

УДК 621.642.02

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИЗ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Фролова Екатерина Олеговна

*Аспирант 3 года,
кафедра «Высокоэнергетические устройства автоматических систем»
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова*

*Научный руководитель: В.А. Лобов,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Высокоэнергетические устройства
автоматических систем»*

Вопросы снижения массы корпусных деталей актуальны для многих машиностроительных отраслей. Особенно остро проблема облегчения изделий стоит в авиации, космонавтике, системах вооружения и других ответственных областях. Объектом исследования работы являются сосуды и емкости, работающие под внутренним давлением. Их используют в качестве топливных баков, баллонов для хранения и транспортировки сжатых и сжиженных газов. Условия эксплуатации предполагают высокую прочность конструкции при минимальной массе изделия [1, 2]. В этой связи наиболее перспективными материалами являются алюминиевые и титановые сплавы.

Основные преимущества титановых сплавов это высокие показатели прочности при малой плотности, однако, такие сплавы достаточно дорогие, труднее поддаются штамповке, помимо этого обладают узкими температурными интервалами для проведения операций термической обработки без образования дефектов.

В сравнении со сталью плотность алюминия примерно в 3 раза меньше, а легирование магнием, цинком, медью и другими элементами в объемной доле не более 5-7% позволяет обеспечить высокие показатели прочности, достаточную пластичность, коррозионную стойкость, а также сопоставимые со сталями значения механических свойств [3]. Для изготовления штамповкой предпочтительнее сплавы с добавлением магния, поскольку обладают хорошей прочностью, умеренной пластичностью, коррозионной стойкостью и недефектностью. Особенностью алюминиево-магниевых сплавов является их термическая неупрочняемость, а также отсутствие окалинообразования при нагреве до температуры рекристаллизации, что позволяет существенно сокращать технологический процесс изготовления за счет снижения числа операций химической обработки.

Однако при многопереходной глубокой вытяжке возможно появление брака в виде растрескивания кромки, появления надрывов и задиров из-за высокого коэффициента трения и нерационального выбора смазочных материалов, неравномерного нагрева заготовок при горячей деформации. Также значительную роль может играть неравномерное (градиентное) распределение деформации по сечениям.

Градиентная структура возникает не только в результате различных видов воздействий на поверхность материала (цементация, борирование, интенсивные плазменные потоки и др.), но и при методах обработки металлов давлением (вытяжка с утонением, выдавливание и др.) [4]. Вопросы согласования эффекта неравномерности с условиями эксплуатации изделий достаточно сложные. Для некоторых ответственных изделий необходимо обеспечение переменного закона распределения механических свойств, который должен вырабатываться в технологическом процессе изготовления. В

то же время наиболее упрочняемые участки склонны к поверхностному растрескиванию, что вынуждает применять дополнительную химико-термическую обработку, которая также не всегда обеспечивает требуемое упрочнение по заданному закону.

В работе проведена оценка дефектов возникающих при изготовлении полых изделий из сплава АМг5 с помощью глубокой вытяжки, рассмотрено влияние смазочных материалов, предложен метод упрочнения готовых деталей и проведена оценка формирования градиентных полей напряженно-деформированного состояния на макроуровне с помощью компьютерного моделирования. Полученные результаты проверены экспериментально в лабораторных условиях.

Литература

1. Бунина Н.А., Смаковский М.С., Лобов В.А., Олехвер А.И., Фролова Е.О. Разработка конструкций и технологий изготовления корпусных деталей повышенной надежности для объектов арктической зоны // Нефть. Газ. Новации. – 2021. – №10 (251). – С. 61-65.
2. Способ изготовления баллонов высокого давления; № 2699701; Российская Федерация, заявка № 2018142457; заявл. 30.11.2018; опубл. 09.09.2019. Бюл. №25. – 8 с.
3. Шеметев Г.Ф. Алюминиевые сплавы: составы, свойства, применение. – Санкт-Петербург: СПбПУ, 2012. – 155 с.
4. Лобов В.А., Ульянов Э.И. Неравномерность степени деформации в поперечном сечении при вытяжке с утонением по внутреннему контуру // Известия ТулГУ. Технические науки. – Вып. 10: в 2-х ч. Ч.2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. – С. 112-119.