

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧАСОВЫХ КОРПУСОВ МЕТОДОМ ВЫТЯЖКИ ИЗ РАЗНОТОЛЩИННОЙ ЗАГОТОВКИ

Крук П.Е., Прохоров В.С.<sup>1</sup> Попов И.П.<sup>2</sup>

*1-ООО «Часовой завод «НИКА», г Москва, Россия*

*2-ФГБОУ ВПО "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)", г. Самара, Россия*

В часовой индустрии на данный момент красивая форма корпуса играет очень важную роль. В связи с этим на часовом заводе «Ника» ведется разработка технологий получения часовых корпусов сложной формы методами листовой штамповки. Для производства корпусов используются драгоценные металлы - серебро и золото. Использование таких материалов накладывает некоторые требования на технологический процесс. Наиболее важные из этих требований - низкий вес изделия и безотходность производства.

На начальном этапе разработки технологического процесса для экономии драгоценных металлов испытания проводят на латунных образцах из сплава Л-70, т.к. он имеет определенное сходство с золотом и серебром по своим механическим свойствам. Также экономии драгоценных металлов, времени и сил на изготовление оснастки и проведение экспериментов может обеспечить компьютерное моделирование процессов штамповки. В данном исследовании применялся модуль DEFORM-3D специализированного программного комплекса DEFORM.

## Постановка технологической задачи и методы ее решения

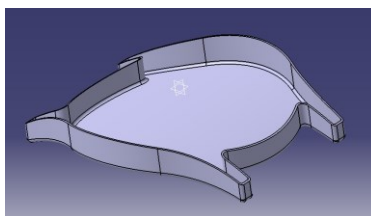


Рис. 1- Общий вид часового корпуса

При проектировании и испытание штампов на новую модель часового корпуса появился дефект в виде разрыва металла во внутреннем углу стенки часового корпуса во время операции последней вытяжки с утонением стенки (Рис. 2).



Рис. 2- Брак при изготовлении часового корпуса

Для устранения данного дефекта было предложено изменить геометрию инструмента (увеличить радиусы в местах изгиба) и изменить схему напряженно деформируемого состояния увеличив зазоры между пуансоном и матрицей в местах разрыва и перейдя т.о. частично от вытяжки с принудительным утонением к простой вытяжке. Также был проведен ряд опытов при различных режимах отжига. Ни один из вышеперечисленных способов устранения дефекта не дал положительного результата.

Для устранения данного дефекта инженерами часового завода Ника совместно с сотрудниками кафедры обработки металлов давлением СГАУ была разработана технология вытяжки часовых корпусов из листовой заготовки с локальным утолщением в местах предполагаемого разрыва (Рис. 3).

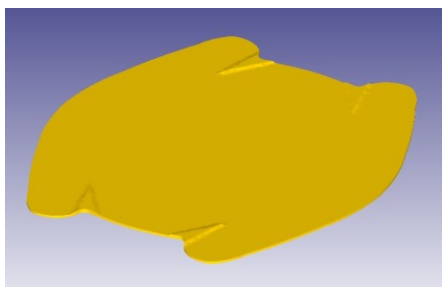


Рис. 3- Заготовка с утолщением в местах предполагаемого разрыва.

Данная технология позволяет без увеличения общей толщины листа (что привело бы к значительному увеличению веса изделия и его себестоимости) произвести вытяжку часового корпуса за несколько операций без разрывов во внутренних углах. Данная технология была смоделирована в программном комплексе DEFORM, а затем были произведены натурные испытания на образцах из латуни марки Л70. Образцы для испытаний были получены из листовой латуни марки Л70 методом фрезерования. Результаты компьютерного моделирования с достаточной степенью точности совпали с результатами натурных испытаний.

## Компьютерное моделирование

Моделирование проводилось в модуле DEFORM-3D программного комплекса DEFORM.3D модели оснастки и заготовки были экспортированы в DEFORM в формате stl. Скорость перемещение рабочего инструмента и тип оборудования задавалось в соответствии с паспортными данными на гидравлический пресс на котором предполагается установку данного штампа. Материал заготовки задавался в соответствии с кривыми упрочнения латуни марки Л70 полученными при испытаниях на растяжение [1]. Коэффициент трения между инструментом и заготовкой 0.12[2]. Для определения разрушения в заготовке при вытяжке использовалась модель разрушения Cockcroft-Latham[3]. Значение данного критерия для латуни марки Л70 не удалось найти в литературе. В связи с этим данное значение было взято для наиболее близкой к данной марке латуни Brass CuZn20 (аналог Л80) и составило 594 Мпа [4].

Для первоначального моделирования была взята полная 3D модель с грубой сеткой конечных элементов. В дальнейшем на основе полученных результатов была сделана корректировка геометрии (для расчета использовалась только четверть детали) и расчётной сетки конечных элементов (при помощи функции "окно плотности" были проведены локальные сгущения сетки в местах наибольшего градиента значений напряжений и показателя разрушения) [5].

При проведении моделирования было рассчитано два варианта: вытяжка по первоначальной технологии из листовой заготовки одинаковой толщины и по новой технологии из разнотолщинной листовой заготовки.

При моделировании вытяжки по первоначальной технологии из листовой заготовки постоянной толщины на последней операции вытяжки во внутренних углах стенок детали появляются глубокий разрывы, что соответствует предварительным натурным испытаниям (Рис.4).

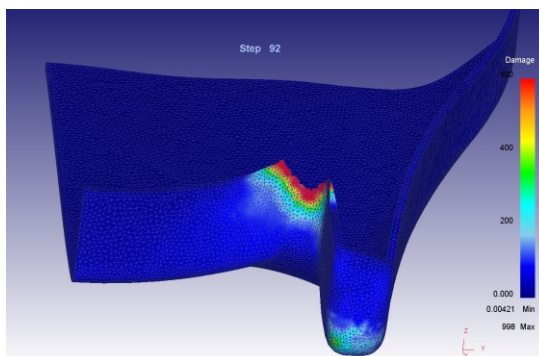


Рис. 4- Результаты моделирования процесса вытяжки из равнотолщинной листовой заготовки. Место разрыва заготовки.

При моделировании процесса вытяжки по новой технологии из заготовки с локальными утолщениями в местах предполагаемого разрыва на последней операции вытяжки разрыв и утонения во внутренних углах стенок детали минимальны и в дальнейшем при обработке по торцу могут быть срезаны (Рис. 5).

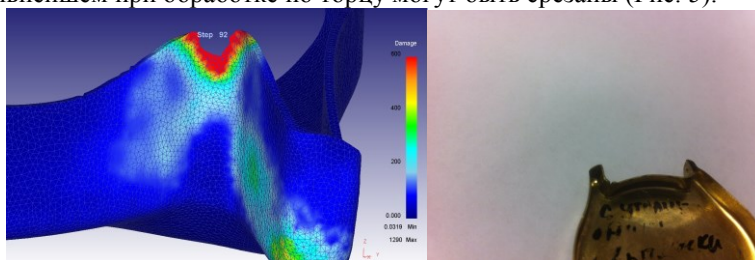


Рис. 5- Результаты моделирования процесса вытяжки из разнотолщинного листа и результаты натурных испытаний

В дальнейшем проведенные натурные испытания процесса вытяжки по новой технологии подтвердили результаты полученные при компьютерном моделировании (Рис. 5).

## **Выводы**

1. Данная технология позволяет получить необходимый часовой корпус без брака в виде разрывов во внутренних углах и при минимальном увеличении веса изделия. А в совокупности с предварительным компьютерным моделированием позволяет сократить время подбора перепада высот на заготовке.

2. Необходимо провести дополнительные испытания на золотых и серебряных заготовках для того чтобы подтвердить результаты полученные на заготовках из латуни марки Л70.

## **Список литературы**

1. Протокол испытаний проведенных в лаборатория разрушающих и других видов испытаний научно-учебный центр «контроль, аттестация и сертификация качества, диагностика» (НУЦ «каскад» МГУПИ) Свидетельство об аккредитации: № ИЛ/ЛРИ-01117 от 05.02.2010 ;разрывная машина УТС-101

2. Крагельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициенты трения Справочное пособие. - М.: Машгиз, 1962. – с.220

3. Cockcroft M. G., Latham D. J// Ductility and the workability of metals. Journal of the institute of metals, 96, p 33-39

4. Hirpa G. Lemu, Tomasz Trzepieciński, Numerical and Experimental Study of Frictional Behavior in Bending Under Tension Test// Journal of Mechanical Engineering 59(2013)1, 41-49, p 41-49

5. Паршин В.С., Карамышев А.П., Некрасов И.И., Пугин А.И., Федулов А.А. Практическое руководство к программному комплексу DEFORM-3D -Екатеринбург: УрФУ, 2010. –с.266