

УДК 621.787

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА В ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ РЕБРИСТЫХ ТРУБ

Григашкин С.С. – магистрант гр. КТМ-161

Научный руководитель: Блюменштейн В.Ю., д.т.н. профессор,
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева

Аннотация

В данной статье была проанализирована холодная поперечно-винтовая прокатка ребристых труб на стане ХПРТ 25-38, изложены основные показатели качества ребристых труб и факторы, влияющие на него, исследована степень упрочнения материала при прокатки ребристых труб и рассчитано внутреннее напряжение деформируемого материала.

Ключ слова: Ребристые трубы, прокатка, оребрение, Стан ХПРТ, аппараты воздушного охлаждения, исследование микротвердости.

В настоящее время наблюдается стабильный рост химической, нефтехимической, и нефтяной промышленности. Это влечет за собой повышение потребности в производстве оборудования, используемого в данных отраслях. Широкое применение имеет теплообменное оборудование; оно используется для охлаждения газов и жидкостей и др. [1]. За последние десятилетия аппараты воздушного охлаждения получили широкое распространение как в России, так и за рубежом. Так как охлаждающим реагентом является воздух, что сохраняет водных ресурсов и улучшения санитарного состояния водоемов [2].

Главным и самым трудозатратным элементом теплообменного оборудования являются ребристые трубы. Такие трубы по сравнению с гладкими трубами имеют большую площадь теплообмена и лучший коэффициент теплопередачи, сохраняя при этом прочность и жесткость [1].

Существует множество методов оребрения труб, в том числе H/F-FIN; G-FIN; L-FIN/KL-FIN/LL-FIN; E-FIN [3]. Наиболее технологичным и эффективным по теплопередачи является поперечно-винтовая прокатка биметаллических труб по методу E-FIN, вследствие чего данная технология была освоена на машиностроительном заводе ООО «КЕМЕРОВОХИММАШ». Это первый завод, освоивший технологию прокатки ребристых труб за Уралом.

Изготовление данного вида оребрения возможно на стане холодной прокатки ребристых труб мод. ХПРТ 25-38. Прокатка производится тремя приводными валками, расположенными под углом 120° вокруг заготовки. Оси валков наклонены к оси заготовки на угол подачи. Валки состоят из комплекта

дисков переменного профиля. Заготовка заправляется в валки, сообщаемые ей вращение и осевое перемещение, в процессе которых происходит постепенное формообразование заданного профиля ребер (рисунок 1) [4].

При изготовлении ребристых труб одной из важнейших задач является обеспечения качества выпускаемой продукции. К основным показателям качества ребристых труб относятся: наружный диаметр оребренной поверхности; шаг оребрения; шероховатость оребренной поверхности; целостность поверхностного слоя металла оребрения и др.

На качество ребристой трубы влияют следующие факторы: геометрические параметры инструмента; свойства исходной заготовки; СОТС; режимы прокатки труб и др.

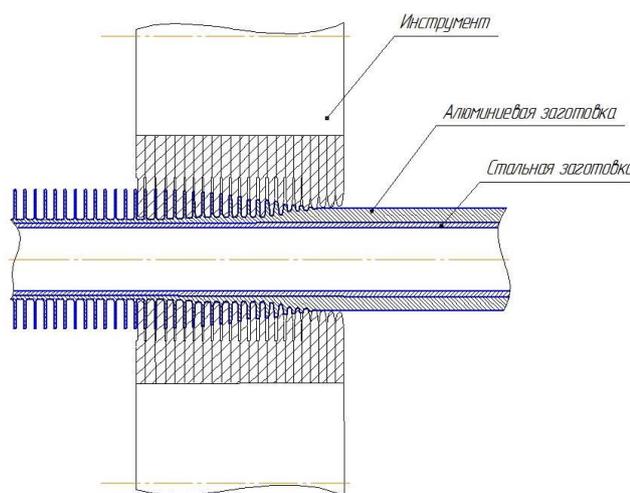


Рисунок 1 – Формообразование ребер на стане ХПРТ 25-38

В процессе прокатки труб на стане ХПРТ 25-38 одним из возникающих дефектов является локальное повреждение целостности оребренной поверхности трубы (рисунок 2). Причиной возникновения данного дефекта может являться любой из вышеперечисленных факторов, влияющих на качество ребристых труб. В данной статье нами будет рассмотрено влияние свойств исходной заготовки на свойства конечного продукта.

Алюминиевые заготовки для прокатки ребристых труб должны быть пластичными, в отожженном состоянии. В качестве материала заготовки наружной трубы используется алюминиевый сплав АД-1. Он обладает хорошей теплопроводностью и высокими показателями пластичности. Важно, чтобы поставленные заготовки имели химический состав, отвечающий требованиям ГОСТ 4784-97.



Рисунок 2 – Бракованная ребристая труба

При оребрении труб в зоне соприкосновения инструмента с заготовкой происходит пластические деформации алюминиевой трубы, вследствие чего происходит упрочнение металла и снижение пластичности из-за изменения его структуры и фазового состава [5].

Химический состав материала был определен на оптическом эмиссионном спектрометре Q4 TASMAR.

Для проведения металлографических исследований был вырезан сегмент алюминиевой заготовки, сегмент трубы ребристой и трубы, имеющей локальный разрыв по поверхности ребра (рисунок 3).

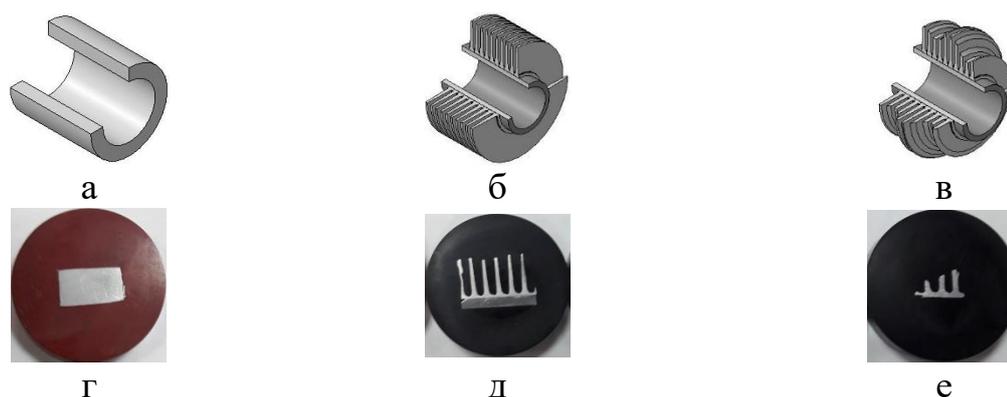


Рисунок 3 – Экспериментальный образец алюминиевой трубы: а) алюминиевая заготовка; б) ребристая труба; в) бракованная ребристая труба; г) шлиф, вырезанный из алюминиевой заготовки; д) шлиф, вырезанный из ребристой трубы; е) шлиф, вырезанный из бракованной ребристой трубы

Исследование микротвердости были проведены на микротвердомере DuraScan 20. Измерение значений микротвёрдости осуществлялось в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4.

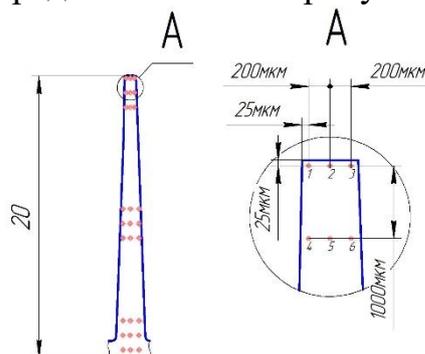


Рисунок 4 – Схема измерения микротвердости

Химический состав технического алюминия АД1 по ГОСТ 4784-97 и химический состав образцов из технического алюминия АД1 согласно спектральному анализу представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав образцов из технического алюминия АД1

	Al	Fe	Si	Mn	Ti	Cu	Mg	Zn
ГОСТ 4784-97	Не менее 99,3	До 0,3	До 0,3	До 0,025	До 0,15	До 0,05	До 0,05	До 0,1
Опыт №1	99,59	0,307	<0,0050	0,0024	0,0027	0,022	0,0071	0,0056
Опыт №2	99,64	0,259	<0,0050	0,0029	0,0027	0,020	0,0076	0,0076
Опыт №3	99,65	0,249	<0,0050	0,0029	0,0021	0,020	0,0078	0,0083

Анализ экспериментальных данных исследования химического состава образцов показал, что все образцы соответствуют ГОСТ 4784-97.

Результаты исследования микротвердости алюминиевой заготовки, трубы ребристой и трубы имеющей локальный разрыв по поверхности ребра представлены на рисунке 5.

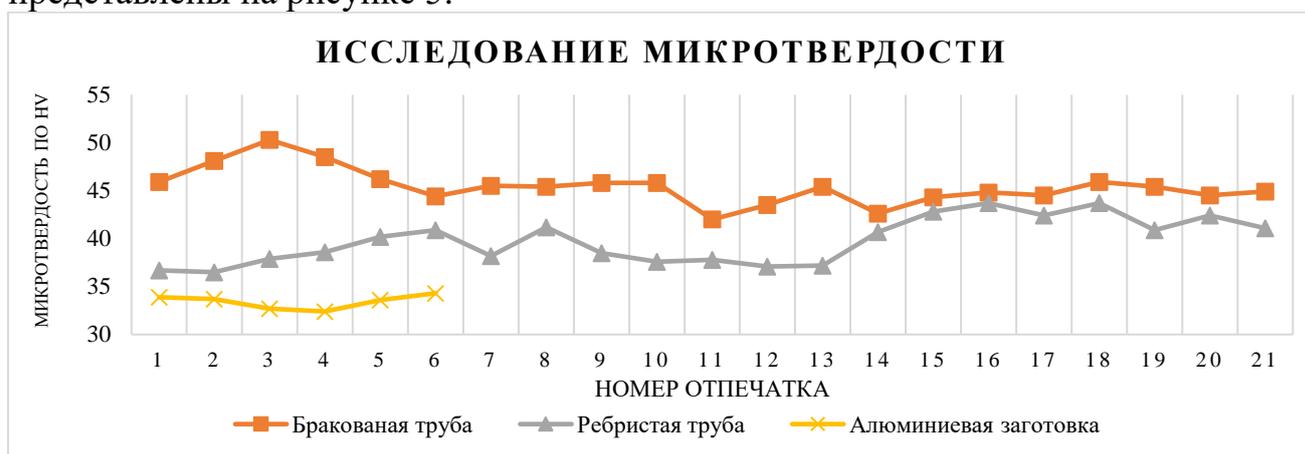


Рисунок 5 – Результаты исследования микротвердости

Исследование микротвердости показало упрочнение материала при деформации относительно исходной заготовки для ребристой трубы 0,2% и 0,36% для трубы с локальным разрывом по поверхности ребра. На основе проведенных исследований микротвердости и установленной зависимости между напряжением и твердостью в процессе пластической деформации было рассчитано внутреннее напряжение деформируемого материала.

Список литературы

1. Берлинер, Ю.И. Технология химического и нефтяного аппаратостроения [Текст] / Ю.И. Берлинер, Ю.А. Балашов. – М.: Машиностроение, 1976, с. 256;
2. Машиностроение. Энциклопедия [Текст]/ Ред. совет: К.В. Фролов и др. – М: Машиностроение, 2004. – 832 с;

3. Колмогоров, В.Л. Напряжения, деформации, разрушение [Текст] / В.Л. Колмогоров. – М.: Металлургия, 1970. – 229 с;
4. Васильчиков, М.В. Поперечно-винтовая прокатка изделий с винтовой поверхностью [Текст] / М.В. Васильчиков, М.М. Волков. – М.: Машиностроение, 1968;
5. Дель, Г.Д. Определение напряжений в пластичной области по распределению твердости [Текст] / Г.Д. Дель. – М.: Машиностроение, 1971.