

УДК 621.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ МОЛОТОВОГО ШТАМПА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА КОНЕЧНУЮ СТОИМОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

© 2022 И.Н. Хаймович^{1,2}, Д.А. Елистратов¹, Е.А. Громова¹, К.С. Морозова¹

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва,
Самара, Россия

² Международный институт рынка, Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 08.12.2021

В статье представлен анализ математического моделирования технологического процесса горячей штамповки, на основе которого можно утверждать, что значение геометрии рабочей полости штамповой оснастки имеет большое значение, в частности для экономической выгоды при производстве оснастки. Рассматриваются штампы с расширяющейся заусенечной канавкой и параллельным мостиком, и проводится их сравнение на моделях.

Ключевые слова: штамповая оснастка, расширяющийся заусенечный мостик, параллельный мостик, штамп, облой, штамповка.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-1-20-23

ВВЕДЕНИЕ

Важным направлением развития кузнечно-штамповочного производства является повышение стойкости технологической оснастки при штамповке жаропрочных и нержавеющей сталей, титановых сплавов и других труднодеформируемых сплавов стойкость открытых штампов небольшая и составляет 800-1000 штук до первого возобновления. Стоимость больших штампов может достигать миллионы рублей, поэтому рационально найти такой подход, при котором будет возможно увеличить изнашиваемость штамповой оснастки, тем самым сохранить бюджет [1].

Большое влияние на стойкость открытого штампа оказывает форма и размеры мостика заусенечной канавки. Являясь регулятором давления в полости штампа, заусенечная канавка работает в очень тяжелых условиях: большие нормальные и касательные напряжения, высокая температура поверхности. Это приводит к значительному смятию и истиранию поверхности мостика [2].

Большие напряжения, которые создает заусенечная канавка в полости штампа, особенно на стадии доштамповки, оказывают сильное влияние на износ гравюры штампа и снижение его общей стойкости [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В экспериментальном штампе было отштамповано 2000 шт. поковок. Износ штампа изучался путем обмера поперечного сечения поковки вместе с заусенцем. Для этого, приблизительно, через каждые сто поковок отбиралась одна поковка без обрезки заусенца для измерений. Каждая контрольная поковка разрезалась на фрезерном станке поперек стержня на расстоянии 35мм от головки. По месту разреза делался поперечный макрошлиф.

Для изучения интегрального износа было отобрано 5 контрольных поковок в пределах изготовленной партии. Для этих деталей сделаны фотографии поперечных сечений с приблизительно девятикратным увеличением (рис. 1...6).

Предварительное измерение поперечных сечений контрольных поковок показало, что износ штампа после изготовления 2000 шт. поковок небольшой. Несколько быстрее увеличивается толщина мостика в месте его перехода к гравюре штампа. Оценку износа штампа проводили по двум показателям.

1. Интегральный износ, т.е. увеличение площади поперечных сечений контрольных поковок

2. Увеличение минимальной толщины мостика заусенечной канавки.

Для того, чтобы доказать значимость конфигурации заусенечного мостика от канавки, в программном продукте Deform для двух абсолютно одинаковых штампов, но с разными конфигурациями облоя, был смоделирован процесс горячей объемной штамповки (рис.7...8) [4,5].

В результате которого, было установлено, что показатель Strain-Effective, который отображает интенсивность деформаций, в одной и той же точ-

Хаймович Ирина Николаевна, доктор технических наук, профессор. E-mail: kovalek68@mail.ru

Елистратов Данил Андреевич, аспирант.

E-mail: dan.elistratow@gmail.com

Громова Екатерина Аркадьевна, аспирант.

Морозова Ксения Сергеевна, аспирант.

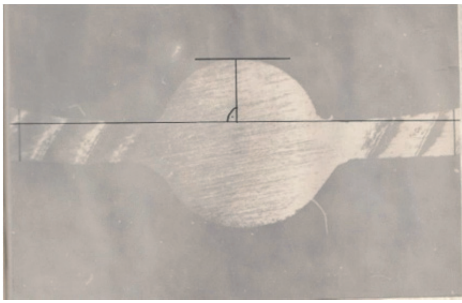


Рисунок 1 – Поперечное сечение контрольной поковки после изготовления 100 деталей, образец №1

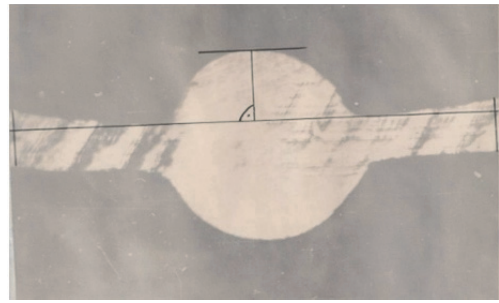


Рисунок 2 – Поперечное сечение контрольной поковки после изготовления 500 деталей, образец № 5

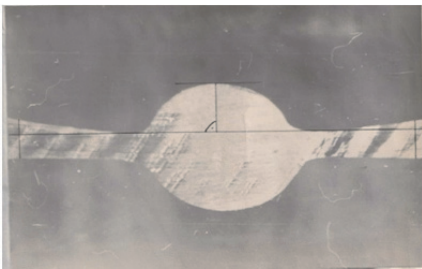


Рисунок 3 – Поперечное сечение контрольной поковки после изготовления 1100 деталей, образец №1'

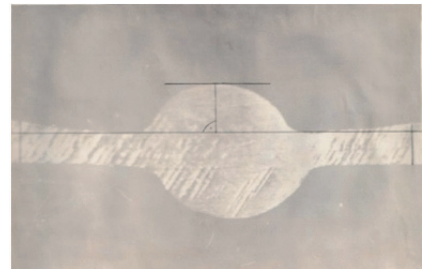


Рисунок 4 – Поперечное сечение контрольной поковки после изготовления 1600 деталей, образец №6'

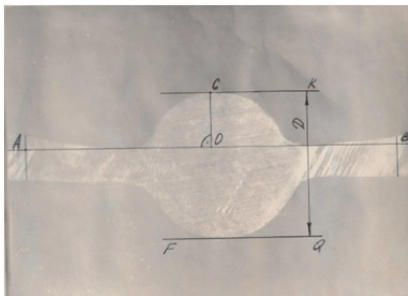


Рисунок 5 – Поперечное сечение контрольной поковки после изготовления 2000 деталей, образец №10'

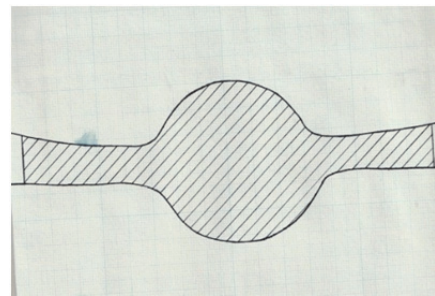


Рисунок 6 – Контур поперечного сечения поковки после изготовления 2000 деталей, образец №10'

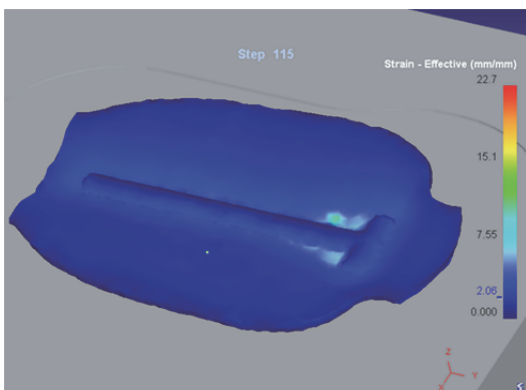


Рисунок 7 - Штамповка болта в полости штампа с расширяющейся канавкой

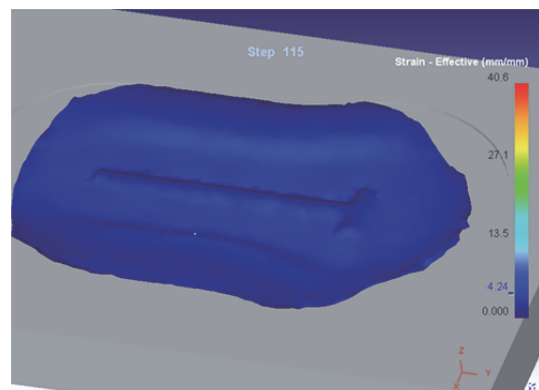


Рисунок 8 – Штамповка болта в полости штампа с параллельной канавкой

ке на обеих штамповках имеет отличное значение. Для штампа с параллельным мостиком (рис. 9) данный показатель имеет значение 4 mm/mm, а у штампа с расширяющимся заусенчным мости-

ком (рис. 10) это значение 2 mm/mm. Данный факт говорит о том, что стойкость у штампа с расширяющимся заусенчным мостиком выше, а соответственно и долговечность, что в целом позволит

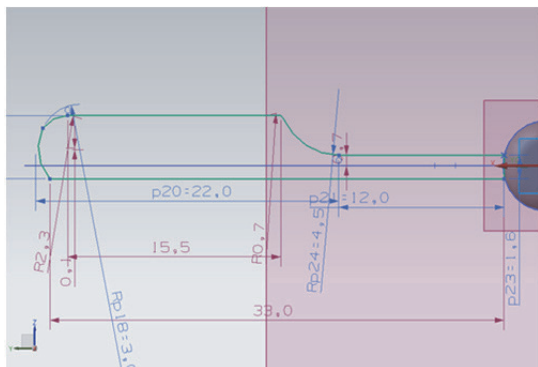


Рисунок 9 – Параллельный мостик

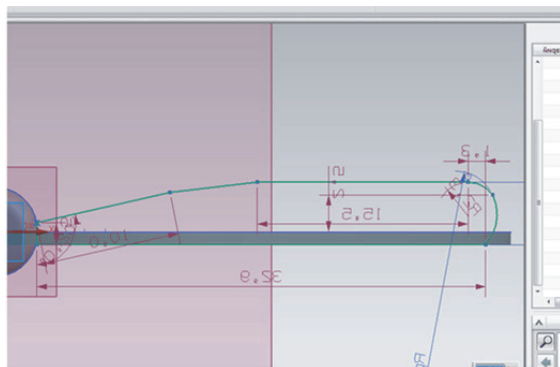


Рисунок 10 – Расширяющийся мостик

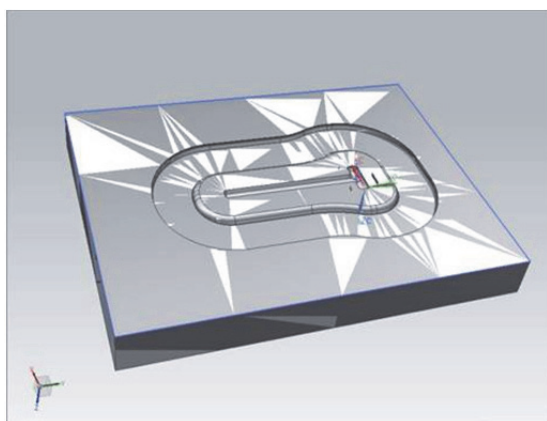


Рисунок 11 – Полость штампа с параллельной заусенечной канавкой

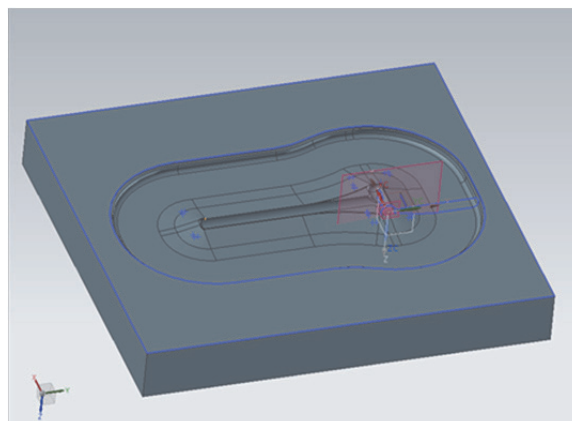


Рисунок 12 – Полость штампа с расширяющейся заусенечной канавкой

затратить меньшее количество денег на восстановление штампа или же полное воссоздание.

Так, стоимость материала 5ХНМ, из которого изготавливается штамповая оснастка в данном случае, варьируется от 92000 рублей до 218000 рублей за тонну в зависимости от вида поставляемой заготовки.

В рассматриваемом случае, для обоих штампов, так как их единственное различие заключается в геометрии заполняемой полости (облойной канавки) (рис. 11...12), такие критерии, как оплата труда рабочих, налоги и накладные расходы, которые оказывают влияние на конечную стоимость изготовления – идентичны. Однако, важную роль играет стоимость затрачиваемого материала.

Учитывая, что стойкость штампов с расширяющейся заусенечной канавкой, как было выяснено на основе математического моделирования, превосходит стойкость штампов с параллельной канавкой в 2,1 раза, то можно утверждать, что экономия при изготовлении штампа также будет увеличена в 2,1 раза.

Для получения одной половины штампа с габаритами 120мм *80мм *190 мм необходимо отковать заготовку-пруток диаметром 100 мм и длиной 240 мм с весом 142 кг [6]. Так, стоимость материала 5ХНМ для круга 100мм составляет 188000 рублей за тонну. Таким образом, для двух половин штампа потребуется 284 кг стоимостью 51512 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из расчетов, можно сделать вывод, что меняя геометрию облоя, можно достичь не только увеличения срока службы инструмента до двух раз, а также сэкономить значительную часть средств. Для данного случая наиболее эффективной и долговечной является расширяющаяся заусенечная канавка, штамп с которой прослужит дольше и позволит сохранить производству 56663 рублей на этапе изготовления оснастки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сторожев, М.П.* Теория обработки металлов давлением / М.П. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 320 с.
2. *Ковка и объемная штамповка сталей: Справочник* [под ред. М.В. Сторожева]. М.: Машиностроение, 1967. – Т.1. – 435 с.
3. *Охраменко, Я.М.* Технология кузнечно-штамповочного производства / Я.М. Охраменко. М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
4. *Ребельский, А.В.* Основы проектирования процессов горячей объемной штамповки / А.В. Ребельский. М.: Машиностроение, 1965. – 248 с.
5. *Журавлев, А.З.* Основы теории штамповки в закрытых штампах / А.З. Журавлев. – М.: Машиностроение, 1973. – 225 с.
6. *Покówki стальные, штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски* [Текст]. – М., 1990. – 52 с.

**STUDY OF HAMMER PIE DURABILITY
AND ITS INFLUENCE ON THE FINAL COST OF TOOLING**

© 2022 I.N. Khaimovich^{1,2}, D.A. Elistratov¹, E.A. Gromovaya¹, K.S. Morozova¹

¹ Samara University, Samara, Russia

² International Market Institute, Samara, Russia

The article presents an analysis of mathematical modeling of the hot stamping process, on the basis of which it can be argued that the value of the geometry of the working cavity of the die tooling is of great importance, in particular for economic benefits in the production of tooling. Dies with expanding barbs and a parallel bridge are considered and compared on models.

Key words: die equipment, expanding barb bridge, parallel bridge, stamp, flash, stamping.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-1-20-23

REFERENCES

1. *Storozhev, M.P.* Theory of metal pressure treatment / M.P. Storozhev, E.A. Popov. - M.: Mashinostroenie, 1977. - 320 p.
2. Forging and Forging of Steels: A Handbook [ed. M.V. Storozheva]. M.: Mashinostroenie, 1967. - T.1. - 435 p.
3. *Okhramenko, Ya.M.* Technology of forging and stamping production / Ya.M. Okhramenko. M.: Mashinostroenie, 1976. - 560 p.
4. *Rebelsky, A.V.* Fundamentals of designing hot forging processes / A.V. Rebelsky. - M.: Mashinostroenie, 1965. - 248 p.
5. *Zhuravlev, A.Z.* Fundamentals of the theory of stamping in closed stamps / A.Z. Zhuravlev. M.: Mashinostroenie, 1973. - 225 p.
6. Steel forgings, stamped. Tolerances, allowances and forging overlaps [Text]. - M., 1990. - 52 p.

Irina Khaimovich, Doctor of Technical Sciences, Professor.

E-mail: kovalek68@mail.ru

Danil Elistratov, Engineer.

E-mail: dan.elistratow@gmail.com

Ekaterina Gromovaya, Graduate Student.

Kseniya Morozova, Graduate Student.