

Расчет машиностроительных конструкций

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЗАГОТОВКИ НА КАЧЕСТВО ШТАМПОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю.А. МОРОЗОВ канд. техн. наук, доц.*

Е.Ю. ВЕРХОВ канд. техн. наук, доц.

Е.В. КРУТИНА канд. техн. наук, доц.

Московский политехнический университет

111250, Москва, Б. Семеновская, 38, т. 8(916)877-66-96*; akafest@mail.ru*

Исследуется возможность получения штампованных изделий из заготовок прямоугольной формы с обрезанными и необрезанными углами. Приводятся экспериментальные измерения упругих искажений боковых стенок от идеального контура детали. Даются рекомендации по проектированию штамповой оснастки и повышению качества вытягиваемых изделий коробчатых форм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: листовая вытяжка; координатная сетка; искажение формы; потеря устойчивости.

Главным критерием качественного формообразования является вытяжка без разрушения, т.е., обеспечение такого напряженного состояния, при котором в стенках вытягиваемой заготовки не возникает растягивающих напряжений, приводящих к разрыву металла [1-3].

В справочной литературе имеется большое количество рекомендаций по определению оптимальной формы заготовок, обеспечивающих качественное получение деталей коробчатой формы [4]. Однако, существует технологический дефект как волнистость стенок детали, с которым дело обстоит гораздо сложнее, т.к. порой ни при каких формах и размерах заготовки с ним не удается справиться.

Исследование подобной задачи производилось на примере детали «Крышка», входящей в комплектацию холодильных установок промышленного типа, вытягиваемой из заготовки стали 08кп размерами $0,7 \times 475 \times 390$ мм.

Натяжение заготовки при вытяжке осуществляется перетяжными порогами, установленными по одному вдоль длинных сторон полости матрицы. Причем перед вытяжкой в соответствии с общепринятыми рекомендациями в заготовках обрезают углы (рис. 1, а) [5].



Рис. 1. Деталь «Крышка», полученная из заготовки с обрезанными (а) и необрезанными (б) углами

Возникшие при этом на боковых стенках готового изделия упругие волнообразные прогибы – так называемые «хлопуны», портили его внешний вид и эксплуатационные характеристики.

В эксперименте по исследованию возможности экономии металла для вытяжки той же детали использовали заготовку меньших размеров $0,7 \times 430 \times 360$ мм, причем перед вытяжкой углы заготовки не обрезали, и получили такую же качественную деталь, но вид стенок был значительно лучше (рис. 1, б).

Для объяснения полученных результатов вытягивали по три детали с обрезанными и необрезанными углами из заготовок одинаковых габаритных размеров $0,7 \times 475 \times 390$ мм. На одной длинной и одной короткой боковых стенок наносили координатную сетку и, используя вертикальный магнитный стол, измеряли упругие искажения – волнистость.

Полученные результаты указывают на принципиальное различие качественных показателей вытяжки:

- использование заготовок с обрезанными углами приводит к волнообразному отклонению длинных стенок до 1,5 мм от идеального контура детали, что делает заметной искажение формы и портит внешний вид изделий (рис. 2);

- использование заготовок с необрезанными углами увеличивает абсолютное искажение до 2,1 мм, но позволяет получить плавный (без волн) прогиб.

Таким образом, несмотря на то, что меньшая волнообразность наблюдается на заготовках с обрезанными углами, лучший внешний вид изделий обеспечивается заготовками с необрезанными углами.

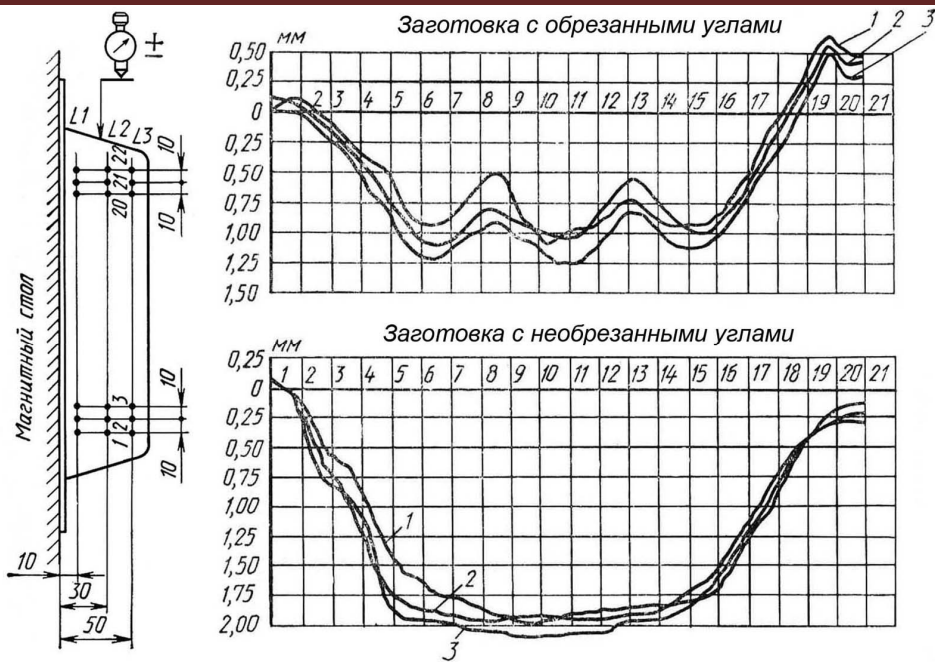


Рис. 2. Величина волнистости вдоль линии L2 на длинной стенке изделия (цифрами 1, 2, 3 отмечены результаты замеров для трех разных изделий)

Дополнительное натяжение заготовки за счет углов фланца практически не влияет на качество поверхности коротких стенок изделия (рис. 3).

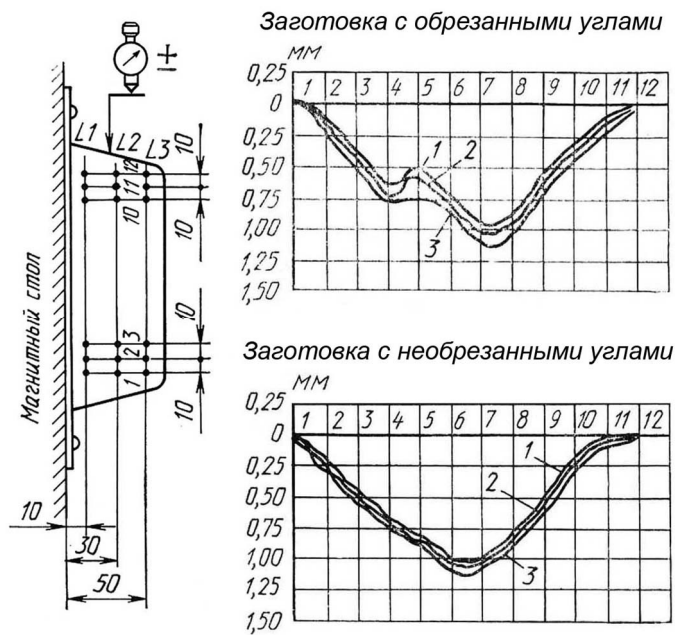


Рис. 3. Величина волнистости вдоль линии L2 на короткой стенке изделия

В результате, отклонение поверхности детали от своей плоскости с образованием волнистости стенок является следствием неэффективно работающего прижима, что необходимо учитывать при вытяжке.

Для повышения качества стенок коробчатых деталей полученных вытяжкой, предлагается новое решение: при обычной технологии вытяжки, листовая прямоугольная в плане заготовка 2 втягивается в матрицу 1 (рис. 4). При этом в

любой точке фланца действуют сжимающие тангенциальные σ_θ и растягивающие радиальные σ_r напряжения. Перетяжные пороги 3 осуществляют торможение фланца заготовки в направлении его радиального перемещения ρ , в результате чего величина радиальных растягивающих напряжений увеличивается, тем самым уменьшается вероятность гофрообразования [6-8].

Использование дополнительных тормозных ребер 4 при перемещении фланца в полость матрицы, приведет к появлению сил P , создающих дифференцированное растяжение металла на отдельных участках заготовки в тангенциальном направлении θ [9].

За счет дополнительного растяжения фланца в зонах I величина сжимающих тангенциальных напряжений уменьшается, вследствие чего предотвращаются потери устойчивости и образование гофр в этих зонах.

Выводы: Создание дополнительного сопротивления перемещению металла в углах плоской заготовки обеспечит повышение качества вытягиваемых коробчатых деталей, как с фланцем, так и без фланца и экономию металла за счет значительного сокращения массы технологического припуска.

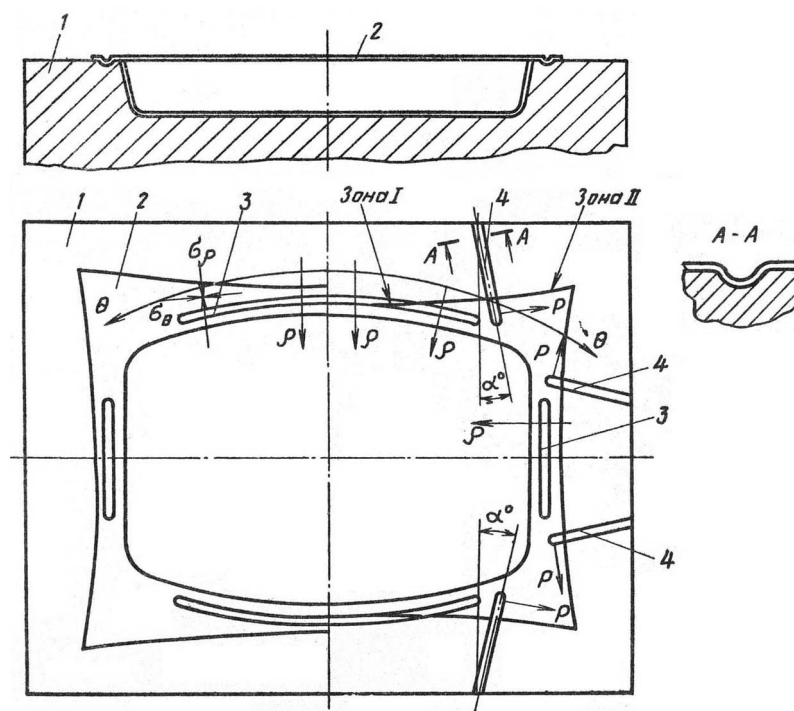


Рис. 4. Матрица для листовой вытяжки

Л и т е р а т у р а

1. Морозов Ю.А., Верхов Е.Ю., Фролов А.А. Напряженное состояние материала в условиях неравномерных деформаций листовой штамповки // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2015): сборник статей VII Международной научно-технической конференции 27 ноября 2015 г. Курск: ЮЗГУ, 2015. С. 133-142.

2. Верхов Е.Ю., Морозов Ю.А. Анализ и разработка технологии изготовления гнутых толстолистовых деталей // Вестник московского государственного открытого университета. Москва. Техника и Технология. М.: МГОУ. №4 (6), 2011. С. 14-19.

3. I.G. Roberov, L.S. Kokhan, Yu.A. Morozov and A.V. Borisov. Model of wall thinning in shaping relief surfaces. Steel in Translation, 2009, Volume 39, Number 5, Pages 379-381.

4. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение, 1979. 520 с.

5. *Верхов Е.Ю., Тетерин Г.П., Россинский Ю.В.* Влияние формы заготовки на качество стенок коробчатых деталей / Кузнечно-штамповочное производство: научно-технический журнал. М.: Машиностроение, 1990. №6. С. 13, 14.

6. *Морозов Ю.А., Верхов Е.Ю., Крутина Е.В.* Анализ влияния профилей тормозных участков вытяжных штампов на возможность получения качественных изделий сложной формы из листовых металлов // Заготовительные производства в машиностроении. М.: Машиностроение, 2016. №1. С. 19-24.

7. *J.H. Wiebenga, E.H. Atzema, Y.G. An, H. Vegter, A.H. van den Boogaard.* Effect of material scatter on the plastic behavior and stretchability in sheet metal forming. *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 214, Issue 2, February 2014, Pages 238-252.

8. *Верхов Е.Ю., Морозов Ю.А., Фролов А.А.* Прижим вытяжного штампа для качественного получения сложных листовых деталей // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. - 2015. - Вып. 2. - С. 11-17.

9. А.с. 1542664 СССР, МПК В 21 D 22/20. Способ изготовления коробчатых деталей [Текст] / *Е.Ю. Верхов, Г.П. Тетерин, Ю.В. Россинский, А.И. Богатырев, Ю.Н. Гомозов, Г.В. Зайцев и С.А. Кириллов.* (СССР) 4368322/25-27; заявлено 28.10.87; опубл. 15.02.90, Бюл. №6.

References

1. *Verkhov E.Yu., Morozov Yu.A., Frolov A.A.* (2015). Napryazhennoe sostoyanie materiala v usloviyakh neravnomernykh deformatsiy listovoy shtampovki [The stress state of the material in a non-uniform deformation stamping]. *Sovremennye avtomobil'nye materialy i tekhnologii (SAMIT-2015): sbornik statey VII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii 27 noyabrya 2015.* Kursk: YuZGU, pp. 133-142.

2. *Verkhov E.Yu., Morozov Yu.A.* (2011). Analiz i razrabotka tekhnologii izgotovleniya gnutykh tolstolistovykh detaley [Analysis and development of manufacturing technology for plate bent parts]. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo otkrytogo universiteta. Moskva. Tekhnika i Tekhnologiya.* Moscow: MGOU, no. 4 (6), pp. 14-19.

3. *I.G. Roberov, L.S. Kokhan, Yu.A. Morozov and A.V. Borisov* (2009). Model of wall thinning in shaping relief surfaces. *Steel in Translation*, Volume 39, Number 5, Pages 379-381.

4. *Romanovskiy V.P.* (1979). *Spravochnik po kholodnoy shtampovke* [Handbook of cold stamping]. Leningrad: Mashinostroenie. 520 p.

5. *Verkhov E.Yu., Teterin G.P., Rossinskiy Yu.V.* (1990) Vliyanie formy zagotovki na kachestvo stенок korobchatykh detaley [Effect of the workpiece on the quality of the wall box parts]. *Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo: Nauchno-tekhnicheskii zhurnal.* Moscow: Mashinostroenie, no. 6, pp. 13, 14.

6. *Morozov Yu.A., Verkhov E.Yu., Krutina E.V.* (2016). Analiz vliyaniya profilye tormoznykh uchastkov vytyazhnykh shtampov na vozmozhnost' polucheniya kachestvennykh izdeliy slozhnoy formy iz listovykh metallov [Receiving qualitative products at the sheet extract with the clip]. *Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroyeni.* Moscow: Mashinostroenie, no. 1, pp. 19-24.

7. *J.H. Wiebenga, E.H. Atzema, Y.G. An, H. Vegter, A.H. van den Boogaard* (2014). Effect of material scatter on the plastic behavior and stretchability in sheet metal forming. *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 214, Issue 2, Pages 238-252.

8. *Verkhov E.Yu., Morozov Yu.A., Frolov A.A.* (2015). Prizhim vytyazhnogo shtampa dlya kachestvennogo polucheniya slozhnykh listovykh detaley [Clamp drawing die for high-quality produce complex sheet metal parts]. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksiy i sooruzheniy:* no. 2, pp. 11-17.

9. *Verkhov E.Yu., Teterin G.P., Rossinskiy Yu.V., Bogatyrev A.I., Gomozev Yu.N., Zaytsev G.V. and Kirillov S.A.* (1990). А.с. 1542664 USSR (Patent of the USSR), МПК В 21 D 22/20. Sposob izgotovleniya korobchatykh detaley.

EFFECT OF THE FORM OF BLANK ON QUALITY OF INDICATOR PRESSWORK

Yu.A. Morozov, E.Yu. Verkhov, E.V. Krutina
Moscow Polytechnic University, Moscow

The possibility of obtaining forged products from billets of rectangular shape with cut and uncut edges. Experimental measurements of elastic distortion of the side walls from the ideal contour details. Recommendations for the design of die tooling and improve the quality of extractable product box shapes.

KEY WORDS: sheet extract; coordinate grid; distortion of a form; stability loss.