

УДК 621.791.03: 621.9.04.

**ПОЛУЧЕНИЕ ЩЕЛЕВЫХ ФИЛЬТРОЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ**

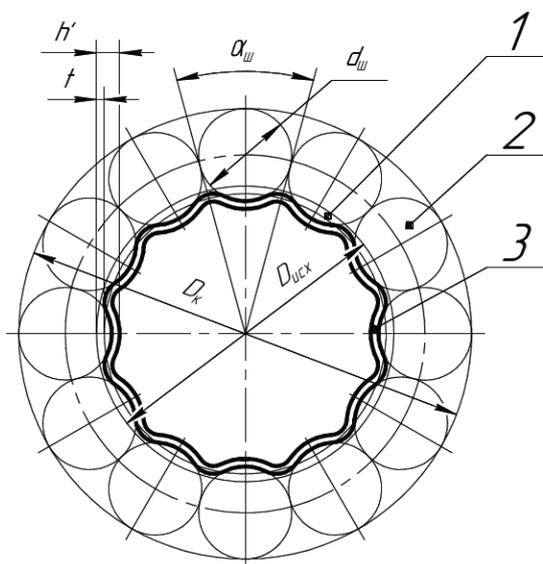
Дмитрий Александрович Бузаев

*Студент 5 курса,  
кафедра «Инструментальная техника и технологии»  
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: Н.Н. Зубков,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Инструментальная техника и  
технологии»*

Для решения задачи фильтрации жидкостей и газов применяются различные подходы, каждый из которых, обладает своими преимуществами и недостатками. Наиболее распространены в настоящее время сетчатые металлические и металлокерамические, а также тканевые и бумажные фильтроэлементы. В случае загрязнения фильтроэлемента требуется замена фильтра, которая требует значительных расходов. Перспективными являются регенерируемые конструкции фильтров, обеспечивающие возможность очистки фильтроэлемента противотоком фильтрующей среды. Щелевая структура фильтра в таких конструкциях предпочтительна, так как обеспечивает сравнительно низкое гидравлическое сопротивление и высокую эффективность очистки противотоком [1]. Однако существующие методы получения щелевых фильтрующих структур имеют ряд ограничений как по минимальной ширине получаемых щелей, так и по низкой производительности и, как следствие, высокой себестоимости изготовления таких фильтров.

В работе исследуется возможность изготовления щелевых металлических фильтров методом деформирующего резания (ДР) сквозным прорезанием вершин гофр продольно-гофрированных заготовок. Заготовки предлагается получать из стандартных труб круглого сечения с помощью относительно простого приспособления – шариковой фильеры. Фильера представляет собой втулку с отверстием, соответствующим диаметру круглой трубы. В отверстии выполнена расточка с шириной, равной диаметру используемых шариков. Шарики в расточке могут удерживаться консистентной смазкой. По сравнению с обычной профильной фильерой шариковая фильера более технологична в изготовлении и позволяет частично заменить трение скольжения на трение качения. Это существенно уменьшает усилие формообразования продольно-гофрированной заготовки.

При продавливании или вытягивании через фильеру труба круглого сечения деформируется шариками и получает продольно-гофрированный профиль. При



**Рисунок 1. Графическая расчетная модель:**  
1 – исходный профиль трубы, 2 – деформирующие тела, 3 – гофрированный профиль трубы.

сквозном прорезании вершин гофр методом ДР будет получена щелевая фильтрующая структура.

Метод ДР основан на подрезании и пластическом деформировании подрезанных слоев с формированием макрорельефа в виде оребрения или а в данном случае – сквозных щелей [2]. Эксперименты проводились с трубами из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т и меди М1.

Главной проблемой при получении гофрированного профиля данным методом является разновысотность гофр, которая приводит к неравномерности глубины ДР и ширины фильтрующих щелей. Для минимизации разновысотности при гофрировании трубы была применена специально изготовленная центрирующая оправка. При работе со сварными трубами для уменьшения радиального биения желательнее расположение шва во впадине гофрированного профиля.

При продавливании через фильеру труб из коррозионно-стойкой стали усилие деформации оказалось столь велико, что приводило к потере устойчивости трубы, ее изгибу и разрушению. В связи с этим целесообразно уменьшать толщину стенки труб-заготовок, а также производить операцию гофрирования волочением через фильеру, а не продавливанием. Для реализации вытягивания трубы необходимо обеспечить надежное закрепление трубы и исключение внецентренного приложения силы вытягивания.

При проведении ДР на полученных трубах главной проблемой, особенно при обработке заготовок из коррозионно-стойкой стали, является отрыв ребер от поверхности трубы у основания выступа профиля с превышением предела прочности из-за слишком большой величины радиальной составляющей силы резания. С целью ее уменьшения целесообразно увеличение главного угла в плане у инструмента для ДР. В подавляющем большинстве случаев у образцов из коррозионно-стойкой стали наблюдался отрыв ребер с одной стороны при наличии щелей с противоположной стороны трубы из-за ее радиального биения и, как следствие непостоянной глубины резания по окружности. При ДР влияние биения трубу предлагается сводить к минимуму путем использования люнета.

При получении щелей методом деформирующего резания их ширина  $b$  зависит от подачи инструмента ( $S_0$ ), главного ( $\varphi$ ) и вспомогательного ( $\varphi_1$ ) углов в плане [3]. Минимальная подача, при которой удалось получить стабильную щелевую структуру на медных образцах – 0,3 мм/об. При такой подаче, а также  $\varphi_1=90^\circ$ ,  $\varphi=51^\circ$  расчетная ширина щелей  $b=0,067$  мм.

В дальнейшем планируется произвести новые эксперименты с волочением труб, оптимизацию геометрических параметров инструмента и режимных параметров при обработке ДР труб из различных материалов, в частности, из титана, а также экспериментальное определение тонкости очистки получаемыми фильтрами, их гидравлического сопротивления, а также оптимального соотношения длины фильтрующего элемента к исходному внутреннему диаметру трубы-заготовки.

## Литература

1. *Зубков Н.Н., Слепцов А.Д.* Получение микросеток и проницаемых щелевых труб механической обработкой // Известия высших учебных заведений. машиностроение. 2007, №3, с.55-60.
2. *Зубков Н.Н., Васильев В.А.* Фильтрующие элементы новой конструкции и оборудование для их производства. Металлург. 2016, №5, 77–82.

3. *Зубков Н.Н., Слепцов А.Д.* Управление шириной щелевого зазора фильтрующей структуры, получаемой методом деформирующего резания // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011, №5, 7С.