

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМБИНИРОВАННОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОКОВКИ С ФАСОННОЙ ГОЛОВКОЙ

Телегин И.В., Телегин В.В.

Липецкий государственный технический университет, г.Липецк

Ключевые слова: горячая штамповка, выдавливание, 3D-моделирование.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы трёхмерного компьютерного моделирования технологического процесса горячей объёмной штамповки не осесимметричной поковки с фасонной головкой методом комбинированного выдавливания. Анализируются полученные с помощью программы QForm-2D/3D результаты значений технологической силы и деформации металла. Автор приходит к выводу о соответствии полученных результатов ожидаемым и возможности применения отечественного программного обеспечения QForm-2D/3D для исследования технологических схем горячей штамповки.

Горячая объёмная штамповка (ГОШ) является одним из основных способов изготовления деталей и их заготовок самых различных типов и размеров, массой от десятков граммов до сотен килограмм [1–3]. Значительную долю поковок в настоящее время изготавливают на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) [4-5]. Современные методы разработки технологий ГОШ базируются на использовании систем компьютерного моделирования. Наиболее известными из таких систем в настоящее время являются программные комплексы QForm-2D/3D [6], DEFORM-3D, RAPID-2DNT [7] и ряд других.

В предлагаемой работе рассматриваются вопросы использования программы QForm 2D/3D для моделирования технологии изготовления поковок методом комбинированного выдавливания. Исследуемая поковка и используемые для её пластического деформирования штамповые вставки (инструмент) показаны на рис. 1 и 2.

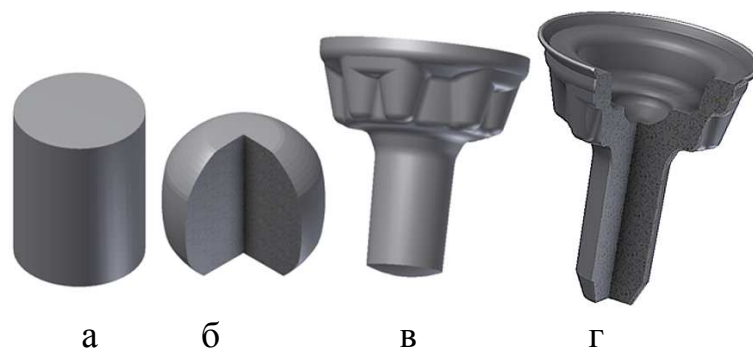


Рис. 1. Технологические переходы штамповки изделия: а – заготовка, б – осадка (в шар), в – предварительная штамповка, г – окончательная штамповка

Программа QForm предлагает следующие способы моделирования пластического формоизменения металла:

- произвольное (трёхмерное моделирование);
- осесимметричная деформация (2D-моделирование);
- плоская деформация.

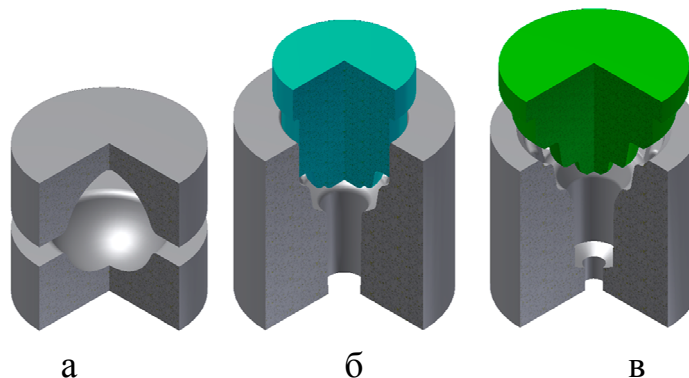


Рис. 2. Штамповые вставки: а — осадка (в шар), б – предварительная штамповка, в – окончательная штамповка

На практике наиболее широкое применение получил процесс осесимметричного моделирования. С одной стороны это объясняется тем, что круглые в плане поковки являются наиболее распространёнными, с другой стороны – процесс 2D-моделирования проще реализуем и более устойчив, надёжен в сравнении с произвольным моделированием.

3D-моделирование не только более трудоёмкий процесс, но и далеко не всегда устойчивый. В некоторой степени устойчивость этого процесса можно несколько повысить для симметричных поволоков, когда исходными данными для моделирования является не вся поковка целиком, а её половина или четверть. При этом предполагается, что в симметричных частях поковки процессы пластического деформирования металла идентичны. В качестве примера на рис. 3 и 4 приведены результаты моделирования осадки цилиндрической заготовки в шар (рис. 1а, б и 2а).

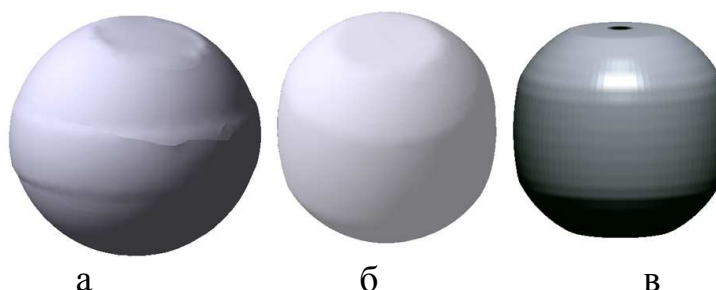


Рис. 3. Результаты моделирования осадки в шар цилиндрической заготовки: 3D-моделирование целой заготовки (а) и четверти заготовки (б), 2D-моделирование (в)

Как следует из приведённых данных, результаты 2D-моделирования и 3D-моделирования с учётом симметрии поковки близки, а процесс полного моделирования осадки заготовки в шар оказался не устойчив. Учитывая сказанное, в дальнейших исследованиях технологии ГОШ рассматриваемой поковки (рис. 1) будем считать процесс осадки осесимметричным, а операции предварительной и окончательной штамповки трёхмерным с двумя плоскостями симметрии.

На рис. 5 приведены результаты исследования деформации при пластическом формоизменении металла поковки в окончательном ручье.

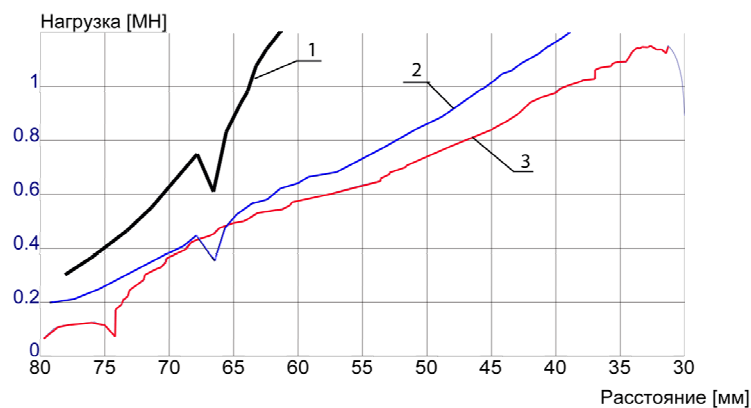


Рис. 4. Результаты расчёта технологической силы: 3D-моделирование целой заготовки (1) и четверти заготовки (2), 2D-моделирование (3)

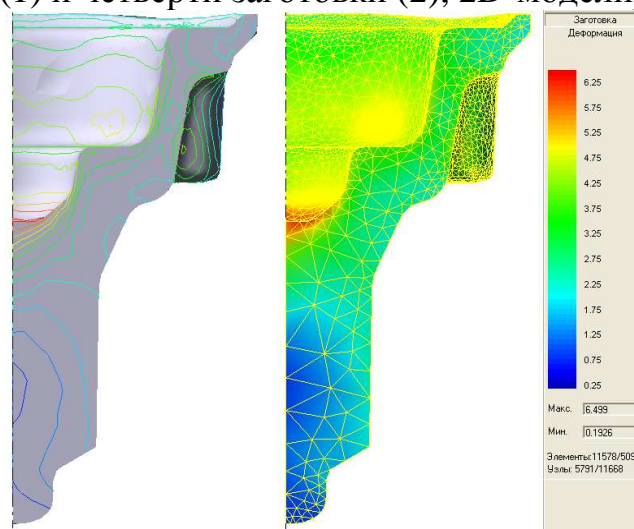


Рис. 4. Результаты исследования деформация поковки при штамповке её в окончательном ручье

Достоверность полученных в программе QForm-2D/3D результатов определяется множеством факторов, основные из которых достоверность сведений о материале поковки, температурных режимах штамповки, смазке и качестве исходных 3D-моделей технологических переходов. В данной работе авторы для построения технологических переходов использовали программу Autodesk Inventor [8-12]. Предполагалось, что штамповка исследуемой поковки выполнялась на кривошипном прессе [4, 12]. Для определения других данных использовалась база данных QForm.

Список литературы

1. Володин И.М. Моделирование процессов горячей объёмной штамповки: Монография. – М.: Машиностроение – 1, 2006. – 253 с.
2. Телегин И.В. Автоматизация проектирования ресурсосберегающих технологических процессов горячей объёмной штамповки круглых в плане поковок / И.В. Телегин, И.М. Володин // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: Сборник научных трудов 6-ой Международной научно-практической конференции. Курск, 2016. С. 294-297.
3. Мельник Д.С. Формообразование физической модели поковки в открытом штампе / Д.С. Мельник, И.В. Телегин // Машиностроение. Тенденции развития современной науки. Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. Липецк, 2018. С. 186-189.

4. Telegin I.V. The mathematical modeling for assessing the effectiveness of hot forging extruded round in plan forgings on crank presses / I.V. Telegin, I.M. Volodin, P.I. Zolotukhin // International Journal of Engineering and Technology(UAE). 2018. Vol. 7. № 2. P. 30-34.
5. Телегин И.В. Компьютерное моделирование динамических процессов в кривошипном горячештамповочном прессе // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-15. С. 3414-3418.
6. Полищук Е.Г. Система расчета пластического деформирования «Рапид» / Е.Г. Полищук, Д.С. Жиров, Р.А. Вайсбурд // Кузнечно-штамповочное производство. - 1997. - № 8. - С. 16-18.
7. Биба Н.В. Q-Form – программа, созданная для технологов / Н.В. Биба, С.А. Стебунов // КШП. ОМД. - 2004. - №9. - С.38-41.
8. Telegin V.V. 3D-forming and Autodesk AutoCAD at the initial stage of engineering training of specialists in technical areas / V.V.Telegin, I.V. Telegin, A.S. Stepanov // International Journal of Engineering and Technology(UAE). 2018. Vol. 7. № 3. P. 1-3.
9. Телегин В.В. 3D-моделирование как один из базовых элементов профессиональной подготовки специалистов машиностроительных предприятий / В.В. Телегин, И.В. Телегин // Вестник Липецкого государственного технического университета. 2018. № 2 (36). С. 44-49.
10. Паршинцев А.А. Разработка 3D-модели ведомого вала редуктора / А.А. Паршинцев, В.В. Телегин // Машиностроение. Тенденции развития современной науки. Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. Липецк, 2018. С. 177-180.
11. Усов Н.Д. Создание наружной ходовой резьбы в Autodesk Inventor / Н.Д. Усов, В.В. Телегин // Машиностроение. Тенденции развития современной науки. Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. Липецк, 2018. С. 180-183.
12. Telegin V.V. Solid modeling and dynamic analysis of mechanisms of press-forging machines / V.V. Telegin, A.M. Kozlov, V.I.Sakalo // Procedia Engineering. International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017, 2017. P. 1258-1263.

Сведения об авторах:

Телегин Игорь Викторович – к.т.н., доцент кафедры технология машиностроения ЛГТУ, г.Липецк;

Телегин Виктор Валериевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры технология машиностроения, ЛГТУ, г.Липецк.

THE STUDY OF THE COMBINED EXTRUSION PROCESS OF FORGINGS WITH A SHAPED HEAD

Telegin I.V., Telegin V.V.

Keywords: hot stamping, extrusion, 3D-modeling.

Abstract. The article deals with the issues of three-dimensional computer simulation of the hot bulk forming process of non-axisymmetric forging with a shaped head using the combined extrusion method. Analyzed using the program QForm-2D/3D, the results of the values of technological strength and deformation of the metal. The author comes to the conclusion that the obtained results are as expected and that the domestic QForm-2D/3D software can be used to study hot stamping processes.

References

1. Volodin I.M. Modeling the processes of hot volume forging: Monograph. Moscow: Mashinostroenie-1, 2006. 253p.

2. Telegin I.V., Volodin I.M. Automation of the design of resource-saving technological processes of hot forging of round forgings round in plan // Innovation, quality and service in engineering and technology. Proceedings of the 6rd International Scientific Conference. Kursk, 2016. P. 294-297.
3. Melnik D.S., Telegin I.V. Forming of the physical model of forging in the open stamp. In: Engineering. Trends in the development of modern science. Proceedings of the Scientific Conference of Students and Graduate Students Lipetsk State Technical University. 2018. P. 186-189.
4. Telegin I.V., Volodin I.M., Zolotukhin P.I. The mathematical modeling for assessing the effectiveness of hot forging extruded round in plan forgings on crank presses // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. V.7. № 2. P. 30-34.
5. Telegin I.V. Computer simulation of dynamic processes in hot-crank press // Fundamental research. 2013. № 10-15. P. 3414-3418.
6. Polishchuk E.G., Zhironov D.S. and Vaysburd R.A. "Rapid" – plastic deformation calculation system // Forging and stamping production. 1997. № 8. P. 16-18.
7. Biba N.V., Stebunov S.A. Q-Form – a program created for technologists // KSHP.OMD. 2004. №9. P.38-41.
8. Telegin V.V., Telegin I.V. and Stepanov A.S. 3D-forming and Autodesk AutoCAD at the initial stage of engineering training of specialists in technical areas // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. V.7. № 3. P. 1-3.
9. Telegin V.V., Telegin I.V. 3D-modeling as one of the basic elements of professional training of specialists of machine-building enterprises // Lipetsk State Technical University News. 2018. №2(36). P. 44-49.
10. Parshintsev A.A. and Telegin V.V. Development of the reduction shaft 3D model // Engineering. Trends in the development of modern science. Proceedings of the Scientific Conference of Students and Graduate Students Lipetsk State Technical University. 2018. P. 177-180.
11. Usov N.D., Telegin V.V. Creating the external thread in Autodesk Inventor // Engineering. Trends in the development of modern science. Proceedings of the Scientific Conference of Students and Graduate Students Lipetsk State Technical University. 2018. P. 180-183.
12. Telegin V.V. Solid modeling and dynamic analysis of mechanisms of press-forging machines / V.V. Telegin, A.M. Kozlov, V.I.Sakalo // Procedia Engineering. International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017, 2017. P. 1258-1263.