

строены диаграммы истинных напряжений (рис. 4). Для этой цели были использованы образцы, предварительно нагруженные статически и с вибрацией на 4% остаточной деформации (соответственно кривые 3 и 2). На графике для сравнения приведены

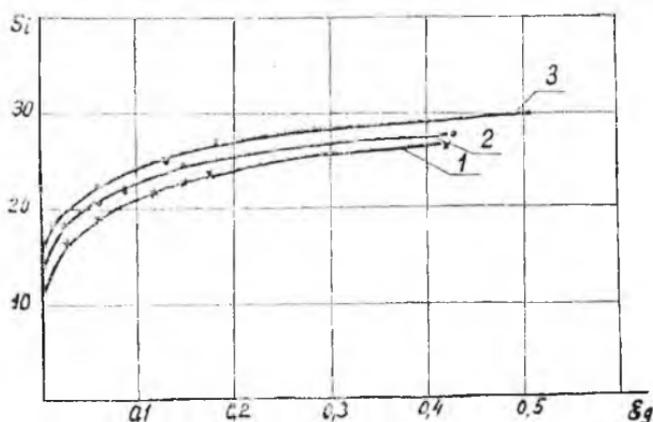


Рис. 4. Кривые упрочнения

диаграммы истинных напряжений образцов в ненаклепанном состоянии (кривая 1).

Анализ графиков показывает, что с увеличением степени деформирования кривые упрочнения располагаются выше кривой упрочнения исходного (ненаклепанного) состояния.

Положение на графике кривой упрочнения при вибрационном нагружении еще раз подтверждает уменьшение потребных деформируемых сил при вибрации по сравнению со статическим нагружением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машины и технология обработки металлов давлением. Сборник статей. МВТУ им. Баумана, М., 1951.
2. Сорокин И. Н., Санаровский С. В. Обтяжка листовых материалов с применением вибраций. Куйбышевское книжное издательство, 1964.
3. Вопросы технологии производства летательных аппаратов. Сборник статей КуАИ, выпуск 63, 1970

И. Н. Сорокин

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИЙ НА КОНТАКТНОЕ ТРЕНИЕ ПРИ ОБТЯЖКЕ ОБОЛОЧЕК

Формовки обтяжкой листовых материалов проводится посредством растягивающих усилий вокруг обтяжного пуансона, имеющего двойную кривизну.

Во время обтяжки в материале заготовки возникают различные по величине и знаку напряжения. Распределение их по сечению листового материала зависит от формы детали, способа приложения внешних нагрузок и их величины.

В процессе обтяжки весьма существенное значение имеют силы контактного трения между пуансоном и заготовкой.

Приложение растягивающих усилий к заготовке приводит к пластическому течению металла в поверхностном слое, поскольку материалы обтяжных пуансонов являются обычно более твердыми (масса ПСК, баленит). Этот поверхностный слой увлекается материалом обтяжного пуансона, и нарушается поверхностная пленка окислов, на что затрачивается некоторая часть общего усилия. Таким образом, внешнее трение контактных поверхностей при обтяжке листовых материалов переходит частично во внутреннее трение поверхностного слоя заготовки, вовлеченного в пластическое течение.

Для того чтобы предотвратить отрицательное действие захвата металла при обтяжке, снизить усилия и улучшить качество поверхности изделий, была применена вибрация пуансона (горизонтальная, вертикальная, совместная), которая ослабляла контакт между пуансоном и заготовкой в процессе деформирования, улучшая тем самым качество деталей за счет более равномерной деформации. Уменьшение тангенциальных усилий при вибрации из-за ослабления контакта, позволило увеличить степень деформации и повысить способность металла к его обработке давлением, т. е. штампуемость. Наиболее правильным был принят способ определения коэффициента трения путем измерения сил трения и сил нормального давления непосредственно на поверхности обтягиваемой детали [1].

Для измерения сил трения и сил нормального давления были изготовлены специальные упругие элементы, приведенные на рис. 1. На диаметрально противоположных сторонах упругого элемента наклеивались 4 тензодатчика марки ПБ-10-10-В, которые включались в схему моста постоянного тока.

Конструктивно упругий элемент был выполнен в виде цилиндра из стали У9 с толщиной стенки 0,1 мм. Со стороны поверхности обтяжного пуансона в упругий элемент ввертывался грибок с полусферической поверхностью, которая соприкасалась с листовой заготовкой в процессе обтяжки. Два противоположных тензодатчика располагались по действию измеряющей силы трения $F_{тр}$. Четыре тензодатчика, соединенные последовательно, измеряли силу нормального давления N . Для учета температурных напряжений на стяжной пуансон, в этом же районе наклеивались четыре компенсационных тензодатчика.

Выступление грибка (крышки) упругого элемента относительно поверхности обтяжного пуансона поддерживалось постоянным в пределах 0,8—1,0 мм и контролировалось специальным шаблоном. Для проведения измерений упругий элемент был ввернут

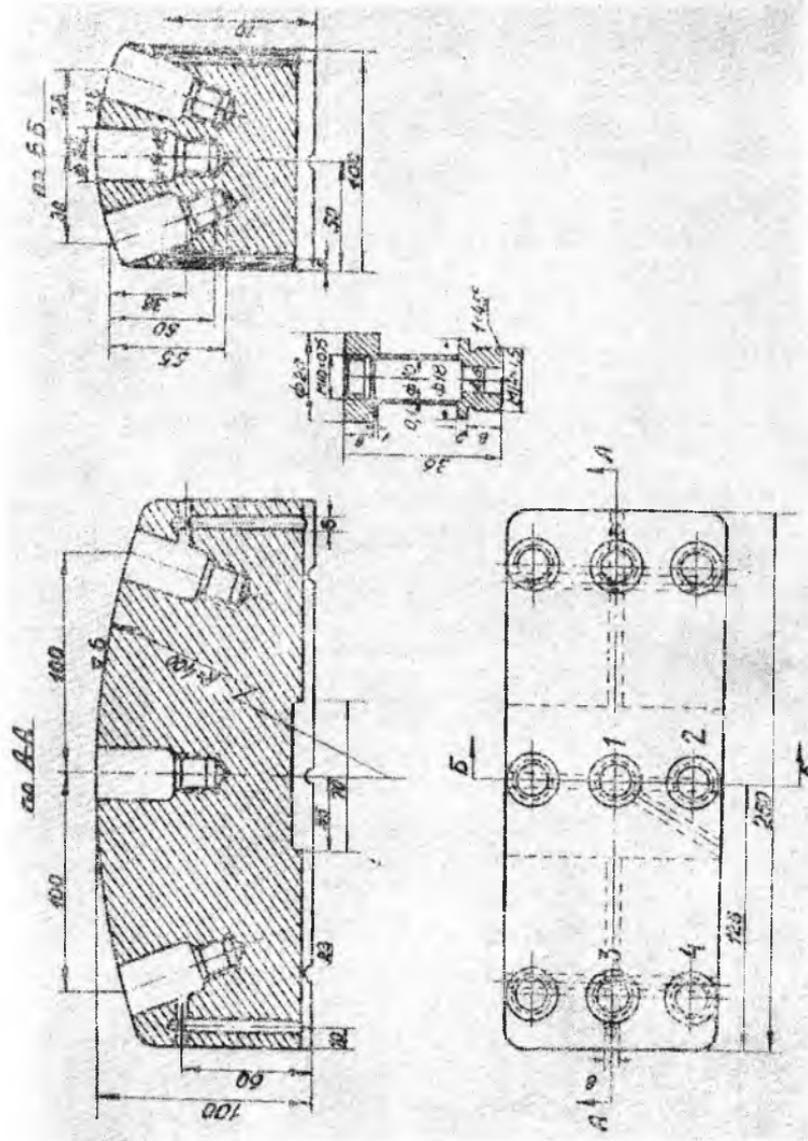


Рис. 1. Обтяжной пуансон с гильзами под уругле элементы

в обтяжной пуансон в максимально нагруженном сечении под углом $\alpha=75^\circ$ к оси симметрии пуансона (точка 2, рис. 1).

Общий вид пуансона с установленными упругими элементами приводится на рис. 2. Измерения проводились для трех пар

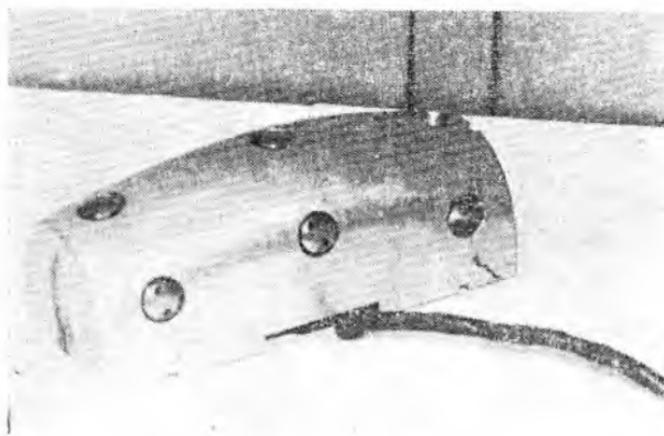


Рис. 2. Обтяжной пуансон с установленными упругими элементами

материалов: баленит — Д16; сталь 20-Д16; вторичный алюминиевый сплав — Д16 при горизонтальных, вертикальных и совместных вибрациях.

Таблица

Значения условных коэффициентов трения, полученные при обтяжке с вибрацией

Направление вибраций	Параметры вибраций	Усилие растяжения, кг	Баленит -Д16АМ	-Д16АМ	Ст. 20-Д16АМ
Горизонтальные вибрации	Без вибраций	1700	0,12		0,22
	70 гц $\Lambda=0,28-0,3$	»	0,06		0,18
	70 гц $\Lambda=0,25$	»	0,09	0,09	0,14
	45 гц $\Lambda=0,6-0,7$	»	0,07	0,05	0,20
	45 гц $\Lambda=0,5-0,6$	»	0,10	0,06	0,16
Вертикальные вибрации	Без вибраций	2000	0,17	0,14	0,24
	20 гц $\Lambda=0,15-0,18$	»	0,14	0,18	0,16
	20 гц $\Lambda=0,09-0,14$	»	0,23	0,15	0,22
Горизонтальные и вертикальные вибрации	Без вибраций	1350	0,10	0,09	0,15
	70 гц $\Lambda=0,2-0,23$	»			
	20 гц $\Lambda=0,14-0,16$	»	0,04	0,06	0,10

Обтягивалась заготовка из Д16 АМЛ1 шириной 220 мм на обтяжном пуансоне с $R_1=50$ мм; $R_2=400$ мм.

Расшифровка осциллограмм производилась по тарировочным кривым, построенным в результате трехкратного нагружения разновесами упругого элемента, и наоборот в обтяжной пуансон.

Запись на осциллограмму (рис. 3) производилась при напряжениях в обтягиваемом образце, превышающих предел текучести.

Полученные результаты показывают уменьшение коэффициента трения на 30—40% при обтяжке образцов с горизонтальными вибрациями по сравнению с обтяжкой без применения вибраций. Необходимо отметить, что эти результаты справедливы только для процесса обтяжки и тех условий, при которых проводились эксперименты. Это объясняется тем, что закон Амантона-Кулопа не учитывает ряд дополнительных факторов, уточняющих коэффициент трения, и выступление крошки упругого элемента на 0,8—1,0 мм приводит к дополнительной деформации и, следовательно, к дополнительным усилиям, которые несколько изменяют истинную величину сил трения.

В связи с этим полученные коэффициенты трения названы условными. Несмотря на указанные замечания, данный метод может быть использован для сравнения коэффициентов трения вибрационной и статической обтяжки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разумихин М. И., Сорокин И. Н. Определение коэффициентов трения при вибрационной обтяжке. Материалы научно-технической конференции, КуАИ, 1972.
2. Казаков Ю. П. Способ определения коэффициента трения при пластическом течении листовых металлов. Ж. «Кузнечно-штамповочное производство», М., 1972, № 9.

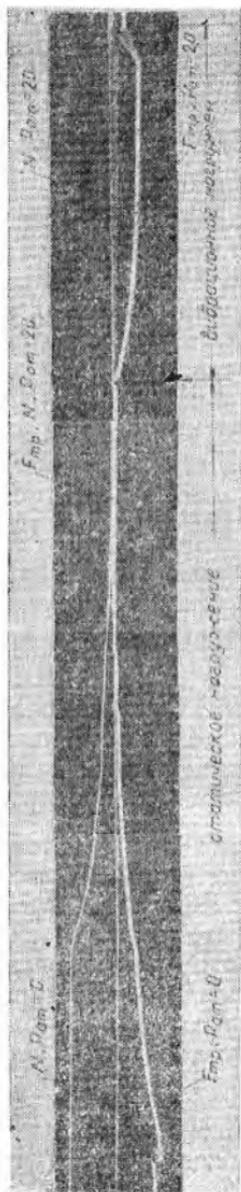


Рис. 3. Осциллограмма сил трения и сил нормального давления при горизонтальных вибрациях