

УДК 621.941.1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ДЛИННЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ ТОЧЕНИЕМ МНОГОРЕЗЦОВОЙ ГОЛОВКОЙ**Отений Я.Н., Лаврентьев А.М., Вирт А.Э.***Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета Камышин, e-mail: 100roj@mail.ru*

В статье рассмотрены вопросы обработки наружной поверхности длинномерных тонкостенных труб с использованием резцовой головки. Представлена расчетная схема механизма подачи тонкостенной трубы тремя подающими роликами. Показано, что силы резания, возникающие при точении пытаются остановить заготовку. Для преодоления силы резания, и крутящего момента, возникающих при точении необходимо сжимать подающие ролики. На основании представленной схемы перемещения заготовки подающими роликами получены расчетные зависимости для определения рациональной величины усилия сдвливания подающих роликов, обеспечивающих подачу заготовки и не вызывающих остаточные деформации стенки трубы. Построены графики зависимостей величины прогиба стенки трубы от сосредоточенной и распределенно нагрузки. Показано, что при обработке труб с толщинами стенок свыше двух миллиметров величина остаточной деформации не превышает предельных значений. На основе представленных схем и расчетов разработана конструкция устройства для токарной обработки наружной поверхности длинномерных тонкостенных труб.

Ключевые слова: токарная обработка; резцовая головка, тонкостенные трубы**PROCESSING TECHNOLOGY SUPPORT LONG TURNING THIN-WALLED TUBE CUTTER HEAD****Oteny Y.N., Lavrentiev A.M., Virt A.E.***The Kamyshin Technological Institute (branch) of the Volgograd State Technical University Kamyshin, e-mail: 100roj@mail.ru*

The paper deals with the processing of the outer surface of the long length of thin-walled tubes with the cutting head. It presents the design scheme of the feeder thin-walled tube with three feed rollers. It is shown that the cutting forces that arise when trying to stop turning the workpiece. To overcome the cutting forces and torques occurring during turning is necessary to compress the feed rollers. Based on the presented scheme of the workpiece feed rollers obtained calculated according to the definition of a rational amount of force compression feed rollers that provide procurement and supply do not cause permanent deformation of the pipe wall. Plot the magnitude of the deflection of the pipe wall from the concentrated and distributed loads. It is shown that treatment with the pipe wall thickness of over two millimeters residual strain does not exceed the limit values. On the basis of schemes and calculations developed design of the device for turning the outer surface of the long length of thin-walled tubes.

Keywords: turning; cutter head, thin-walled tubes

В качестве большой номенклатуры деталей, применяемых в различных изделиях широкого потребления, используются гладкие тонкостенные трубы имеющие диаметры 10мм...50мм. Традиционная обработка таких труб сводится к шлифованию на центровых круглошлифовальных станках.

Согласно справочным данным трубы в состоянии поставки имеют достаточно большие отклонения, как по круглости, так и по шероховатости.

Главная проблема состоит в том, чтобы обеспечить требуемый минимальный допуск на отклонение от круглости. В состоянии поставки тонкостенные трубы имеют допуски, регламентируемые в пределах 3% от диаметра. В этих же пределах регламентируется и допуск отклонения формы.

Одним из высокопроизводительным способом обработки наружных цилиндрических поверхностей является точение резцовыми головками. Принцип данного способа заключается в обтачивании наружной

поверхности детали резцами, установленными в резцовой головке. При этом подача детали осуществляется с помощью роликов.

При точении трубы необходимо обеспечить ее сдвливание роликами с такой силой, чтобы она не поворачивалась относительно оси и преодолела с коэффициентом запаса крутящий момент, возникающий от сил резания. Однако, приложенные силы не должны превышать значения, приводящие к деформации стенки трубы.

На Рис. 1 приведена схема механизма подачи трубы, включающая в себя три подающих ролика.

Для определения рациональной величины усилия сдвливания подаваемой роликами детали установим основные закономерности формирования контактной зоны между поверхностями обжимного ролика и детали. Из решения контактной задачи Герца известно, что напряжения по площади эллипсного контакта распределяются по зависимости

$$\sigma = \frac{3 \cdot P_y}{2 \cdot \pi \cdot a \cdot \delta} \sqrt{1 - \frac{X_1^2}{a^2} + \frac{Y_1^2}{\delta^2}} \quad (1)$$

где P_y – сила давления на ролик; a, δ – малая и большая полуоси эллипса; X_1, Y_1 – текущие координаты длины и ширины контакта.

При пересечении двух окружностей, одна из которых внедрена в другую на величину h_v максимальное значение полуширины контакта может быть вычислено по формуле

$$z_m = \sqrt{R_e^2 - \left[\frac{(R_e + r_p) \cdot (R_e - h_v)}{R_e + r_p - h_v} \right]^2} \quad (2)$$

Тогда уравнение эллипса определяющего контактную зону при обработке цилиндрическим роликом можно записать в виде

$$z_{k1} = z_m \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l_k}{L_k} \right)^2} \quad (3)$$

где L_k – заданная длина контакта.

При обработке роликом с криволинейной вогнутой образующей площадь контакта будет представлять собой эллипс.

$$\Delta R_m = \frac{0,135 \cdot P_y \cdot r_d^2}{E \cdot h_{mp}} \quad (4)$$

Прогиб стенки трубы от единичной силы p , расположенной на расстоянии l_k от рассматриваемого сечения где происходит прогиб может быть определен из зависимости [1]

$$\Delta R_p = \frac{2 \cdot 0,135 \cdot p \cdot r_d^2}{E \cdot h^3} \cdot e^{-\beta \cdot \sqrt{z^2 + l_k^2}} \quad (5)$$

$$\cdot \left(\cos \left(\beta \cdot \sqrt{z^2 + l_k^2} \right) + \sin \left(\beta \cdot \sqrt{z^2 + l_k^2} \right) \right)$$

Прогиб стенки трубы от распределенных по площади контактных напряжений определяется через интеграл

$$\Delta R = \int_0^{L_{k2}} \int_0^{z_{k2}} \frac{2 \cdot 0,135 \cdot \sigma \cdot r_d^2}{E \cdot h_{mp}^3} \cdot e^{-\beta \cdot \sqrt{z^2 + l_k^2}} \cdot \left(\cos \left(\beta \cdot \sqrt{z^2 + l_k^2} \right) + \sin \left(\beta \cdot \sqrt{z^2 + l_k^2} \right) \right) dz dl_k \quad (6)$$

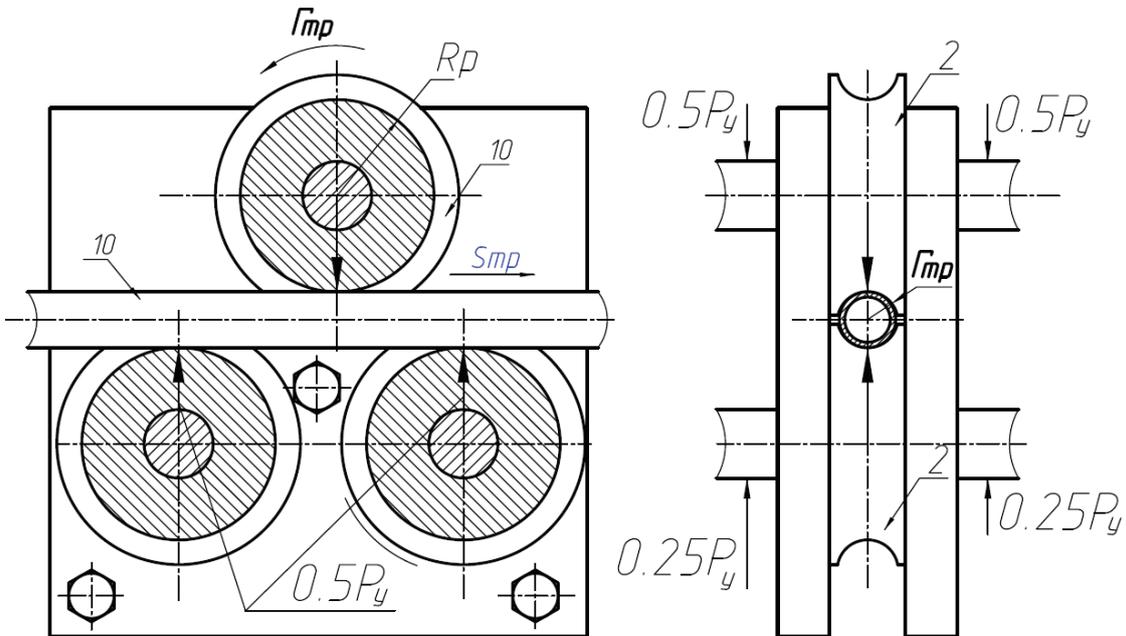


Рис. 1. Схема перемещения трубы тремя роликами в осевом направлении с заданной подачей

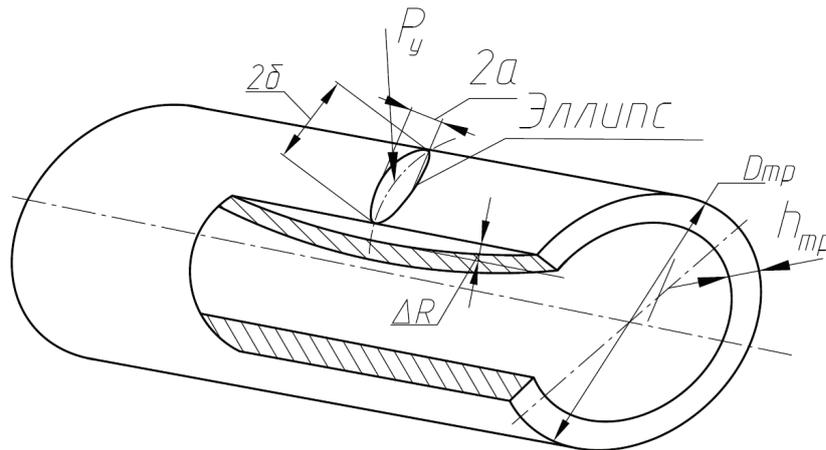


Рис. 2. Форма контакта при пересечении подающего ролика с поверхностью трубы.

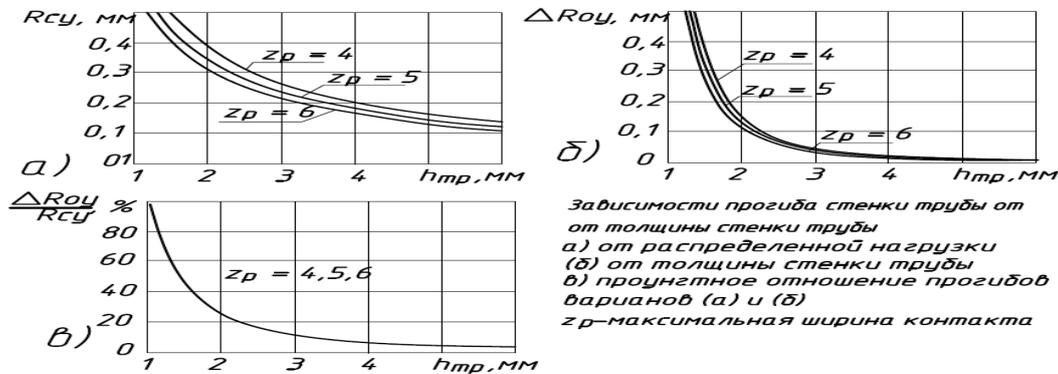


Рис. 3. Изменение величины прогиба стенки трубы в зависимости от ее толщины.

Результаты расчетов прогиба трубы показаны на Рис. 3. Как видно из графиков для толщины трубы больше 2мм. прогиб трубы как от сосредоточенной силы, так и от распределённой нагрузки не превышает допустимого значения принятого равным, 0,3мм. Согласно проведенным экспериментальным исследованиям прогиб трубы до 0,4мм не приводит к остаточным деформациям.

Используя приведенные выше зависимости можно разработать конструкцию устройства для обтачивания длинных тонкостенных труб напроход. Устройство (Рис. 4) состоит из головки резцовой 1 закрепляемой на стойке 2. С правой и с левой стороны резцовой головки 1 расположены вращающиеся на пальцах 9 подающие ролики 8, предназначенные для передачи крутящего момента от сил резания и препятствующие повороту трубы при обработке. Радиальная нагрузка на подающие ролики 8 осуществляется либо пружиной 7, либо весом грузов 14.

Принцип работы устройства состоит в следующем: труба 10 в процессе обработки перемещается с подачей $S_{тр}$ между тремя одинаковыми обжимающими роликами 2, которые сдавливают ее поверхность по эллипсному контакту, в результате чего происходит упругопластическая деформация поверхности трубы.

В процессе обработки резцовая головка 1, содержащая 4 резца приводится во вращение при помощи клиноременной передачи. Возможен вариант, когда ось резцовой головки будет смещена по отношению к оси обрабатываемой заготовки на некоторую величину. Это позволит производить точение по принципу вихревого обтачивания, при котором будет образовываться фрагментарная стружка, что важно, так как материалом труб является сталь 3 или сталь 5 с плохой обрабатываемостью и возникновению сливной стружки.

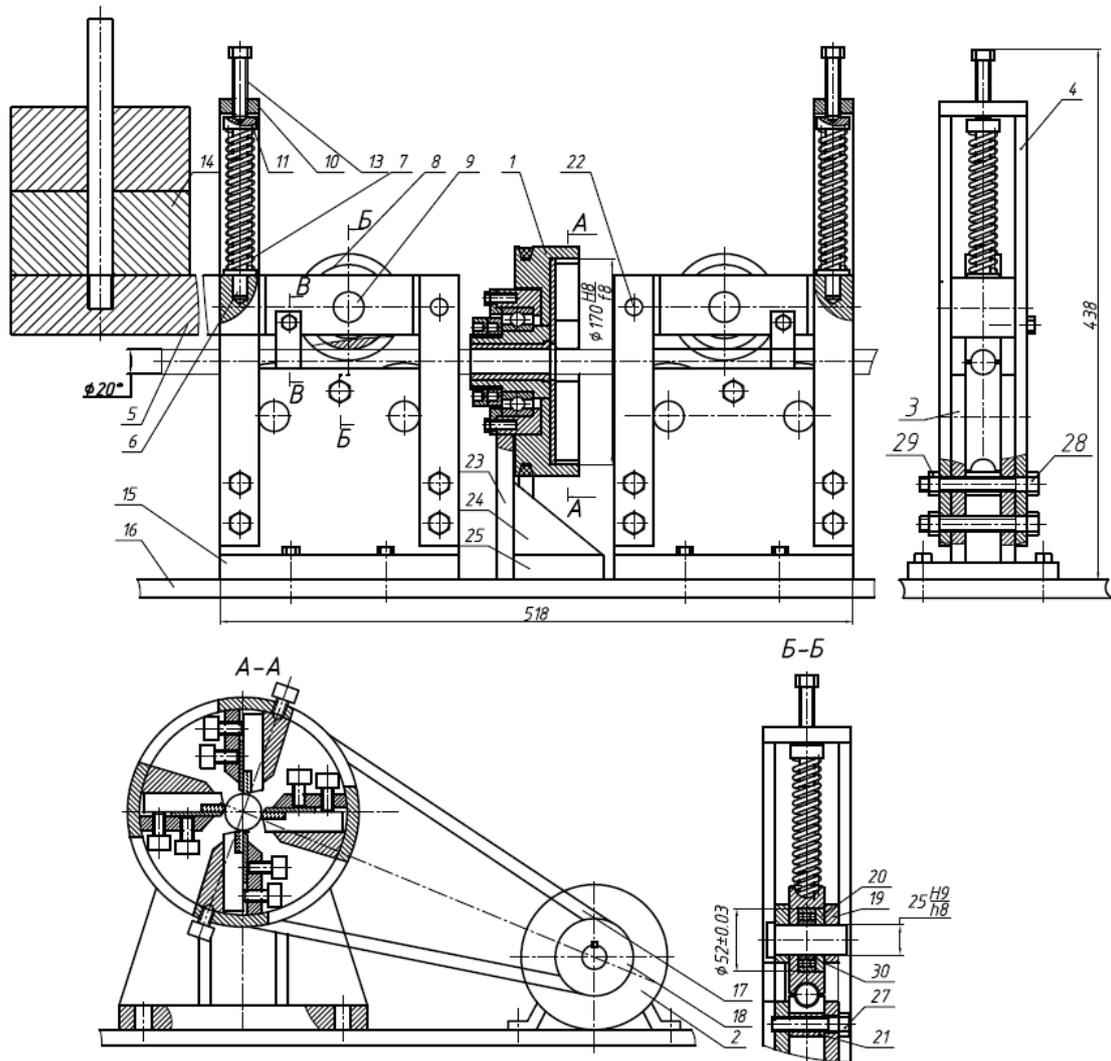


Рис. 4. Чертеж устройства для обтачивания длинных валов.

Список литературы

1. Отений Я. Н. Технологическое обеспечение качества деталей машин поверхностным пластическим деформированием: Монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2005. – 224 с.
 2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещеряко-

ва, А. Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001.

3. Справочник машиностроителя в 6 томах. т.3. Под ред. академика АН УССР С.В. Серенсеня. Изд. третье. – М.: Машгиз, 1962. – 651 с.