

ность подачи по длине заготовки (5 – 30 мм) вследствие неравномерности проскальзывания муфты и проволоки при ударном включении.

Основные параметры и размеры пружинонавивочных автоматов регламентированы ГОСТ 9224-74. Универсальные автоматы должны обеспечивать навивку цилиндрических, конических и бочкообразных пружин с постоянным и переменным шагом, правой и левой навивки из проволоки круглого сечения. Скорость подачи проволоки устанавливают в зависимости от вида, размера, точности и материала пружин. Для навивки пружинных шайб широкое применение нашли автоматы типа АШП, работающие по схеме одноупорной навивки с прерывистой роликовой подачей.

УДК 621.983.321

Влияние деформационного упрочнения на процесс пластического деформирования двухслойной заготовки при комбинированной вытяжке полых двухслойных изделий

Студенты: гр. 104411 Пригара П.В., гр. 104412 Высево В.А.
Научный руководитель – Любимов В.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В работе изучались особенности процесса комбинированной вытяжки полых двухслойных изделий из составных листовых заготовок. Проведенные исследования показали, что двухслойные изделия, получаемые этим методом, характеризуются неравномерной толщиной слоев. Разнотолщинность слоев не только ухудшает качество изделий, но и снижает производительность процесса и увеличивает расход материалов. Неравномерная деформация слоев объясняется тем, что при совместном пластическом деформировании составной двухслойной заготовки ввиду отсутствия жесткой металлической связи между слоями слой из материала с меньшим пределом текучести (мягкий слой) получает большую степень утонения, а слой из материала с большим пределом текучести (твердый слой) – меньшую степень утонения (рисунок 1). С увеличением различия механических свойств материалов слоев неравномерность послойных деформаций возрастает.

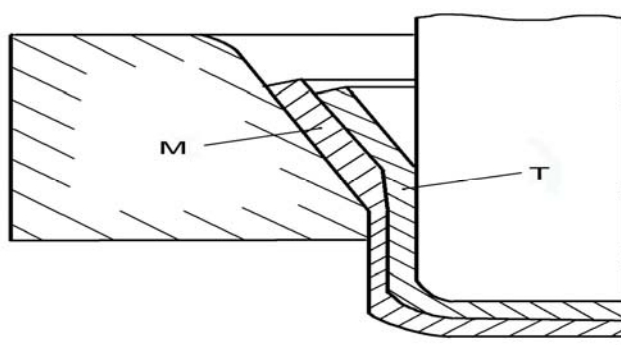


Рисунок 1 – Схема комбинированной вытяжки двухслойной заготовки:

М – мягкий слой; Т – твердый слой

Неравномерная деформация слоев составной заготовки обуславливается не только разницей пределов текучести материалов слоев, но и различным модулем их упрочнения. В процессе вытяжки исходное соотношение напряжений текучести материалов слоев составной заготовки непрерывно изменяется вследствие различной интенсивности деформационного упрочнения. В результате изделия получают с неравномерной толщиной слоев вдоль

образующей стенки изделия: толщина слоя с большей интенсивностью упрочнения увеличивается по направлению к верхней кромке изделия, а толщина слоя с меньшей интенсивностью упрочнения уменьшается в этом направлении (рисунок 2).

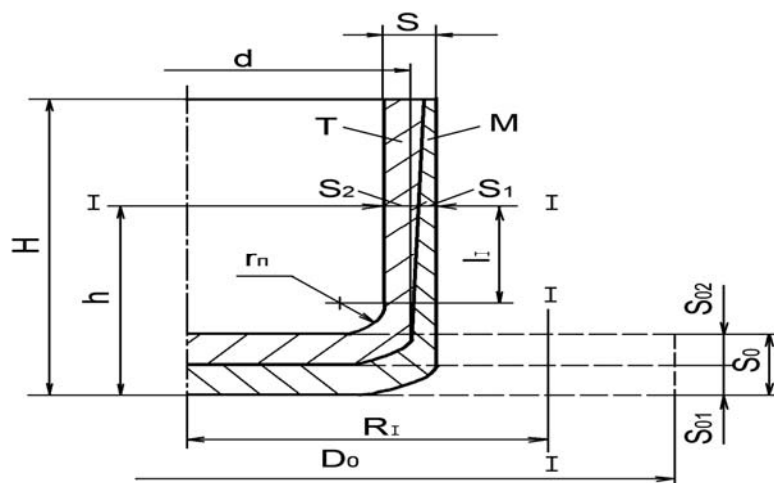


Рисунок 2 – Изменение соотношения толщин мягкого (М) и твердого (Т) слоев по высоте стенки двухслойного изделия

Можно выделить три типовых ситуации, возникающих при совместном деформировании двухслойной заготовки. Первая – когда отношение сопротивлений деформированию слоев остается постоянным на протяжении всего процесса деформирования (показатели упрочнения обоих материалов одинаковы); вторая – когда показатели упрочнения материалов слоев неодинаковы, но сопротивление деформированию одного слоя больше сопротивления деформирования другого слоя на всем протяжении совместной деформации; третья – когда в процессе совместной деформации сопротивление деформированию одного слоя становится больше сопротивления деформированию другого. Каждой из этих ситуаций соответствует определенный характер напряженного состояния слоев, который оказывает влияние на предельные степени деформации составной заготовки и на распределение послойных деформаций.

В первом случае соотношение толщин слоев будет постоянным по всей длине стенки изделия. Во втором случае толщина слоя с большим показателем упрочнения будет монотонно увеличиваться по направлению к кромке стакана. При сочетании материалов, у которых в процессе вытяжки напряжение текучести одного компонента становится больше напряжения текучести другого, характер деформации слоев усложняется. При входе двухслойного полуфабриката в зону утонения мягкий слой получает большую деформацию, а твердый – меньшую. В то же время, поскольку показатель упрочнения мягкого слоя больше показателя упрочнения твердого слоя, различия в напряжениях текучести совместно деформируемых материалов постепенно уменьшаются, т.е. $\bar{\sigma}_{SM} \rightarrow \bar{\sigma}_{ST}$, а затем наступает момент, когда $\bar{\sigma}_{SM} = \bar{\sigma}_{ST}$, а затем $\bar{\sigma}_{SM} > \bar{\sigma}_{ST}$. Такое изменение соотношения напряжений текучести материалов слоев сопровождается перераспределением послойных деформаций и изменением направления действия сил межслойного трения.

На рисунке 3 приведены эпюры распределения толщины стального слоя по длине стенки двухслойных стаканов, полученных комбинированной вытяжкой из плоских составных заготовок, составленных из стали 08кп толщиной 0,72 мм в сочетании с отожженным алюминием АДН толщиной 0,69 мм и отожженной латунью Л63 толщиной 0,71 мм. Вытяжке подвергали двухслойные пакеты: с наружным стальным слоем и внутренним слоем из отожженного алюминия (С + А₀); с наружным слоем из отожженного алюминия и внутренним слоем из стали (А₀ + С); с наружным слоем из стали и внутренним слоем из отожженной ла-

туни (С + Л₀). Соотношение пределов текучести алюминия и стали $\bar{b}_A/\bar{b}_C = 0,33$, латуни и стали $\bar{b}_L/\bar{b}_C = 0,71$. Способность металлов к упрочнению оценивали величиной $\Psi_{ш}$, характеризующей относительное уменьшение площади поперечного сечения образца при испытании на растяжение. Соотношение показателей упрочнения алюминия и стали $\Psi_A/\Psi_C = 0,7$; латуни и стали $\Psi_L/\Psi_C = 1,36$.

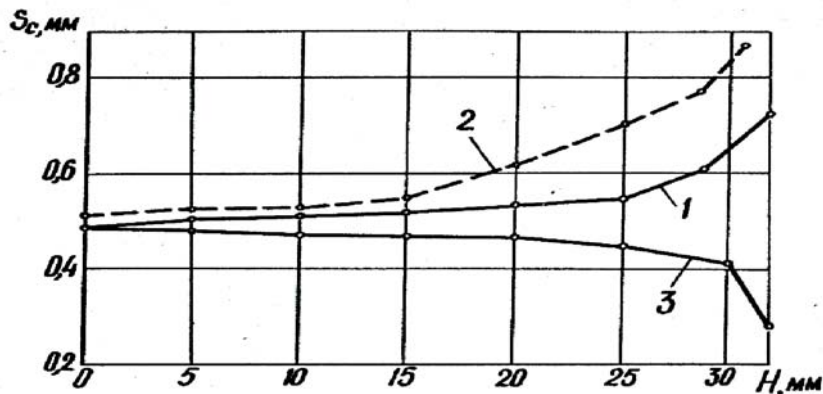


Рисунок 3 – Изменение толщины стального слоя по высоте стенки стаканов вытянутых из пакетов: С + А₀ (1), А₀ + С (2), С + Л₀ (3)

Вытяжку осуществляли с коэффициентом вытяжки $m_d = 0,5$ и коэффициентом утонения стенки $m_s = 0,66$. Толщина стенки полого двухслойного стакана составляла 0,94 мм. Начало координат соответствует месту перехода придонного скругления в стенку. Из приведенных эпюр следует, что толщина слоя с большим показателем упрочнения возрастает по направлению к кромке стакана. Кроме того, интенсивность изменения толщин слоев увеличивается по мере приближения к кромке стакана.

Наибольшие трудности возникают при вытяжке двухслойных изделий с малой толщиной мягкого слоя при наружном его расположении и большой разнице механических свойств материалов слоев. При вытяжке таких изделий может происходить полное передавливание мягкого слоя твердым слоем либо в самом начале процесса вытяжки, либо на его промежуточной стадии. Для изготовления таких изделий целесообразно использовать способ послойной комбинированной вытяжки, при котором вначале вытягивают заготовку внутреннего (твердого) слоя, а затем тем же пуансоном с находящимся на нем вытянутым внутренним слоем производят вытяжку заготовки наружного (мягкого) слоя. Требуемая толщина слоев и их равномерность по длине стенки изделия обеспечивается принудительным утонением заготовок при их послойной комбинированной вытяжке.