ат} = 155$ атм.

Частота колебаний вибратора $f=40-80$ гц.

Возмущающая сила вибратора при $n=5000$ об/мин.
 $T=500$ кг.

Направление вибраций — горизонтальное.

Длина прямолинейных зажимов $l_1=270$ мм.

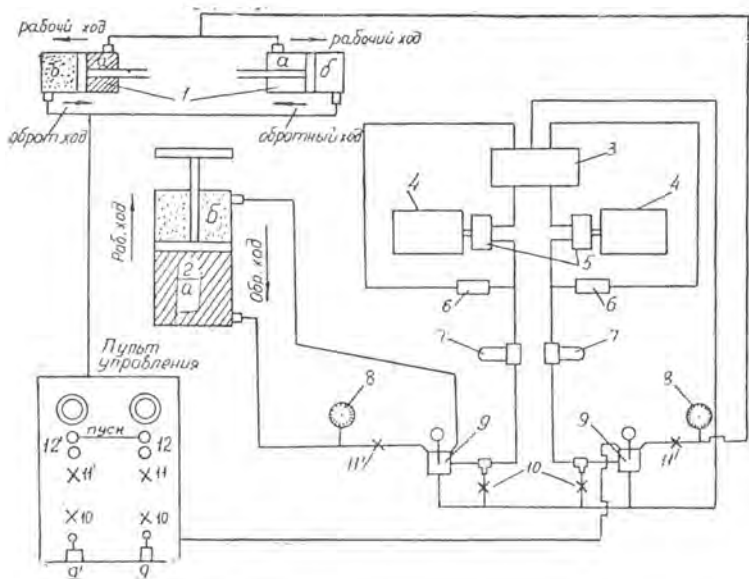
Размеры стола $a \times b$ 400×600 мм.

Длина криволинейных зажимов $l_2=220$ мм.

Радиус криволинейных зажимов $R=70$ мм.

ГИДРОСИСТЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Установка имеет две автономных системы (фиг. 3), питающиеся каждая от индивидуального гидронасоса. Одна система приводит в движение растягивающие цилиндры, другая — цилиндр подъема стола. Гидронасосы 5 создают давление $P=150$ атм, которое при необходимости может уменьшаться с помощью дросселей 10. В каждой системе имеется фильтр 7 и редукционный клапан 6, оттарированный на 155 атм. Трехходовые краны 9 служат для управления работой цилиндров при рабочем и обратном ходах. При повороте ручки крана 9 вправо рабочее давление будет подаваться в полость а растяжных цилиндров 1 и поршни совершают рабочий ход. Полость б в это время соединится со сливом (бак 3). При повороте ручки крана 9 влево рабочее давление будет



Фиг. 3. Гидравлическая схема установки.

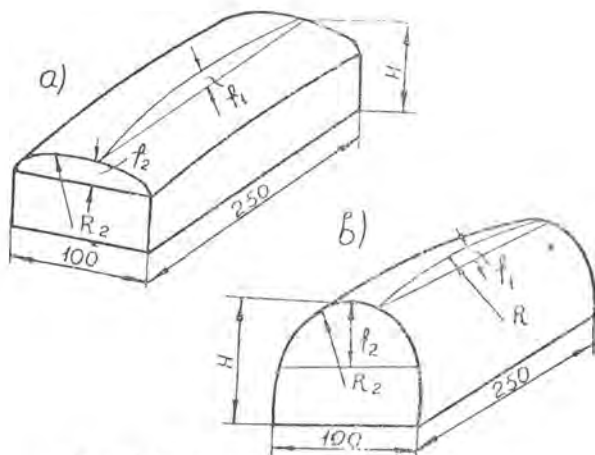
1—растяжные цилиндры; 2—цилиндр подъема стола; 3—бак с маслом АМГ-10; 4—электродвигатель; 5—маслонасос; 6—редукционный клапан; 7—фильтр; 8—манометры; 9—трехходовые краны; 10—дрозсель; 11—запорные вентили; 12—кнопки включения г/насосов.

подаваться в полость *a* цилиндра 2, а полость *b* соединится с баком 3. Поршень совершит рабочий ход.

Для создания вибраций при обтяжке в конструкции установки используется электромеханический дебалансный вибратор типа 2ВЭ $\frac{500}{5000}$, представляющий собой одноступенчатый редуктор с передаточным отношением 1:1, на оба вала которого насажены дебалансные грузы.

Суммарный эксцентриситет одного вала и дебаланса равен 9 мм. При $n=5000$ об/мин и предельном разбалансе грузов максимальная возмущающая сила вибратора равна 500 кг.

С целью моделирования процесса геометрические размеры обтяжных пуансонов для экспериментальной установки определялись из условий действующих пуансонов для серийных изделий. Было спроектировано и изготовлено шесть обтяжных пуансонов из балниита и вторичных алюминиевых сплавов (фиг. 4).



Фиг. 1. Пуансоны для обтяжки образцов.

Геометрические размеры экспериментальных пуансонов представлены на таблице 1.

Таблица 1

№	H	R_1	R_2	f_1	f_2	Материал	Вид обтяжки	Примечание
724	100	400	130	20	10	Al сплав.	с растяж.	угол охвата 150°
725	100	400	50	20	50	»	простая обтяжка	
728	100	400	50	20	50	балинит	»	
727	150	180	130	50	10	балинит.	с растяж.	угол охвата 170°
729	150	180	50	50	50	»	простая	
726	100	400	50	20	50	»	»	

Испытания проводились после окончательной обработки и регулировки всех параметров экспериментальной установки.

В результате экспериментов требовалось установить: изменение пластических свойств обтягиваемого металла под действием вибраций и распределение деформаций по всей длине образца при статическом и вибрационном нагружении.

Для изучения влияния вибраций в горизонтальном на-

правления на степень деформирования были проведены эксперименты на пуансоне № 727, имеющем значительную кривизну, со стрелой прогиба $f_1 = 50$ мм. Материал для испытаний был принят Д16АМл1. Образцы подвергались обтяжке до напряжений, превышающих предел текучести, затем включался вибратор и фиксировалась степень деформирования. За исходный параметр было принято усилие обтяжки, определяемое по манометру. Для сравнения часть образцов обтягивалась без вибраций. По осредненным данным был построен график зависимости процента растяжения образца от количества переходов (фиг. 5).

Результаты эксперимента показывают, что применение вибраций в процессе обтяжки увеличивает относительную деформацию образца на 20—25%. Процент растяжения образца в процессе деформирования при однократном или многократном (через 5 атм) включении вибратора практически не изменяется. За период в 20—30 сек воздействие вибраций на образец проявляется полностью.

Для получения максимальной деформации образцов при наименьшем количестве переходов были проведены испытания партии образцов из материала АМГ-6Мл1 на пуансоне № 725 при $f = 70$ гц и возмущающей силе $P_{\max} = 355$ кг. По результатам испытаний построены графики:

а) зависимости относительной деформации в наиболее растянутом волокне, — $\sigma_{\text{ср}}$ от количества переходов;

б) зависимости максимальной относительной деформации на базе 1—2-х клеток координатной сетки в наиболее растянутом сечении — δ_{\max} , так же от количества переходов (фиг. 6).

По результатам эксперимента можно отметить сокращение одного перехода при деформировании с вибрацией. Процент растяжения образцов, обтягиваемых с вибрацией на всех переходах больше, по сравнению с образцами, обтянутыми без вибраций при одном и том же усилии растяжения.

С целью изучения влияния предварительного статического нагружения на степень деформирования была произведена обтяжка партии образцов из материала Д16АМл1 на пуансоне № 725.

Режим вибраций:

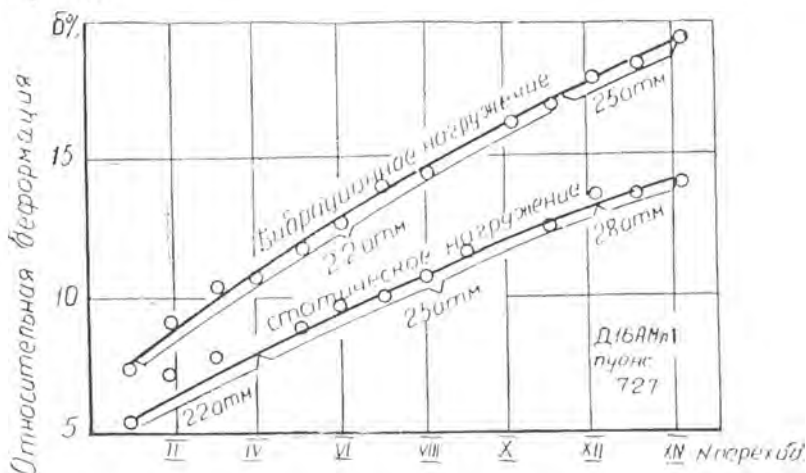
частота колебаний 70 гц;

величина возмущающей силы 0,75 P_{\max} — 300 кг;

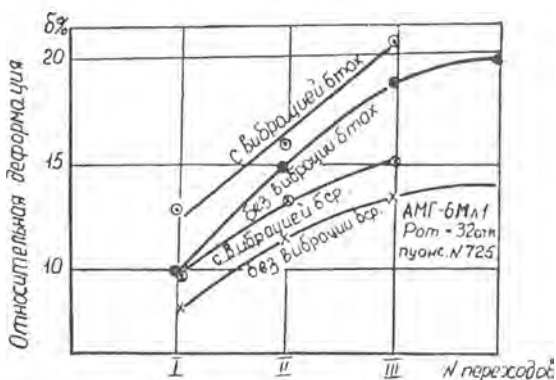
значение амплитуды колебаний 0,2—0,3 мм;

время действия вибраций 20—50 сек.

По результатам испытаний построен график зависимости относительной деформации образца, замеренной на базе одной-двух клеток координатной сетки (фиг. 7) от количества переходов.

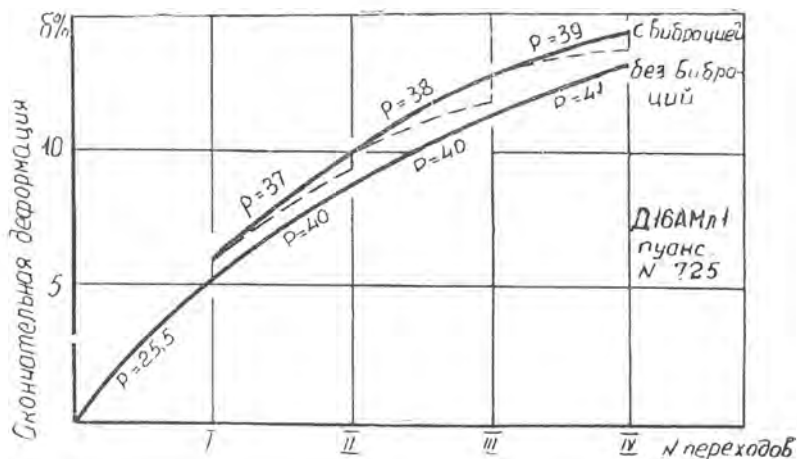


Фиг. 5. Зависимость относительной деформации образцов от количества переходов.



Фиг. 6. Зависимость относительной деформации образцов от количества переходов.

По результатам экспериментов, проведенных на установке при статическом и вибрационном нагружении, можно сделать следующие выводы:



Фиг. 7. Зависимость относительной деформации образца от количества переходов при различных усилиях растяжения каждого перехода.

1. Вибрационный способ приложения усилия деформирования образца в сочетании со статическим сокращает на 25—30% количество переходов.

2. Обтяжка образцов с вибрацией снижает сопротивление деформированию металла и несколько увеличивает область равномерных деформаций.

3. Относительная деформация образцов, полученных обтяжкой с вибрацией на 20—25% по сравнению со статической обтяжкой при одинаковых нагрузках.

Полученные результаты исследований подтверждают интенсификацию процесса обтяжки при вибрационном деформировании и позволяют рекомендовать модернизацию обтяжных прессов.