

эксплуатационные характеристики деталей профилей. Известные штампы для стесненного изгиба позволяют получать качественные детали, но для их изготовления требуются две или три операции и соответствующая штамповая оснастка, что существенно усложняет и удорожает процесс.

Предлагаемая авторами конструкция штампа для стесненного изгиба, позволяет упростить технологический процесс и повысить качество изготавливаемой детали. Штамп состоит из матрицы, корпуса, стержней из эластомера, пуансонодержателя, пуансона, изготовленного также из эластомера. В процессе штамповки под действием силы пресса корпус с пуансоном опускаются вниз, и заготовка изгибается в полуцилиндр по форме пуансона до момента соприкосновения с выталкивателем. При дальнейшем усилии прессы выталкиватель опускается вниз, сжимая эластичный стержень. Эластичный пуансон при возрастании усилия деформируется, изгибая заготовку из полуцилиндрического в угловое сечение. Выпрямление стенки заготовки и действие сил трения со стороны эластичного пуансона способствуют смещению материала заготовки в ее угловые участки. Окончательное деформирование заготовки производится уступами корпуса, которые передают усилие прессы на торцы

изгибаемых полок. Были проведены теоретические исследования процесса. Разработана математическая модель процесса стесненного изгиба листовых деталей изделий ракетно-космической техники с учетом воздействия эластичного пуансона. Процесс деформирования заготовки характеризуется параметрами, свойственными процессу стесненного изгиба. Это означает утолщение материала в зонегиба, уменьшение в 2-3 раза радиуса сопряжения полок со стенкой, что значительно повышает жесткость деталей, а также снижение в 1,5-2 раза пружинения изгибаемых полок, что повышает точность деталей.

В целях расширения технологических возможностей и повышения эффективности процесса стесненного изгиба листовых деталей летательных аппаратов с использованием полиуретана, на базе разработанной математической модели, предполагается провести исследования происходящих деформационных процессов с учетом контактного взаимодействия эластичного инструмента с листовой заготовкой. Также предполагается провести исследования влияния параметров процесса стесненного изгиба на качество получаемых деталей.

УДК 621.683.044.001.4

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ ШТАМПОВКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ДАВЛЕНИЕМ ЭЛАСТИЧНОЙ СРЕДЫ**

Громова Е.Г., Федотова И.Ю., Шумков А.П.

Самарский государственный аэрокосмический университет

В конструкциях летательных аппаратов используется широкая номенклатура листовых деталей, изготавливаемых методами разделительной штамповки. Наиболее эффективными и легко внедряемыми в производство являются методы формообразования листовых деталей с использованием давления эластичной среды. За последние 10 — 15 лет в НИИ "Технологии и проблем качества" СГАУ разработано более десяти способов разделительной штамповки давлением эла-

стичной среды (полиуретана), которые можно сгруппировать в два основных класса. К первому относятся разделительные процессы, осуществляемые в зависимости от способа передачи давления эластичной среды на заготовку, а именно: в замкнутом объеме (в контейнерах), в полузамкнутом и открытом объемах, в том числе ротационным воздействием. Ко второму классу относятся способы вырубки-пробивки, отличающиеся конструктивной схемой вырубного инструмента, а

именно: на обычных вырубных шаблонах, на шаблонах с эквидистантно расположенной вокруг опорной рамкой, имеющей двойной скос и обеспечивающей предварительное боковое обжатие заготовки в очаге разделения; на локализованном инструменте с дополнительной и без дополнительной опоры; на вырубном инструменте, обеспечивающем противодействие по детали или по отделяемому отходу. Применение того или иного вида вырубного инструмента создает различный механизм разделения заготовки и благоприятную схему напряженно-деформированного состояния в очаге разделения при вырубке-пробивке деталей из пластичных и малопластичных материалов. Для определения технологических возможностей разработанных способов разделения проведены математическое моделирование, численные и экспериментальные исследования. В результате исследований установлено, что в способах разделения с противодействием, с боковым обжатием заготовки и при вырубке-пробивке на локализованном инструменте напряженно-деформированное состояние при оптимальных параметрах реализации процессов соответствует простому или чистому сдвигу. Интенсификация сдвигового характера процессов разделения данными

способами позволила обеспечить вертикальность поверхности среза по разделяемому контуру заготовки, повысить качество и точность вырубаемых деталей из пластичных и малопластичных материалов. На основании исследований и деформационно-силового анализа компонентов энергетических затрат получены несложные аналитические выражения для расчета усилий и рабочего давления эластичной среды, необходимых для реализации разработанных методов разделительной штамповки. В целях интенсификации технологических процессов разделительной штамповки разработаны универсальные средства технологического оснащения: высокопрочные автофретированные контейнеры для вырубки деталей из малопластичных материалов; целевые контейнеры для вырубки длинномерных деталей; технологическая оснастка для фрагментарной (поэлементной) вырубки крупногабаритных деталей; ротационная компактная установка для беспрессовой групповой вырубки тонколистовых деталей; локализованный инструмент для групповой вырубки деталей. Разработанные технологии разделительной штамповки листовых деталей давлением эластичной среды внедрены на базовых предприятиях аэрокосмической отрасли.

УДК 621.452.32.535.36:621.375/826

## МЕТОДИКА УЧЕТА НЕРАВНОМЕРНОСТИ СМЕСИ ПО СОСТАВУ В ПРОЕКТИРОВОЧНОМ РАСЧЕТЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД

Диденко А.А.<sup>1</sup>, Соколов А.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет

<sup>2</sup> ООО «Средневожская газовая компания», г. Самара

## TECHNIQUE OF THE REGISTRATION OF NONUNIFORMITY OF A MIX ON A STRUCTURE IN PROJECTING CALCULATION OF THE COMBUSTION CHAMBER OF A TURBINE ENGINE

*Didenko A.A., Sokolov A.B. Existing in CFAY the technique of one-dimensional calculation of the combustion chamber is essentially added: non-uniformity of fuel distribution in a combustion zone and its combustion over the range air-fuel ratios 0,55 ... 1,65 is considered; quantity of vaporous fuel on each site is determined taking into account sizes of evaporating drops; for each fraction of burning down fuel the equilibrium structure and adiabatic temperature of a flame of combustion products is determined; the scheme of mixture of combustion products with secondary and mixing air for the purpose of an estimation of non-uniformity of temperature of gas on an exit from the combustion chamber is offered. The renovated technique is illustrated on a particular example.*