

УДК.621.774.72

**Серда В. Г.
Кравец Е. И.****КИНИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОБКАТКИ ДВУСТЕННЫХ ДНИЩ С КОМБИНИРОВАННЫМ НАГРУЖЕНИЕМ**

Получение полых осесимметричных деталей машиностроения из трубчатых заготовок методом обкатки инструментом трения является одним из производительных и обеспечивает снижение их массы и объем последующей механической обработки [1].

Особенность способа обкатки в том, что трубчатая заготовка деформируется постепенно на резко локализованном участке, и за каждый оборот заготовки изменяется форма и длина редуцируемого конца, увеличивается толщина стенки.

Достоинство способа обкатки заключается в возможности достижения значительных степеней деформации вплоть до герметичного закрытия днища одним и тем же инструментом, в простоте кинематики процесса, высокой производительности, низкой себестоимости инструмента, в расширении номенклатуры получаемых изделий [2].

В машиностроительной промышленности находят широкое применение полые осесимметричные металлоизделия такие как газовые баллоны высокого давления, корпуса гидроцилиндров, фильтров и роликов ленточных конвейеров, переходов, технологическое изготовление которых отработано и достаточно полно исследовано.

Имеются два пути дальнейшего расширения номенклатуры обкатываемых изделий из труб. Первый путь заключается в создании многопереходных процессов обкатки. Второй путь – комбинирование процессов обкатки с другими процессами ОМД, например, раскаткой, штамповкой и т. д.

Анализ монографии, научных публикаций позволил выявить ряд закономерностей, которые частично решают поставленную задачу. Рассмотренные технологические процессы дают представление о кинематике процесса взаимодействия инструмента с заготовкой, о перемещении очага деформации, геометрических параметров заготовок. Для реализации способа обкатки в промышленности разработаны различные кинематические схемы обкатки, методики калибровки инструмента и расчета обкатных машин и инструментов [3, 4].

В машиностроение применяют ряд деталей, которые имеют форму двустенных днищ (рис. 1), получаемых продавливанием обкатываемого днища внутрь заготовки. Для получения такого типа днищ можно применить комбинированный способ обкатки с принудительным выворотом. Таким способом можно получить корпуса роликов ленточных конвейеров, днища баллонов и сосудов и др. Однако для реализации этого способа необходимо установить взаимосвязь режимов обкатки с выворотом.

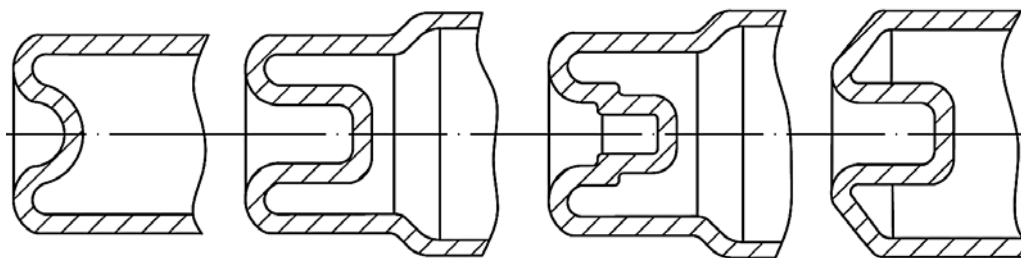


Рис. 1. Виды двустенных днищ, получаемых комбинированным нагружением

Целью работы является получение математических зависимостей по согласованию режимов обкатывания днища с режимом выворота его внутрь заготовки. Для достижения цели необходимо: проанализировать кинематику процесса, установить закономерности и вывести зависимости скоростей перемещения пуансона и инструмента.

Способ обкатки двустенных изделий из труб комбинированным нагружением заготовки заключается в следующем: обкатывают выпуклое днище, которое имеет форму усеченного конуса, меньшее основание которого продавливается пуансоном внутрь заготовки при одновременном обкатывании боковой поверхности инструментом трения (рис. 2). При этом поддерживают радиус сопряжения конусной поверхности равным радиусу свободного изгиба R_u за счет синхронизации скоростей перемещения инструмента трения и пуансона.

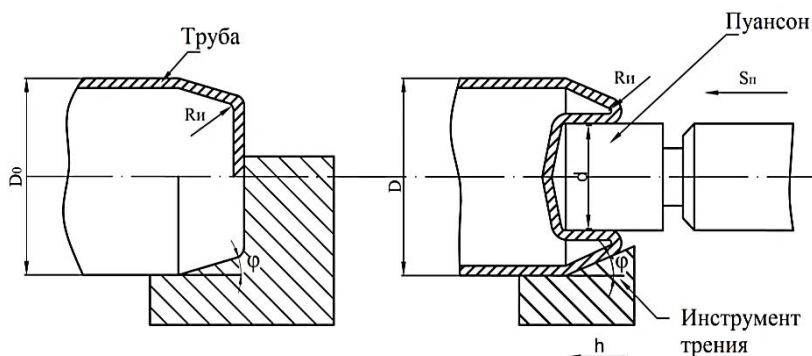


Рис. 2. Способ обкатки двустенных изделий из труб комбинированным нагружением

В результате получаем на конце трубчатой заготовки вывернутую внутрь цилиндрическую полость днища, диаметр которого равен диаметру оправки.

Для реализации данного способа необходимо установить связь между режимами деформирования торцевой поверхности днища с перемещением инструмента.

При вывороте донной части с образованием двустенного днища методом обкатки продавливание днища происходит при неизменных параметрах конической поверхности и является установившемся, что позволяет получить внутреннюю полость неограниченной длины. Поскольку относительная исходная толщина заготовки $S/D \cdot 100\% > 1\%$, то технологический расчеты необходимо производить, как при и вытяжке, по средней линии (рис. 3).

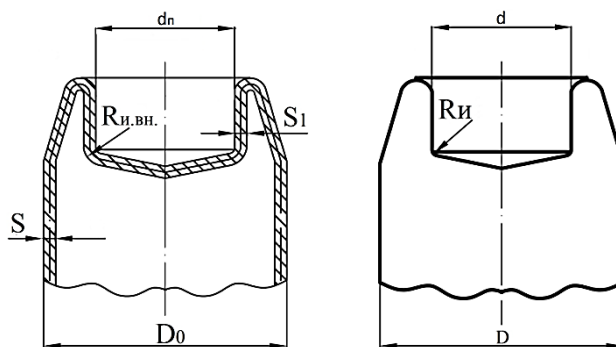


Рис. 3. Технологическое формообразование днища по средней линии

Переход размеров реального днища к расчетному по средней линии производится по формулам:

$$D = D_0 - S; \quad d = d - S_1; \quad R_{и.нар.} = R_u - \frac{S_1}{2}, \quad (1)$$

где D – диаметр трубы по средней линии;

D_0 – диаметр трубы;

S – толщина стенки трубы;

S_1 – толщина стенки днища;

$R_{и.нар.}$ – наружный радиус изгиба;

R_u – радиус изгиба по средней линии.

Выворот днища внутрь заготовки происходит при постоянных параметрах конической поверхности под углом φ . Определим зависимость перемещения пуансона S_n по расчетным размерам днища D, d, R_u при осевой подаче инструмента h (рис. 4).

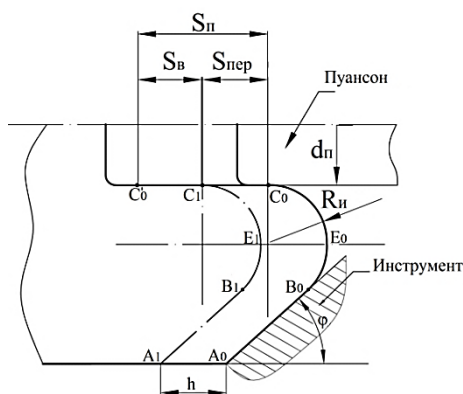


Рис. 4. Продавливание днища при неизменных параметрах заготовки

Перемещение пуансона S_n будет определяться суммой приращения длины вывернутого днища $S_в$ и величины переноса пуансона $S_{пер}$ из-за подачи инструмента на величину h (рис. 4):

$$S_n = S_в + S_{пер}. \quad (2)$$

Величина приращения длины вывернутого днища $S_в$ определяется из условия постоянства длины образующей до и после смещения инструмента (рис. 4):

$$l_{A_1 C_1 C_0^1} = l_{A_1 A_0 C_0}. \quad (3)$$

Длина образующей деформируемого участка определяется суммой длин участков:

$$l_{A_0 A_1} + l_{A_0 C_0} = l_{A_1 C_1} + l_{C_1 C_0^1}. \quad (4)$$

Длина участка $A_0 C_0$ равна длине участка $A_1 E_1$, тогда:

$$S_в = l_{A_0 A_1} = l_{C_0 C_1} = h. \quad (5)$$

Длина участка $C_0 C_1$ соответствует величине участка $A_0 A_1$ и длине переноса $S_{пер}$:

$$S_{пер} = l_{C_0 C_1} = l_{A_0 A_1} = h. \quad (6)$$

Тогда, подставив значения $S_в$ из выражения (5) и S_n из выражения (6) в исходное уравнение (2) получим:

$$S_n = 2 \cdot h. \quad (7)$$

Для реализации процесса необходимо знать зависимость скорости перемещения пуансона от параметров инструмента, его скорости перемещения V_u и частоты вращения шпинделя, $n_{шп}$. Для этого определим величину перемещения инструмента S_u и подачу инструмента h_1 . Примем величину перемещения инструмента h равной величине осевой подаче очага деформации h_1 за один оборот заготовки.

Перемещение инструмента в тангенциальном направлении S_u за один оборот заготовки будет определяться зависимостью:

$$S_u = \frac{h_1}{\operatorname{tg} \gamma}, \quad (8)$$

где γ – угол наклона деформирующей поверхности к направлению движения инструмента.

Скорость инструмента будет определяться из зависимости:

$$V_u = \frac{h_1}{t}, \quad (9)$$

где t – время одного оборота заготовки, с.

Время одного оборота заготовки будет равно:

$$t = \frac{60}{n_{\text{шп}}}, \quad (10)$$

где $n_{\text{шп}}$ – частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

Подставив в зависимость (9) значение времени из выражения (10) с учетом зависимости (8), получим:

$$V_u = \frac{h_1 \cdot n_{\text{шп}}}{60 \cdot \text{tg} \gamma}. \quad (11)$$

Соответственно скорость пуансона V_n равна:

$$V_n = \frac{2 \cdot h_1 \cdot n_{\text{шп}}}{60}. \quad (12)$$

Для выворота днища, например при частоте вращения шпинделя $n_{\text{шп}} = 600$ мин⁻¹, величине подачи $h_1 = 2$ мм/об, при угле наклона деформирующей поверхности к направлению движения инструмента $\gamma = 20^\circ$ скорость движения инструмента составляет $V_u = 55,55$ мм/с, скорость движения пуансона $V_n = 40$ мм/с.

ВЫВОДЫ

Проведен анализ технологического процесса обкатки двустенных днищ с комбинированным нагружением. Приведено описание способа получения двустенных днищ на концах трубчатых заготовок, являющихся элементами полых изделий машиностроения из труб. На основании кинематики процесса выворота установлена закономерность устойчивого проведения процесса. Выявлены аналитические зависимости, связывающие режим выворота с режимом обкатывания днища, и даны рекомендации по определению скоростей движения инструмента и пуансона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капорович В. Г. *Обкатка металлоизделий в производстве* / В. Г. Капорович. – М. : Машиностроение, 1973. – 168 с.
2. *Производство изделий машиностроения горячей обкаткой: монография* / под ред. В. С. Рыжикова, В. К. Удовенко. – Краматорск : ДГМА, 2006. – 338 с.
3. Серeda В. Г. *Производство заготовок роликов ленточных конвейеров* / В. Г. Серeda, В. К. Удовенко, Е. И. Кравец // *Вісник ДДМА : зб. наук. пр.* – Краматорськ : ДДМА, 2010. – №1 (18). – С. 285–289.
4. Пат. 41842 Україна, В21D 41/00. *Спосіб виготовлення корпусу ролика стрічкового конвеєра* / Удовенко В. К., Серeda В. Г., Кравец О. І. (Україна); заявник і патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № U 200900342; заявл. 19.01.2009; опубл. 10.06.2009, Бюл. № 11. – 2 с.

Серeda В. Г. – канд. техн. наук, доц. кафедри МТО ДГМА;

Кравец Е. И. – аспирант ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: mto@dgma.donetsk.ua

Статья поступила в редакцию 28.05.2012 г.