

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ващук К. В., Жаркова Д. О.

Научный руководитель – Маркова Л. В., д. т. н., профессор

Одной из важнейших задач современной автомобильной промышленности является повышение качества, снижение материалоёмкости, энергопотребления. Автомобильная промышленность производит приблизительно 100 миллионов автомобилей ежегодно, каждый из которых содержит 500 килограммов штампованных деталей из листового металла. С целью уменьшения веса и сокращения расхода топлива в автомобильной промышленности перспективно использование легких материалов (высокопрочных сталей и сплавов алюминия) при изготовлении тонких корпусов и приборных панелей автомобилей [1]. Однако высокопрочные стали и сплавы алюминия имеют низкую пластичность, что затрудняет использование традиционных технологических процессов штамповки. Для решения этой проблемы разработаны импульсные методы штамповки для легких листовых материалов, такие как взрывная, электромагнитная и электрогидравлическая штамповка [2].

Цель данной работы: проанализировать известные методы формования материалов тонких автомобильных панелей, выявить из них самый высокоэффективный метод.

Сущность процесса штамповки взрывом состоит в том, что при взрыве происходит резкий скачок давления в воде, образуемая при этом энергия используется для формовки изделий. Взрывная штамповка является одним из самых высокоскоростных технологических процессов. Однако взрывная штамповка предусматривает использование взрывчатых веществ, что повышает опасность производства.

Электромагнитная штамповка заключается в использовании электромагнитных сил, возникающих в результате взаимодействия магнитных полей индуктора и заготовки, отталкивающих их друг от друга с высокой скоростью за очень короткий промежуток времени, при этом заготовка деформируется по матрице. Недостатком электромагнитной штамповки является то, что технология позволяет использовать только материалы с высокой электропроводностью.

Недостатки взрывной и электромагнитной штамповки преодолены в технологическом процессе электрогидравлического формования, основанного на электрогидравлическом эффекте.

Электрогидравлический эффект состоит в возникновении сверхвысоких импульсных гидравлических давлений при высоковольтном электрическом разряде в жидкой среде [3].

Устройство для электрогидравлического формования (штамповки, вытяжки) выполнено в виде матрицы 4 с полостью 3, заполненной воздухом или находящейся под вакуумом (рис. 1). Крышкой полости служит деформируемый листовой материал 2. Над деформируемым листом расположена камера с рабочей жидкостью 5 и рабочими электродами 1. Разряд осуществляется между двумя электродами или между электродом и деформируемым листом [4].

Во время процесса электрогидравлического формования накопленная на конденсаторе электрическая энергия разряжается на электроды 1, которые находятся в заполненной рабочей жидкостью 5 камере. Небольшое количество жидкости между кончиками электродов 1 начинает испаряться, образуя плазменный канал. Электрический ток продолжает идти по каналу, преобразуя электрическую энергию во внутреннюю энергию плазменного пузыря. Это происходит за очень короткий промежуток времени (обычно менее 100 микросекунд). Затем начинается взрывное расширение канала путем образования высокоскоростных ударных волн в жидкости, что и вдавливает заготовку 2 в матрицу 4 через вакуумную полость 3.

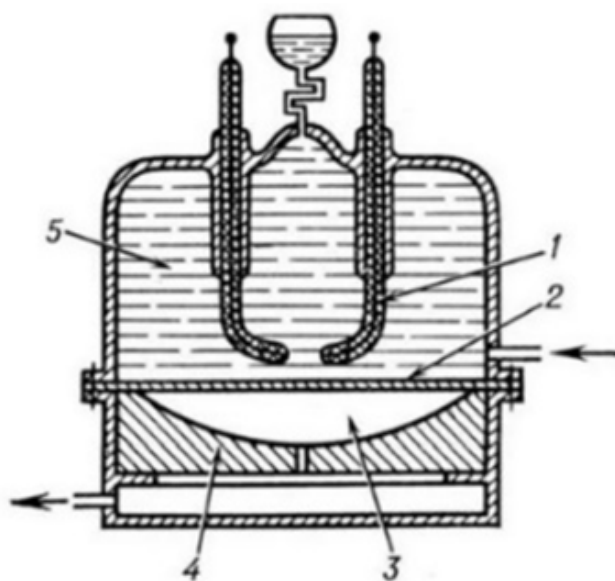


Рисунок 1 - Схема устройства для электрогидравлической штамповки: 1 – электроды; 2 – заготовка; 3 – вакуумная полость; 4 – матрица; 5 – рабочая жидкость

Метод позволяет получать легкие тонкостенные (толщиной до 5 мм) изделия с габаритными размерами до 1800 мм.

Проведенный анализ импульсных методов штамповки показал, что наиболее перспективной технологией для формования листовых заготовок из высокопрочных сталей и сплавов алюминия при изготовлении тонких корпусов и приборных панелей автомобилей является электрогидравлический метод.

Однако использование данной технологии в серийном производстве ограничено необходимостью замены рабочей жидкости перед изготовлением каждого изделия, что снижает скорость производства.

Для внедрения электрогидравлической технологии в серийном производстве в настоящее время ведутся работы, в частности компанией Ford, направленные на решение проблемы замены рабочей жидкости и автоматизацию технологического процесса [4].

Литература

1. V. Psyk, D. Risch, B.L. Kinsey, A.E. Tekkaya, and M. Kleiner. Electromagnetic forming – a review//Journal of Materials Processing Technology. – 2011. – V. 211, N 5. – P. 787–829.
2. A.V. Mamutov, S.F. Golovashchenko, J.J. Bonnen, A.J. Gillard, S.A. Dawson, L. Maison. Electrohydraulic Forming of Light Weight Automotive Panels//Journal of 7th International Conference on High Speed Forming. – 2016.– P. 3-13.
3. Юткин, Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности/Л. А. Юткин. – Ленинград: «Машиностроение» Ленинградское отделение, 1986. – 254 с.
4. U.S. Department of Energy, Industrial Technologies Program, Electrohydraulic Forming of Near Net Shape Automotive Panels 2011, 2 pages