

УДК 621.7.075

**ПОЛУЧЕНИЕ РАЗВИТЫХ МАКРОРЕЛЬЕФОВ ФРЕЗОСТРОГАНИЕМ БЕЗ  
УДАЛЕНИЯ СТРУЖКИ**Анатолий Владимирович Медведев <sup>(1)</sup>, Николай Николаевич Зубков <sup>(2)</sup>*Студент 6 курса <sup>(1)</sup>, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры <sup>(2)</sup>,  
кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: А. И. Овчинников,  
кандидат технических наук, доцент кафедры "Инструментальная техника и технологии",  
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана*

В настоящее время штырьковые поверхности получили широкое применение в теплотехнике, как для конвективного теплообмена, так и для теплообмена с фазовыми переходами. В настоящее время используются штырьковые структуры сборного типа, фрезерованные, либо литые. Оба варианта малопроизводительны и не позволяют выполнить структуры с малыми шагами между штырьками. Наиболее эффективно получение штырьковых структур методом безотходного деформирующего резания (ДР). Принцип получения штырьковых структур заключается в первоначальном получении ребер методом ДР с их последующим перерезанием также инструментом для ДР [1]. Этот принцип используется для получения плоских теплообменных поверхностей на теплоемных пластинах водоблоков систем охлаждения электронной техники [2]. Реализация принципа двух проходов методом деформирующего резания проста для плоских поверхностей на строгальном станке, однако для получения теплообменных штырьковых структур на трубах данная схема является трудноосуществимой. Как показали исследования, именно штырьковые структуры на теплообменных трубах являются наиболее перспективной поверхностью для тепломассообмена с использованием фазовых переходов (кипения или конденсации).

В данной работе предлагается формировать поверхностные рельефы теплообменного назначения подрезанием поверхностных слоев без их отделения от заготовки, но осуществлять это не резцом для деформирующего резания, а вращающимся вокруг своей оси инструментом типа однозубой концевой фрезы. По мере вращения инструмента со специальной геометрией, благодаря большим величинам подачи, режущая кромка на части своей траектории подрезает поверхностный слой, сохраняя механическую связь подрезанного слоя с основой, образуя таким образом развитый макрорельеф. Принцип формирования штырьковых структур на плоскости показан на рис. 1. Данный принцип может быть реализован для получения штырьковых поверхностей на трубных заготовках при использовании дополнительного шпинделя, установленного на салазки токарного станка.

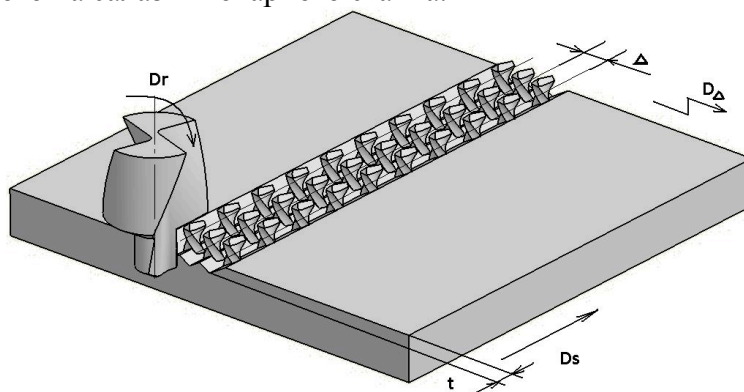


Рис. 1. Принцип формирования штырьковых структур на плоскости вращающимся инструментом

Скорость подачи инструмента соизмерима со скоростью периферийных точек вращающегося инструмента, поэтому процесс можно назвать фрезостроганием без отделения стружки.

Проведены эксперименты по получению штырьковых структур на модельных материалах – фторопласте и свинце, а также на материалах наиболее широко используемых для изготовления теплообменной аппаратуры - меди и алюминии. Апробированы различные варианты типоразмеров инструмента и геометрий его заточки, выявлены оптимальные. Исследовано формообразование отдельного штырька по кинограмме процесса, на которой выделялись последовательные фазы формообразования рельефа.

Образцы рельефов, выполненные на алюминии, отправлены для испытаний на кипение теплоносителей. Проектируется специальное приспособление для реализации разработанного метода при получении штырьковых структур на трубах.

В ходе работы также была предложена новая область применения – использование поверхности со штырьковыми структурами для повышения прочности клеевых соединений материалов с низкой адгезионной способностью. Рельефы позволят удержать клей в соединении и таким образом его прочность увеличится.

### **Литература**

1. *Зубков Н. Н., Трофимович А. С., Овчинников А. И., Цфасман Г. Ю., Городников В. В.* Получение штырьковых структур для кипения азота. // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. - 2013. - № 1. - С. 100-109.
2. *Зубков Н. Н., Овчинников А. И., Трофимович А. С., Черкасов А. С.* Использование штырьковых структур нового типа для охлаждения электронной аппаратуры // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. - 2014. - № 2. - С. 70 - 79.