

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ УПРУГИХ И ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ДОРНОВАНИИ

И. С. Буканова, И. И. Ятло, О. Е. Еремина

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В условиях производства при сборке неподвижных соединений типа «корпус-втулка», используются втулки разнообразных форм и размеров. Поэтому важно знать влияние конструктивных параметров деталей и самих узлов на величину упругих и остаточных де-

формаций элементов соединения.

С изменением размеров сопрягаемых деталей меняются и условия деформирования металла, что приводит к изменению величин деформаций по внутреннему и наружному диаметрам соединения.

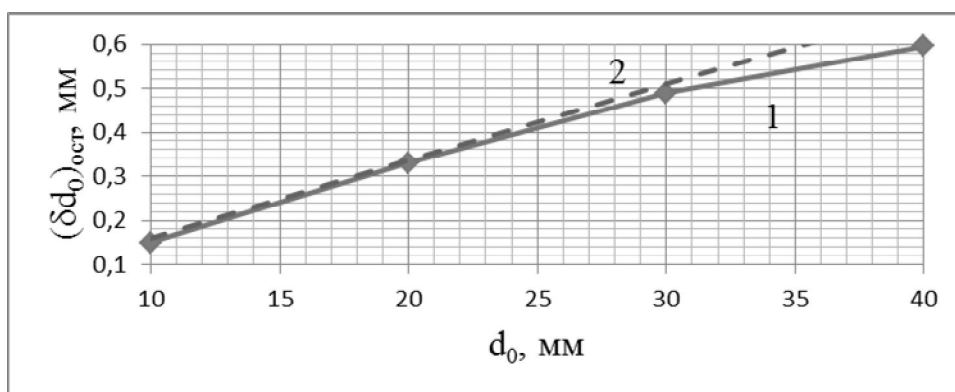


Рисунок 1 – Зависимость остаточной деформации по отверстию $(\delta d_0)_{ocm}$ от диаметра обрабатываемого отверстия d_0 при дорновании неподвижных соединений. Материалы втулки и корпуса – сталь 40X. ($d_1/d_0=1,6$; $D_1/D_0=2,0$; $i_d/d_0=0,02$). Зависимости: 1 - экспериментальная, 2 - теоретическая.

Увеличение номинального диаметра обработанного дорнованием отверстия неподвижного соединения вызывает рост абсолютной величины остаточных деформаций по внутреннему диаметру (рисунок 1). Однако, относительная величина $(\delta d_0)_{ocm}/d_0$ для всех размеров неподвижных соединений, составленных из одних и тех же материалов, примерно одинакова, для конкретного случая составляет 0,015.

Увеличение относительной толщины стенки втулки d_1/d_0 неподвижного соединения при обработке с одинаковым натягом дорнования вызывает уменьшение величины радиальных остаточных деформаций по внутреннему диаметру (рисунок 2). Зависимость показывает, что с увеличением относительной толщины стенки втулки с $d_1/d_0=1,2$ до $d_1/d_0=2,0$ величина $(\delta d_0)_{ocm}$ уменьшилась на

76%. По графику можно также установить, что после достижения некоторой предельной толщины стенки дальнейшее её увеличение не вызывает изменения величин остаточных деформаций по отверстию. Это явление вызывается превышением доли упругих деформаций над остаточными.

Как видно из графиков, теоретические и экспериментальные результаты исследований достаточно близки (рисунки 1, 2).

Увеличение относительных натягов до $i_d/d_0=0,04$ и изменение относительной толщины стенки втулки в пределах $d_1/d_0=1,2-1,4$ почти не изменяет значение величины $(\delta d_0)_{ocm}$ (рисунок 3). При дальнейшем увеличении относительных натягов наблюдается более значительное увеличение величин $(\delta d_0)_{ocm}$ у соединений с $d_1/d_0=1,2$. Остаточные деформации по наружному диаметру корпуса

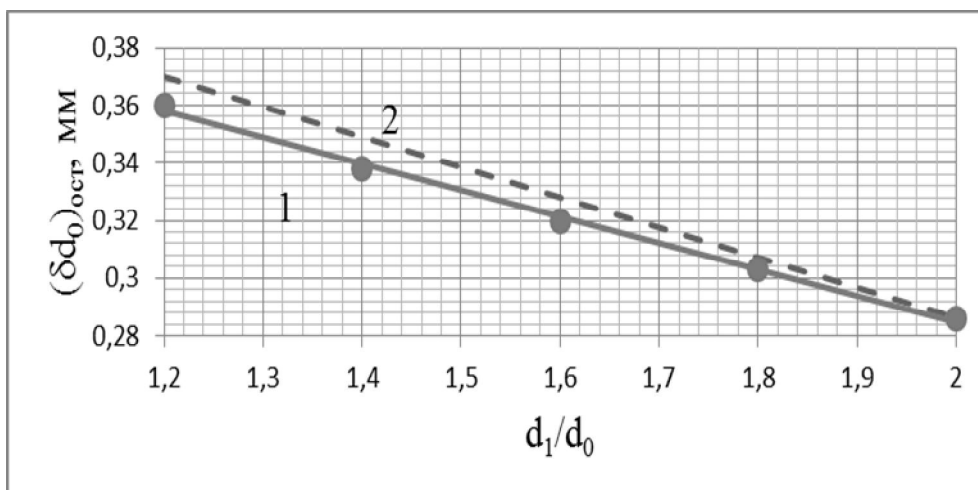


Рисунок 2 – Зависимость остаточной деформации по отверстию $(\delta d_0)_{ocm}$ от относительной толщины стенки втулки d_1/d_0 . Материалы втулки и корпуса сталь 45. ($d_0=10$ мм; $D_1=40$ мм; $i_d=0,5$ мм). Зависимости: 1 – экспериментальная, 2 – теоретическая.

$(\delta D_1)_{ocm}$ становятся значительно большими в соединениях с относительной толщиной стенки втулки $d_1/d_0=1,2$, чем с $d_1/d_0=1,4$ (рис.4). Упругая деформация $(\delta d_0)_y$ по внутреннему диаметру в принятых пределах значений относительных натягов, почти не изменяется с увеличением толщины стенки втулки (рисунок 5). Увеличение относительной толщины стенки корпуса незначительно изменяет значение величины $(\delta d_0)_{ocm}$ (рисунок 6), а при дорновании с относительным натягом $i_d/d_0=0,02$ на величины остаточных радиальных деформаций по внутреннему диаметру

не оказывает влияние ни толщина стенки корпуса, ни механические свойства материалов сопрягаемых деталей. С дальнейшим увеличением относительного натяга дорнования влияние относительной толщины стенки корпуса на величину $(\delta d_0)_{ocm}$ сказывается заметнее. Несколько иной характер имеет зависимость остаточной деформации корпуса $(\delta D_1)_{ocm}$ по наружному диаметру неподвижного соединения от относительного натяга дорнования и толщины стенки корпуса (Рисунок 7).

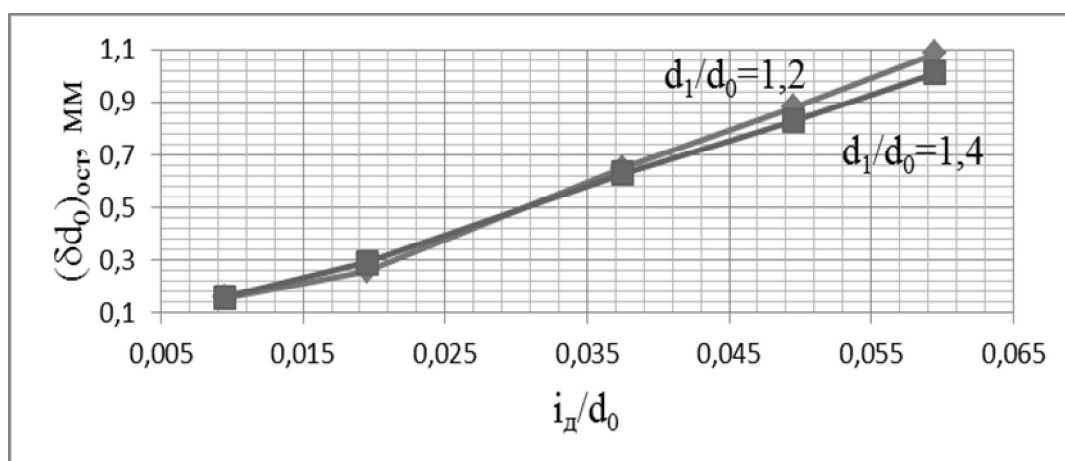


Рисунок 3 – Зависимость остаточной деформации по отверстию втулки $(\delta d_0)_{ocm}$ от относительного натяга дорнования i_d/d_0 . Материалы: втулки латунь ЛС59-1, корпуса – сталь 40Х. ($d_0=20$ мм; $D_1/D_0=1,6$)

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ УПРУГИХ И ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ДОРНОВАНИИ

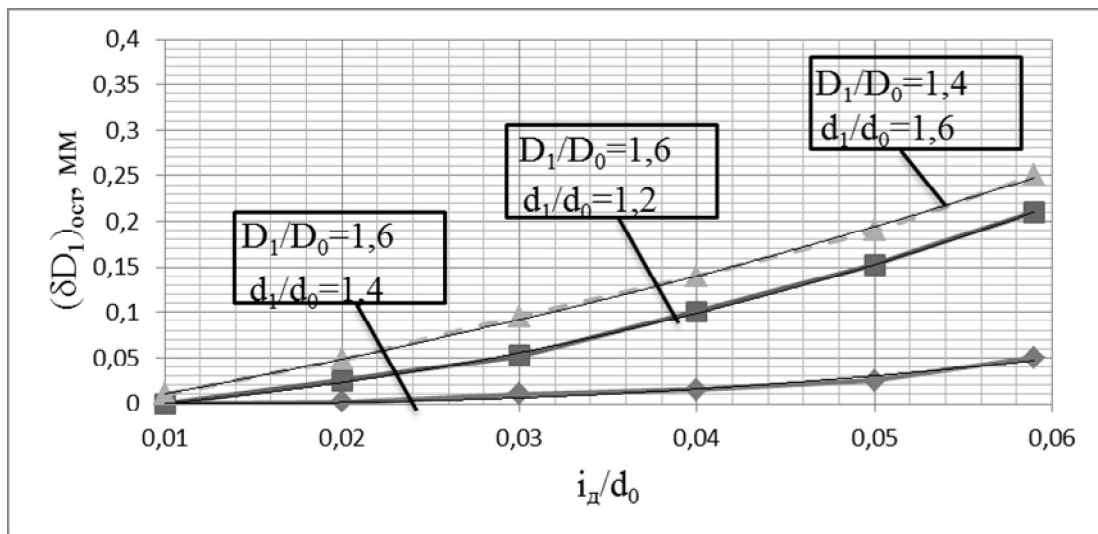


Рисунок 4 – Зависимость остаточной деформации по наружному диаметру корпуса $(\delta D_1)_{остр}$ от относительного натяга дорнования i_d/d_0 . Материалы: втулки – латунь ЛС59-1, корпуса – сталь 40Х. ($d_0=20$ мм)

С увеличением относительной толщины стенки корпуса величина $(\delta D_1)_{остр}$ интенсивно уменьшается, а в зависимости от относительного натяга дорнования эта величина растет примерно по прямолинейной зависимости. Такая зависимость характерна для неподвижных соединений, полученных из любых материалов. Как видно из рисунка 7, с увеличением относительной толщины стенки корпуса сходимость экспериментальных и

теоретических значений величин $(\delta D_1)_{остр}$ повышается. Так как при дорновании отверстий неподвижных соединений обычно осуществляется пластическое деформирование определенных слоев металла, то напряжения в них могут значительно превосходить предел текучести. Естественно, что при этом, ввиду постоянства объема при пластической деформации металла, будет меняться не только внутренний диаметр, но и длина втулки.

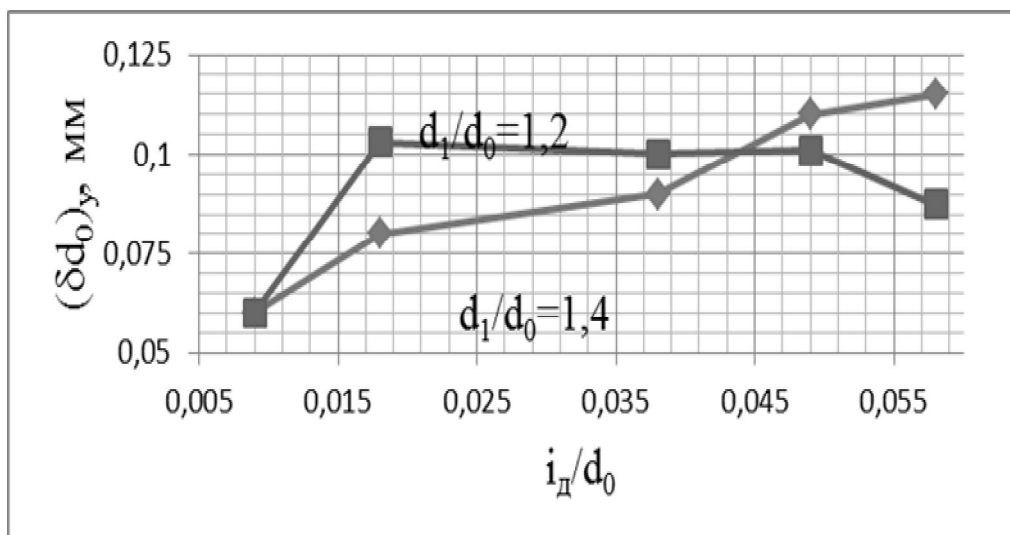


Рисунок 5 – Зависимость упругой деформации по отверстию $(\delta d_0)_y$ от относительного натяга дорнования i_d/d_0 . Материалы: втулки – латунь ЛС59-1, корпуса – сталь 40Х. ($d_0=20$ мм; $D_1/D_0=1,6$)

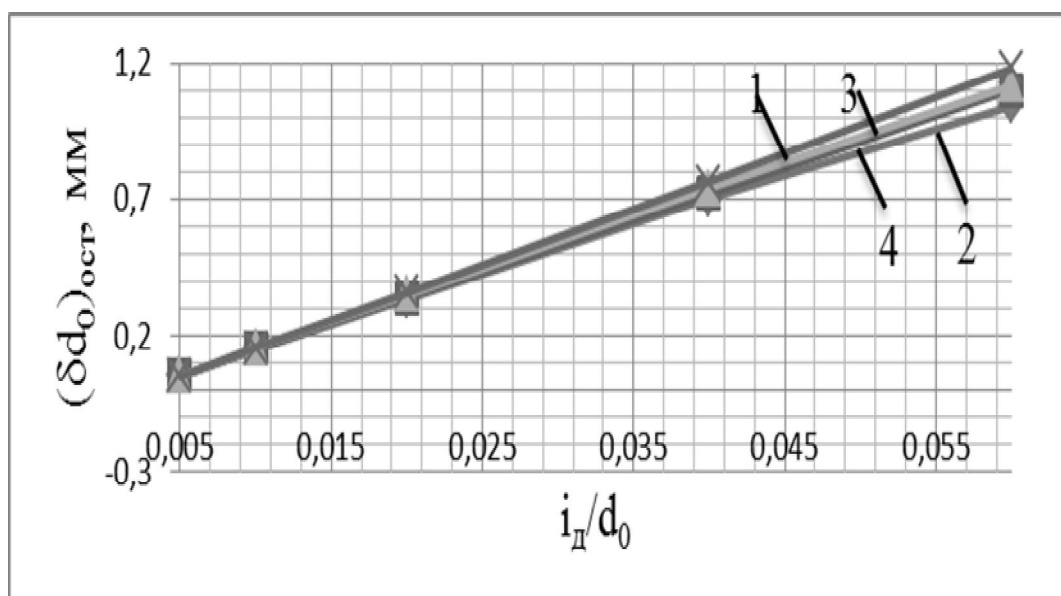


Рисунок 6 – Зависимость остаточной деформации по отверстию втулки $(\delta d_0)_{ост}$ от относительного натяга дорнования i_d/d_0 . Материалы: втулки -латунь ЛС59-1, корпуса – сталь 40Х. 1 - $D_1/D_0=1,4$; 2 - $D_1/D_0=2,0$

Материалы втулки и корпуса – сталь 40Х. 3 - $D_1/D_0=1,4$; 4 - $D_1/D_0=2,0$ ($d_0=20$ мм; $d_1/d_0=1,6$)

Анализ графика (рисунок 8) показывает,

что удлинение втулок при дорновании с одним и тем же относительным натягом тем больше, чем тоньше их сечение, то есть чем меньше отношение d_1/d_0 .

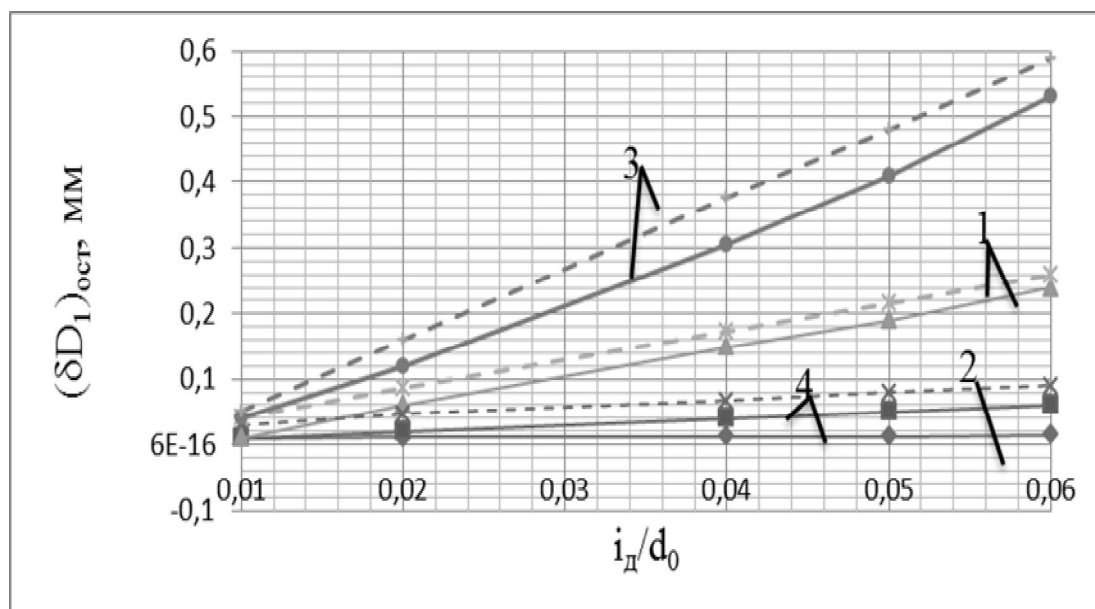


Рисунок 7 – Зависимость остаточной деформации по наружному диаметру корпуса $(\delta D_1)_{ост}$ от относительного натяга дорнования i_d/d_0 запрессованных втулок. Материалы: втулки – латунь ЛС59-1, корпуса – сталь 40Х. ($d_0=20$ мм) 1 - $D_1/D_0=1,4$; 2 - $D_1/D_0=2,0$; Материалы втулки и корпуса – сталь 40Х. 3 - $D_1/D_0=1,4$; 4 - $D_1/D_0=2,0$; ($d_0=20$ мм; $d_1/d_0=1,6$). Сплошная линия – экспериментальные данные, пунктирные – расчетные значения.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ УПРУГИХ И ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ДОРНОВАНИИ

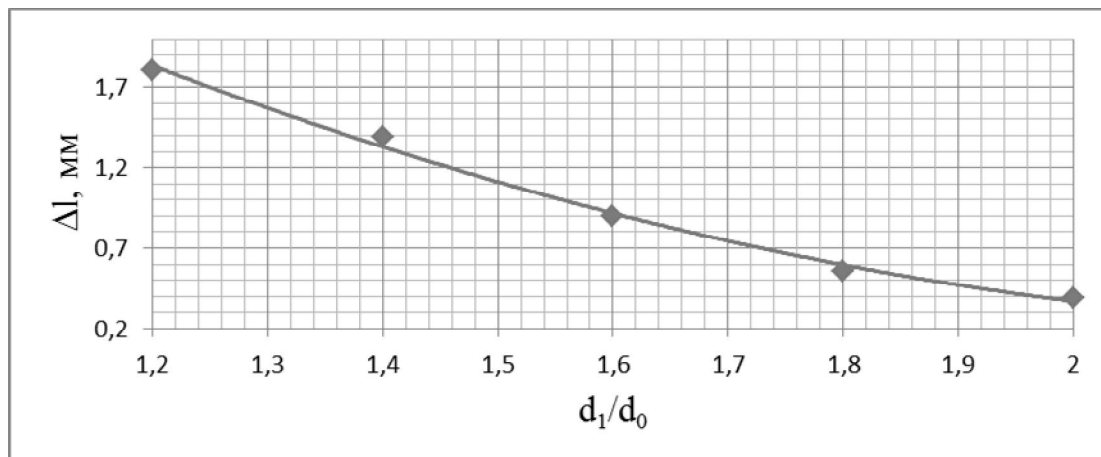


Рисунок 8 – Зависимость абсолютного удлинения Δl втулок после дорнования их отверстий от относительной толщины стенки d_1/d_0 . Материалы втулки и корпуса – сталь 45. ($d_0=10$ мм; $D_1=40$ мм; $i_0=0,5$ мм)

По данным рисунок 9, например, видно, что при дорновании неподвижных соединений удлинение втулки с толщиной стенки 2мм ($d_1/d_0=1,2$) больше, чем у втулки с толщиной стенки 6 мм $d_1/d_0=1,6$ во всем принятом интервале натягов.

Удлинение втулки, когда пластическая

деформация достигает её наружной поверхности, происходит по всему сечению стенки втулки. Сдвиг металла в осевом направлении только у поверхности отверстия наблюдается на глубине проникновения пластической деформации при работе в упругопластическом режиме деформирования.

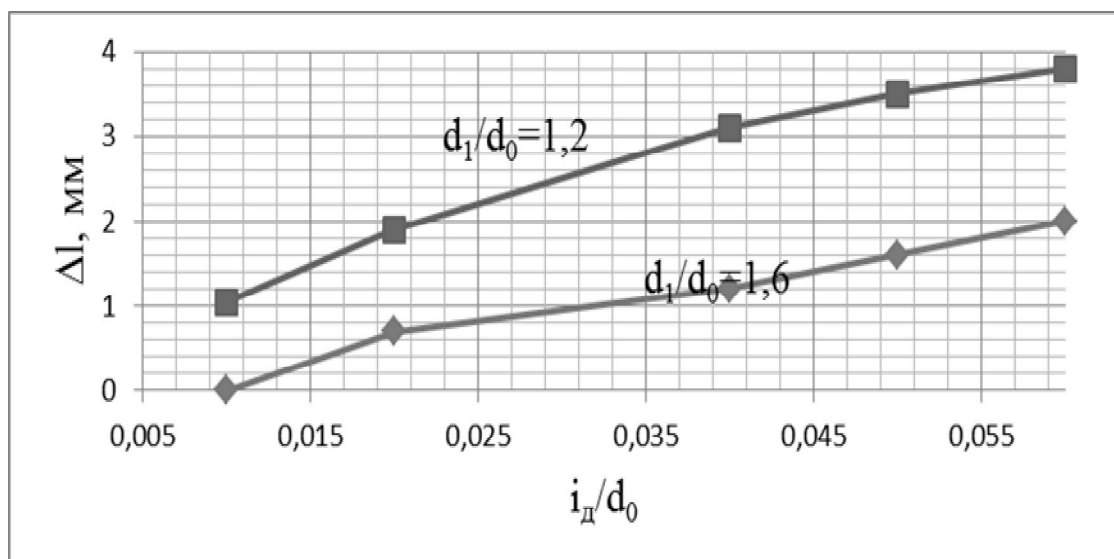


Рисунок 9 – Зависимость абсолютного удлинения Δl втулок от относительного натяга дорнования i_d/d_0 . ($d_0=20$ мм; $D_1/D_0=1,6$).