WEB ISSN 1314-507X; PRINT ISSN 1313-0226

# COMPUTER AND PHYSICAL SIMULATION OF ANGULAR PRESSING

Sosenushkin E.H., Yanovskaya E.A., Sosenushkin A.E.

***Abstract:*** *The results of computer simulation and physical experiment on angular pressing AD1 alloy billets are presented. There were microstructure and dyurametrix researches to confirm the changes in the structure of the structure and its mechanical properties.*
***Keywords****: angular pressing, power parameters, simulation, structure, hardness.*

## *1. Introduction.*

Unfortunately, traditional methods of stamping: cold [1]semi hot [2, 3], the hot volume [4, 5] and hydromechanical [6], can not bring structural changes to the ultrafine grain size, despite significant accumulated strain received by metal. Fragments with low-angle misorientation are obtained mainly these kinds of plastic processing [7]. Equal channel angular pressing is one of popular in the industry and one of perspective ways of severe plastic deformation. This method can generate a deformation of ultrafine-grained structure and improve the mechanical properties of bulk structural metals. Equal channel angular pressing (ECAP) [8-12] occurs with a predominance of mechanical deformation scheme, this corresponds to a simple shift.

Dislocation slip is the main mechanism of new grain boundaries and dominant at the initial stage of restructuring. However, larger values of accumulated deformation lead to some saturation grain size as well as on the hardening of the treated metal. It leads to the predominance of non-crystallographic grain boundary shifts. Shifts cause angular misorientation boundaries increase. The more shear strain more accumulated is and the less structural fragments are, the more intense characteristics of subjected to angular pressing metal change [13].

## *2. Preconditions and means to solve the problem.*

The research is aimed to confirm these theoretical propositions about the relationship of accumulated deformations and basic geometric characteristics of the channels structure of metallic materials and their properties [14]. For this purpose we use our models [15-17] and need to study the influence of process parameters on the kinematics of the metal flow and energy-power conditions angular pressing [18-20] and to conduct physical simulation [21] to obtain the blanks with shredded structure models.

## *3. Results of computer simulation.*

Software QFORM 3D was adopted as a simulation tool. As a tool for simulation of dependence of influence of conjugation radius at the intersection of channels on angular pressing force parameters was obtained (Fig. 1). Analysis of the results showed a plastic deformation forces decreased with increasing of radius of conjugation channel. Angle of conjugation of the channels is the second process parameter influencing magnitude of the forces pressing. The graph in Fig. 2 illustrates the decrease forces of deformation with increasing angle of conjugation channels.

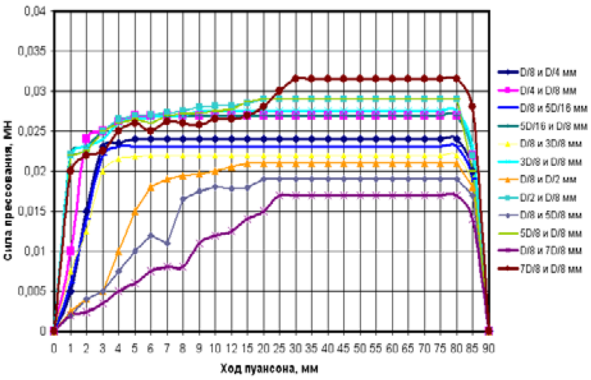


***Fig.1.*** *Dependence of pressing force on the stroke of the punch when combined radiuses conjugation channels; D - characteristic dimension of channel cross section.*

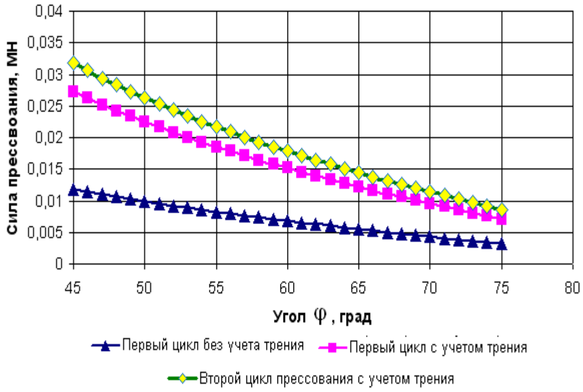


***Fig.2.*** *The pressing force dependence on the angle of crossing channels*

The work deformation increases in the course punch and it also affects the value of the radius of the channel conjugation (Fig. 3).

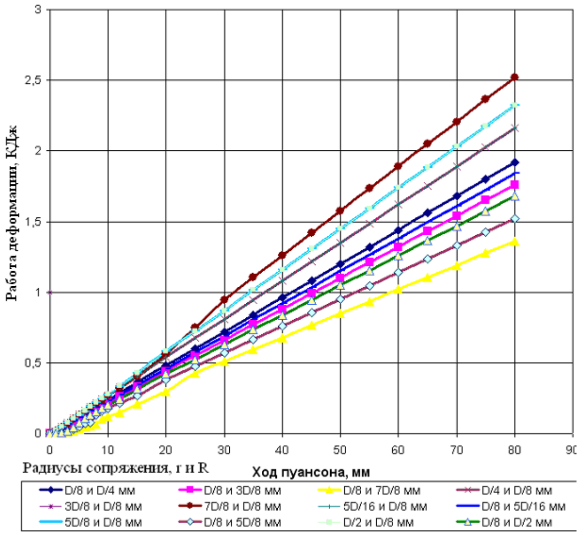


***Fig.3.*** *Dependence of the plastic deformation of the punch stroke at different combinations and not equal to each conjugation radius channels r, R*

Analysis of simulation results allowed to design stamping tooling [22, 23] with rational radius conjugation channels and angles of intersection of the channels.

## *4. Physical simulation.*

Fig. 4 shows a universal stamp for angular pressing with the possibility of crossing the channel changeover angles in the range 90 ° ≤ θ ≤ 135 ° c implementations pressing schemes with one and two foci of deformation [24]. First we pressed components samples of lead with the reference grid with scheme of a traditional ECAP with foci of deformation, angle crossing the channels 90 º and the conjugation radius: external - 5 mm; internal - 2 mm. After we had verified the stamping tooling operability, we moved to research pressing AD1 alloy workpieces. All results relate to the angular pressed workpieces with square cross section of 16 × 16 mm and a length of 100.


YEAR VIII, ISSUE 9, P.P. 52-54 (2014)

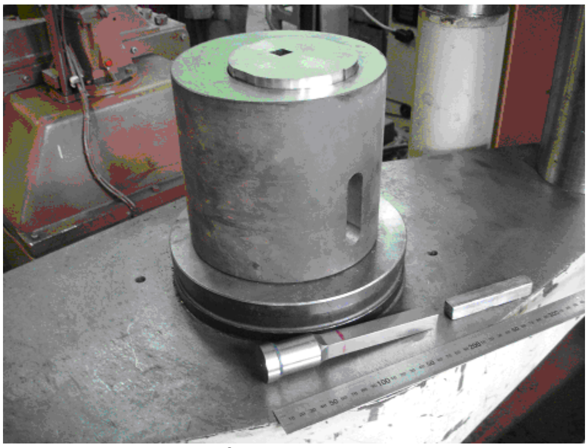

***Fig. 4.*** *Stamping snap for angular pressing*

*Changing the grid and Lagrangian lines in computer simulations are the same (Fig. 5).*

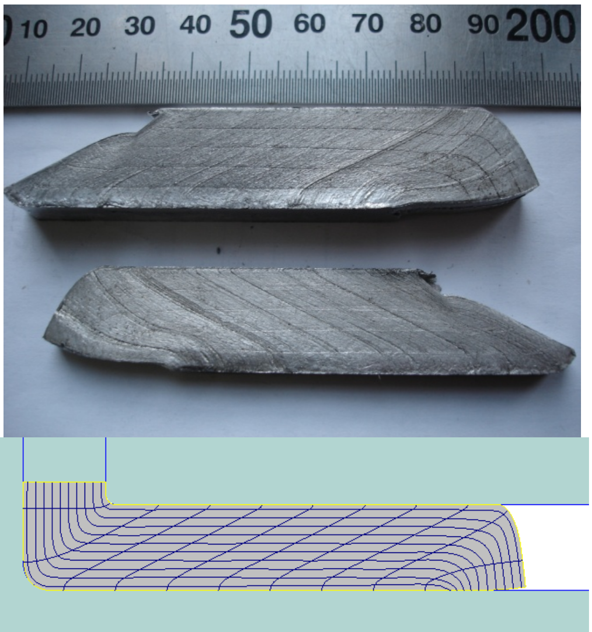

***Fig.5.*** *Experimental and theoretical distribution of the grid lines in the workpieces. a) - an experiment; b) - computational simulation.*

Comparison of angular pressing forces of in the simulation based on the known dependence and the results of the experiment is shown in Figure 6. Experimental curve corresponds to a smooth increase pressing force and a slightly larger punch stroke.

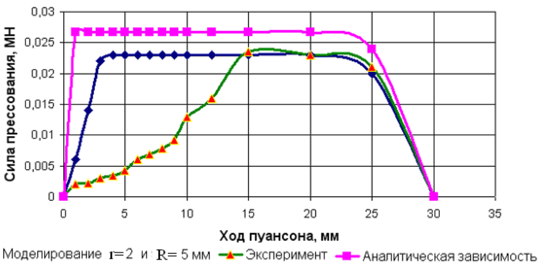


***Fig. 6.*** *Comparison forces of angular pressing*

Results of microstructural analysis after one and two passes through the workpieces the deformation foci are shown in (Fig. 7) to confirm the changes of the alloy AD1 structure

Microhardness distribution over the cross section after pressing the workpiece shown in Fig. 8 The hardness increases with the increasing number of the workpiece passes through the channels. It indicates that the workpiece material is hardening.

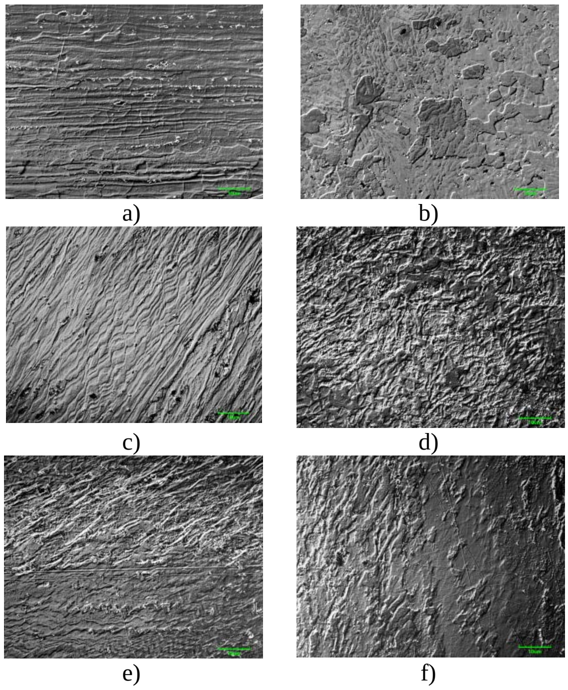

***Fig. 7.*** *Dynamics of changes in the microstructure during ECAP: a) - longitudinal ground joint initial billet; b) - transverse section of the initial billet; c) - longitudinal ground joint, 1 cycle ECAP; d) - the cross-sections ground joint, 1 cycle ECAP; e) - longitudinal ground joint, 2 cycle ECAP; f) - the cross-sections ground joint, 2 cycles of ECAP.*

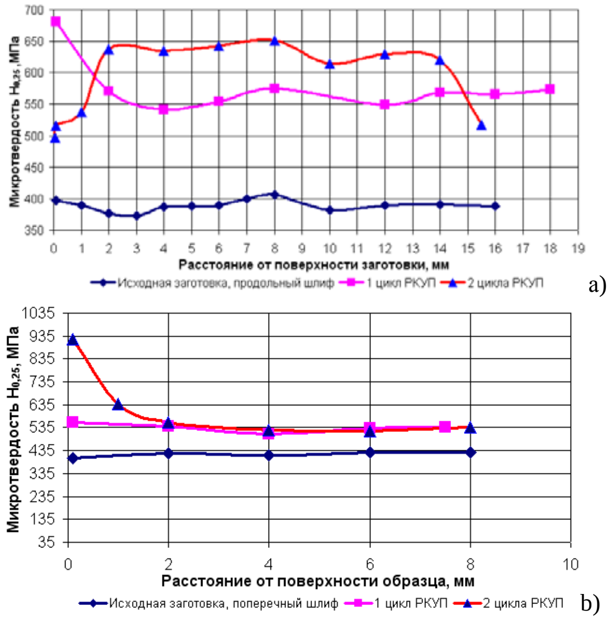


***Fig. 8.*** *Microhardness distribution over the cross section microsections at different number of cycles of ECAP: a) - longitudinal microsections; b) - the cross-sections.*

## 5. Summary / Conclusions.

1. The identity of the experimental results distribution grid lines in the composite workpiece with the results of computer simulation is installed. This suggests that the data on the flow kinematics and deformed state workpieces are valid.

2. When analyzing the hardening curves revealed that the implementation of two loops ECAP flow stress level values are increased by 60% compared with the initial workpiece and by 50% compared with the workpiece, after one cycle of the ECAP. This confirms the increase in mechanical properties as a result of hardening.

3. After one cycle ECAP microhardness increased by 30-50%, especially in the longitudinal microsections, and after two cycles ECAP by 40-60% compared to the original workpiece

## *6. Literature.*


1. Сосенушкин Е.Н. Прогрессивные процессы объемной штамповки. – М.: Машиностроение, 2011. – 480 с.

2. Сосенушкин Е.Н. Развитие систем пластического деформирования.// Вестник МГТУ «Станкин». – 2010. - №2. – С.12-20.

3. Артес А.Э., Сосенушкин Е.Н. Проблемы производства крупных поковок в отечественном машиностроении.// Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2012. - №9. – С.45-50.

4. Артес А.Э., Сосенушкин Е.Н., Третьюхин В.В. Технологические возможности горячей объемной штамповки деталей арматуры из центробежнолитых чугунных труб.// Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2008. - № 10. – С.30-32.

5. Пономарев А.С., Сосенушкин Е.Н., Климов В.Н. Влияние технологических особенностей обработки давлением на микроструктуру и качество деталей трубопроводной арматуры из высокопрочного чугуна.// Металловедениеитермическаяобработкаметаллов. – 2012. - №1. – С.23-27. [Ponomarev A.S., Sosenushkin E.N., Klimov V.N. Effect of process features of pressure treatment on the microstructure and quality of parts of pipeline fittings from higt-strength cast iron.// Metal Science and Heat Treatment. –2012. – T.54. - №1-2. P. 22-27.]

6. Артес А.Э., Сосенушкин Е.Н., Третьюхин В.В., Окунькова А.А., Гуреева Т.В. Новые ресурсо- и энергосберегающие технологии изготовления деталей обработкой давлением.// Вестникмашиностроения. – 2013. - №5. – С.72-74. [Artes A.E., Sosenushkin E.N., Tret'yukhin V.V., Okun'kova A.A., Gureeva T.V. Resorse- and energy-saving manufacturing technologies based on pressure treatment.// Russian Engineering Research. – 2013. T.33. №8. P. 460-462.]

7. Утяшев Ф.З. Современные методы интенсивной пластической деформации. – Уфа: УГАТУ, 2008. – 313с.

8. Сегал В.М., Резников В.И., Копылов В.И. и др. Процессы пластического структурообразования металлов. - Минск: Наука и техника, 1994. – 232с.

9. Боткин А.В., Рааб Г.И., Валиев Р.З. Деформационные и силовые параметры процесса равноканального углового прессования в параллельных каналах // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. -2009. - №6. –С. 3-7.

10. Патент №2509621. Штамп для углового прессования/ Сосенушкин Е.Н., Цфас Г.М., Яновская Е.А., Белокопытов В.В., Сосенушкин А.Е.

11. Сосенушкин Е.Н., Яновская Е.А., Сосенушкин А.Е. Верхняя оценка силовых и деформационных параметров равноканального углового прессования в параллельных каналах// Известия Самарского научного центра РАН, 2012. Том 14.

12. Sosenushkin E., Sosenushkin A. Simulation of the equal channel angular extrusion technology// IX International congress machines, technologies, materials 2012.September 19-21 2012, Varna, Bulgaria. – P. 110-112.

13. Сосенушкин Е.Н., Овечкин Л.М., Климов В.Н., Сосенушкин А.Е., Сапронов И.Ю. Влияние кинематики течения металла на эволюцию микроструктуры и свойства заготовок при равноканальном угловом прессовании. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. №11. 2012. С. 19-22.

14. Сосенушкин Е.Н., Яновская Е.А., Сосенушкин А.Е. Формирование мелкозернистой структуры металлов комбинированным методом интенсивной пластической деформации. Труды XX Международной конференции «Математика, компьютер, образование». М.:- Ижевск, 2013. С.193.

15. Сосенушкин А.Е., Артес А.Э., Сосенушкин Е.Н. Математическое моделирование равноканального углового прессования.// Технология машиностроения. - №12. – 2011. – С.53-56.

16. Сосенушкин А.Е, Сосенушкин Е.Н., Яновская Е.А. Моделирование кинематически возможных полей скоростей процесса углового прессования в пересекающихся каналах для расчета энерго-силовых параметров./ Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем. Вып. 15. Материалы II международной научной конференции «Моделирование нелинейных процессов и систем». Том 2. – М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2013 – С.185-193.

17. Сосенушкин Е.Н., Белокопытов В.В., Сосенушкин А.Е. Температурная интенсификация процесса равноканального углового прессования в параллельных каналах. / В сб. докладов и научных статей «Перспективы инновационного и конкурентоспособного развития кузнечно-прессового машиностроения и кузнечно-штамповочных производств». – Рязань: ОАО «Тяжпрессмаш», 2012. – С.271-279.

18. Сосенушкин Е.Н., Овечкин Л.М., Сосенушкин А.Е. Совершенствование процессов интенсивной пластической деформации. // Вестник МГТУ «СТАНКИН» - 2012. – №1 (18). – С.22-25.

19. Сосенушкин Е.Н., Сосенушкин А.Е. Оценка силовых параметров и деформированного состояния заготовки при равноканальном угловом прессовании. / Труды международной научно-технической конференции «Современные металлические материалы и технологии». – СПб: Санкт-Петербургский ГТУ, 2011. – С.233-235.

20. Сосенушкин А.Е. Обобщенная расчетная схема процесса углового прессования и автоматизация построения годографов скоростей перемещений./ Труды XV научной конференции «Математическое моделирование и информатика». – М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2013 – С.188-190.

21. Сосенушкин Е.Н., Овечкин Л.М., Сосенушкин А.Е. Экспериментальная проверка адекватности компьютерного моделирования процесса равноканального углового прессования./ Состояние, проблемы и перспективы развития кузнечно-прессового машиностроения и кузнечно-штамповочных производств. – Рязань: ОАО «Тяжпрессмаш», 2009. – С.169-174.

22. Патент № 133440 на полезную модель. Штамп для углового прессования. Сосенушкин Е.Н., Сосенушкин А.Е., Яновская Е.А. 20.10.2013. – Бюл.№29.

23. Патент №2440210 на изобретение. Штамп для равноканального углового прессования. Сосенушкин Е.Н., Овечкин Л.М., Сосенушкин А.Е. 20.01.2012. – Бюл.№2.

24. Патент №86507 на полезную модель. Устройство для равноканального углового прессования. Сосенушкин Е.Н., Овечкин Л.М., Артес А.Э., Смирнов А.М., Сосенушкин А.Е. 10.09.2009. - Бюл. №25.