

УДК 621.98.044

***ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ИЗОГНУТЫХ ДЕТАЛЕЙ***

Смертин С.А.

ассистент,

Вятский государственный университет,

Киров, Россия

Земцов М.И.

к.т.н., доцент,

Вятский государственный университет,

Киров, Россия

Фомина А.А.

аспирант,

Вятский государственный университет,

Киров, Россия

Аннотация

В работе рассматривается сущность предварительного деформирования и его место в технологическом процессе изготовления тонкостенных изогнутых деталей со сложным профилем поперечного сечения. Приводится методика проведения экспериментальных исследований процесса предварительного деформирования и их результаты, представленные в виде графиков и монограмм.

Ключевые слова: тонкостенные детали, штамповка, заготовка, поперечное сечение, деформирование, гибка, толщинная деформация, относительное удлинение.

***RESEARCH OF PRELIMINARY DEFORMATION BY PRODUCTION OF
THIN-WALLED BENT DETAILS***

Smertin S.A.

assistant,

Vyatka State University,

Kirov, Russia

Zemtsov M.I.

c.t.s., associate professor,

Vyatka State University,

Kirov, Russia

Fomina A.A.

graduate student,

Vyatka State University,

Kirov, Russia

Annotation

The work considers the essence of preliminary deformation of thin-walled blank and its place in technological process of production of thin-walled bent details with intricate shape of cross section. It gives method of carrying out of experimental researches of a process of preliminary deformation and their results presented in the form of graphics and monograms.

Key words: thin-walled details, stamping, blank, cross section, deformation, bending, thickness deformation, relative elongation.

Предварительное деформирование применяется при обработке металлов давлением для приближения формы листовой или тонкостенной пространственной заготовки к форме рабочей поверхности матрицы (детали) при штамповке на пуансон или в матрицу [1]. Осуществляется статическим нагружением.

После предварительного деформирования выполняется окончательное формообразование детали, которое обычно осуществляется с использованием подвижных сред – жидкости, газа, магнитного поля, эластичной среды. Данную операцию в ряде случаев целесообразно выполнять импульсными методами, например, электрогидроимпульсной (ЭГИ) штамповкой [2].

Достаточно широкое применение в различных отраслях промышленности находят тонкостенные изогнутые детали с различным профилем поперечного сечения – круглым, квадратным, прямоугольным, эллипсным, в форме эллипса и т.д.

Традиционные способы изготовления данных деталей имеют ряд недостатков и не всегда позволяют получать изделия с требуемой точностью и качеством поверхности. Для их изготовления возможно применение способа, заключающегося в гибке исходной стандартной трубчатой заготовки, ее последующего предварительного статического деформирования в матрице и окончательного формообразования методом ЭГИ штамповки [3].

Практически неисследованным при реализации данного способа является этап предварительного статического деформирования. В связи с этим проводились исследования данного этапа с целью определения деформационных и механических характеристик заготовки после предварительного деформирования и оценки возможности осуществления последующего окончательного формообразования.

Исходной заготовкой являлась стандартная труба из меди М1 диаметром 28,6 мм с толщиной стенки 0,87 мм (рис. 1а). Гибка трубы осуществлялась с наполнителем из канифоли на угол 90° с использованием ручного трубогиба (рис. 1 б).

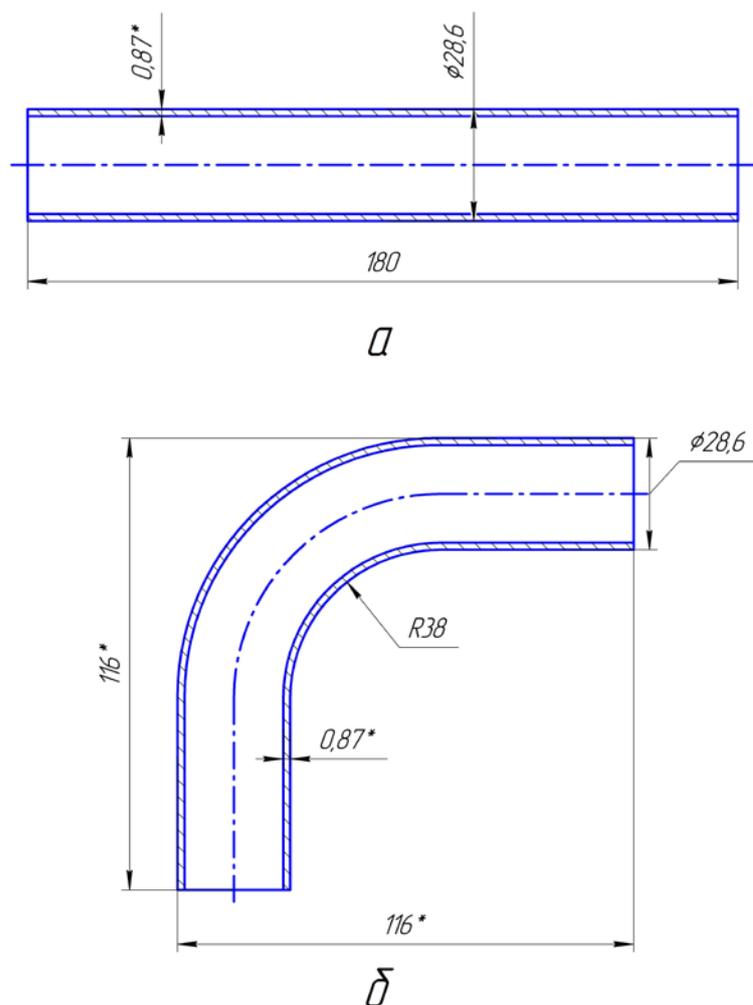


Рис. 1 – Эскизы исходной заготовки (а) и заготовки после гибки (б)

Принято, что поперечное сечение заготовки после окончательного формообразования имеет форму прямоугольника со сторонами 33 мм и 17 мм. Причем для обеспечения окончательного формообразования периметр поперечного сечения исходной заготовки должен быть на определенную величину меньше периметра поперечного сечения профиля матрицы. Это обеспечивается приведенными выше размерами поперечных сечений.

Предварительное статистическое деформирование осуществлялось на гидравлическом прессе модели Д2430Б с номинальным усилием 1000 кН в двух полуматрицах по схеме, приведенной на рисунке 2.

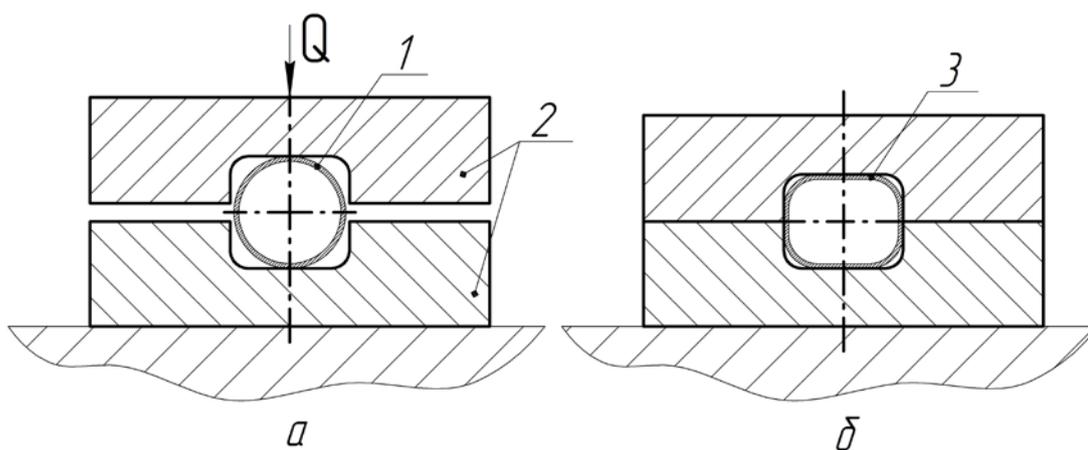


Рис. 2 – Схема предварительного деформирования
 а – начальное положение; б – конечное положение

Для определения деформационных и механических характеристик материала образцы после предварительного деформирования разрезались по пяти поперечным сечениям (рис. 3).



Рис. 3 – Образцы после предварительного деформирования и разрезки

После замера толщины стенки в различных точках определялась толщинная деформация по формуле:

$$\varepsilon_s = \ln S/S_0,$$

где S и S_0 – толщина стенки соответственно после предварительного деформирования и в исходном состоянии.

По результатам измерений строились графики изменения деформации ε_s в продольном (рис. 4) и поперечных (рис. 5) сечениях.

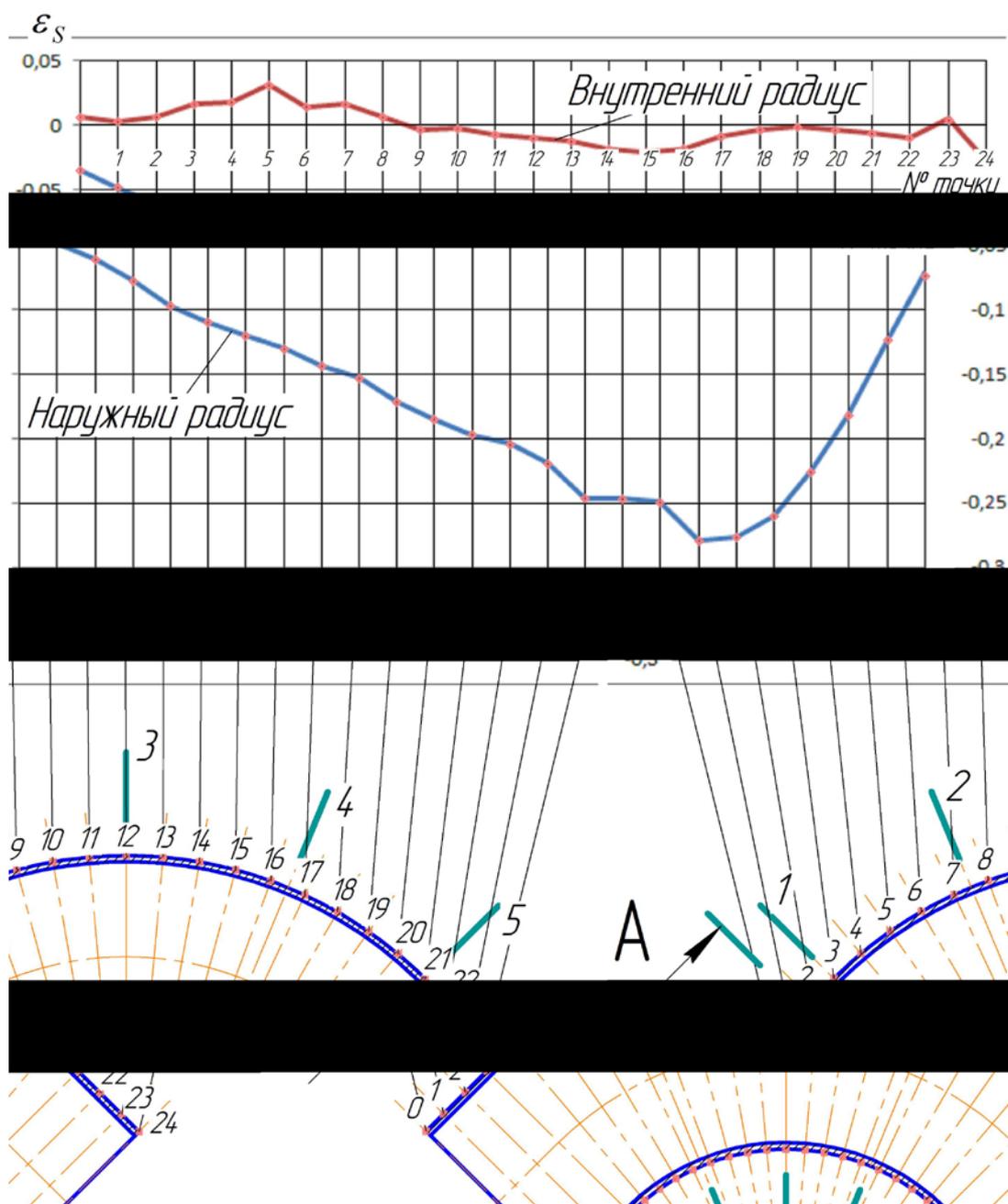


Рис. 4 – Изменение толщинной деформации стенки трубы в продольном сечении

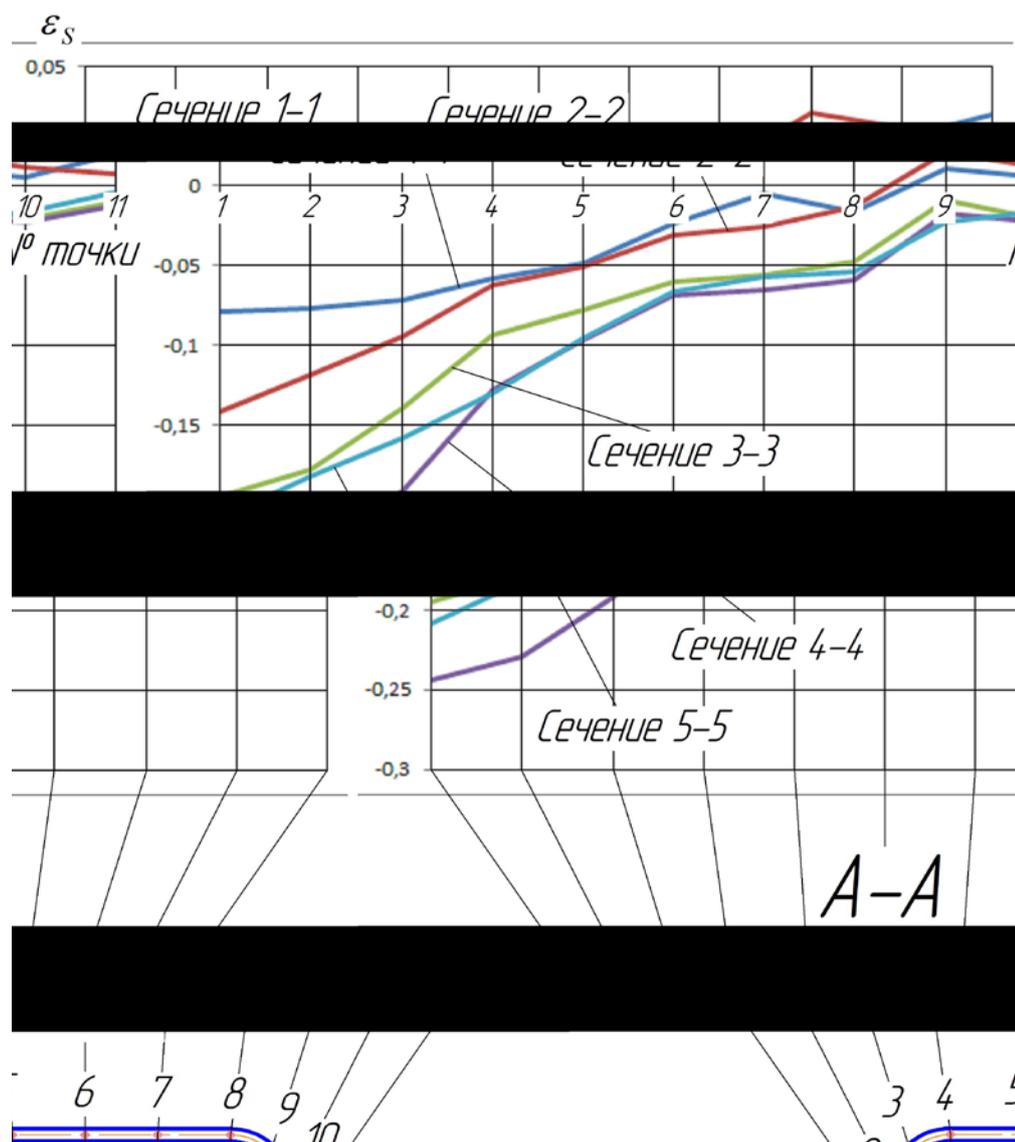


Рис. 5 – Изменение толщинной деформации стенки трубы в поперечных сечениях

Из графиков (рис. 4) видно, что после предварительного деформирования по наружному радиусу наблюдается утонение стенки, максимальное значение которого соответствует $\epsilon_s = -0,28$ и находится в т. 18 при углегиба, равном 75° . Можно предположить, что характер деформации по длине трубы сохранился тем же, что и после гибки, вследствие только поперечного направления деформаций при предварительном деформировании.

По внутреннему радиусугиба наблюдается как утолщение, так и утонение. Разница заключается в отношении площадей фигур, образованных

кривой толщинной деформации по внутреннему радиусугиба и горизонтальной осью:

$$\Sigma F_{\text{утолщ.}} / \Sigma F_{\text{утон.}} = 0,8.$$

Это говорит о преобладании утонения по внутреннему радиусугиба. Минимальное утонение соответствует т. 15 ($\epsilon_s = - 0,025$), максимальное утолщение – т. 5 ($\epsilon_s = 0,03$).

Графики деформаций в поперечных сечениях 1 - 1 ... 5 - 5 (рис. 5) показывают смещение утонения от нейтрального слоя трубы (точки 6, 16) в сторону внутреннего радиусагиба при максимальном его значении в сечении 4 - 4, где $\epsilon_{s(\max)} = - 0,24$.

Для измерения характеристик прочности и пластичности в различных сечениях были изготовлены плоские образцы до и после предварительного деформирования, а также после предварительного деформирования и отжига при температуре 550° С, в опасных сечениях 3-3 и 4-4.

По результатам испытаний, проведенных на разрывной машине модели SHIMADZU AG – 5kNX, определялись относительное удлинение δ и предел прочности σ_b образцов. Результаты представлены в виде диаграмм на рис. 6, 7.

Перед предварительным деформированием в сечении 3-3 относительное удлинение при разрыве составляет 17,6 %, в сечении 4-4 - 16,4%. Предел прочности в обоих сечениях примерно одинаков и равен 242 МПа.

Как после предварительного деформирования, так и после следующего за ним отжига не наблюдается значительного изменения свойств материала ($\delta_{\min} = 15,2$ %, $\sigma_{b(\min)} = 232$ МПа). Это позволяет сделать вывод, что после предварительного деформирования материал сохраняет запас деформационной способности и прочности, обеспечивающий выполнение окончательного формообразования заготовки методом ЭГИ штамповки без предварительного отжига.

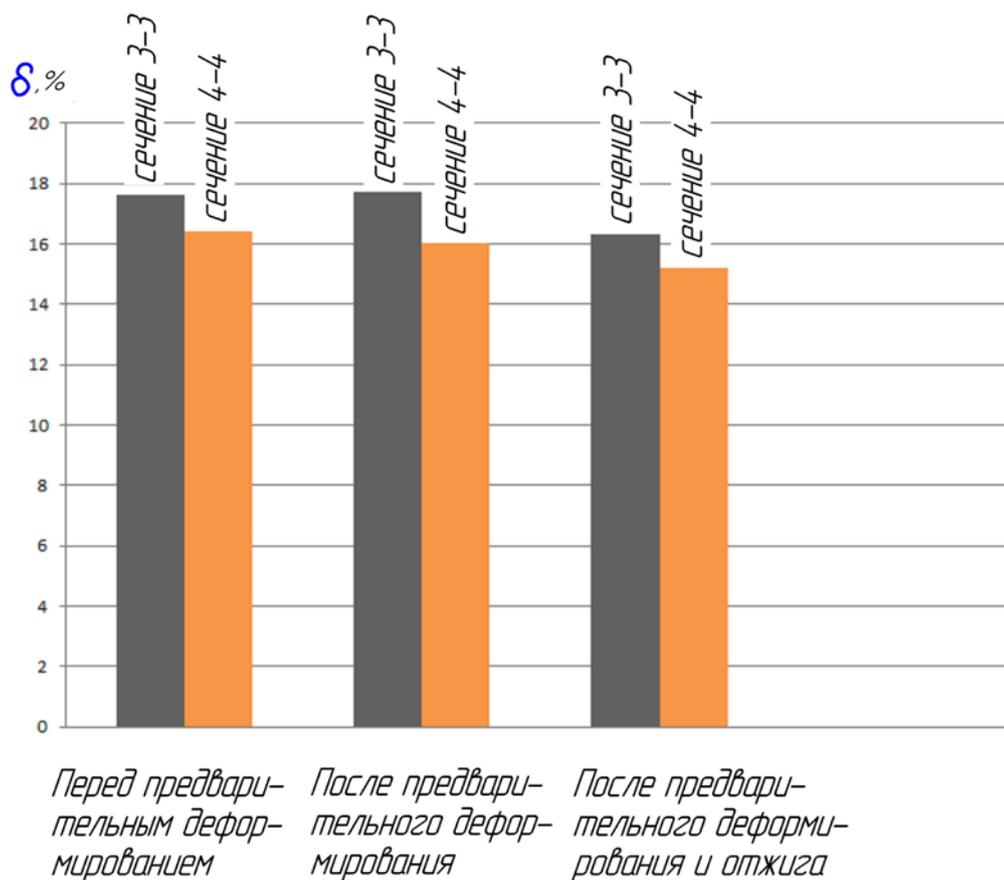


Рис. 6 – Результаты измерения относительного удлинения образцов

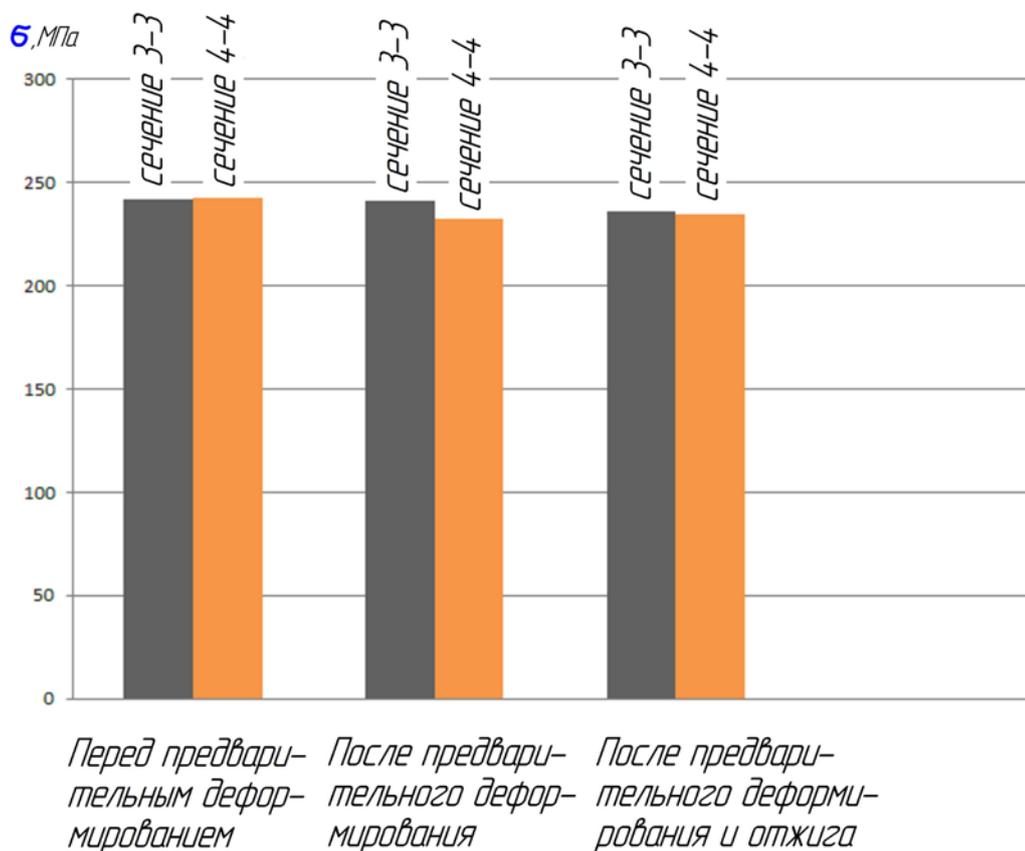


Рис. 7 – Результаты измерения предела прочности образцов

Библиографический список:

1. Земцов М.И., Поляков С.М. Использование предварительного деформирования при штамповке деталей из плоских и пространственных тонкостенных заготовок/ Журнал кузнечно-штамповочное производство, 2007, №2, с. 19 - 24.
2. Исаченков, Е.И. Штамповка резиной и жидкостью [Текст]: учеб. – М.: Машиностроение, 1967. – 368 с.
3. Пат. 2521167 Российская Федерация, МПК⁵¹ В 21D 9/08, 22/02, 26/12, 41/02. Способ изготовления крутоизогнутых тонкостенных труб заданного профиля / Смертин С.А., Земцов М.И.; заявитель и патентообладатель «ФГБОУ ВПО «ВятГУ»» - №2012155692/02; заявл. 21.12.2012; опубл. 27.06.2014, бюл. № 18.