

## Трубные заготовки с внутренним жаропрочным слоем из ниобиевого и никель-кобальтового сплавов

### Идея, цель разработки

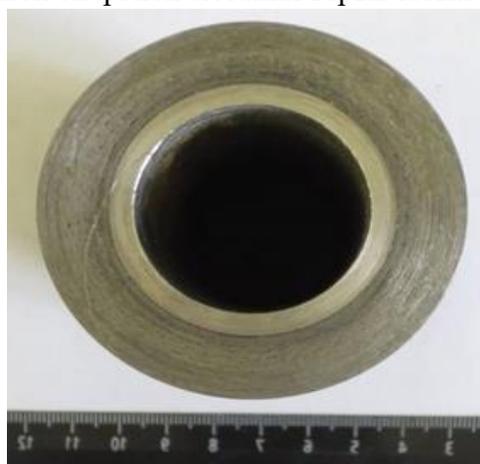
Плакировать сваркой взрывом внутреннюю поверхность трубы из высокопрочной стали (ОХНЗМ) слоем из жаропрочного сплава на ниобиевой (Н65В2МЦ) и никель-кобальтовой (ЭК102) основе для повышения эрозионной стойкости конструкций, работающих при высокотемпературном воздействии газового потока и энергетических конденсированных систем.

### Основные технические характеристики

1. Практически 100% сплошность по всей площади соединения по данным ультразвукового контроля.
2. Образцы нового композиционного материала имеют температуру плавления рабочего слоя  $\geq 1700$  °С.
3. Предел прочности на отрыв плакирующего слоя по ТУ 27.32.09.010-2005 «Сталь листовая двухслойная коррозионностойкая, изготовленная методом сварки взрывом» для пары материалов ЭК102/ОХЗМ составляет 950-1000 МПа, для пары Н62В2МЦ/ОХНЗМ составляет 250-300 МПа.
4. Микротвердость рабочего слоя из ниобиевого сплава составляет 300-350 НV, для никель-кобальтового 550-600 НV.
5. Толщина жаропрочного покрытия 2,0 мм.

### Назначение (области применения)

Полученный композиционный материал, сочетающий в себе высокую конструкционную прочность и жаропрочность способен работать в контакте с агрессивными энергетическими конденсированными системами в химических установках, СВС-реакторах и т.п. Также возможно применение двухслойного материала в качестве ствольной трубы для орудий с повышенной энергией метания взрывчатых веществ.



*Двухслойные трубные заготовки с внутренним жаропрочным слоем*

### Промышленный прототип

Трубы из высокопрочной стали.

### Эффективность по сравнению с прототипом

Двухслойные трубы из стали ОХНЗМ, покрытые слоем из жаропрочных сплавов Н65В2МЦ и ЭК102, имея беспористую наружную поверхность высокого качества, эрозионную стойкость в условиях газодинамического действия продуктов сгорания высокоэнергетических порохов при высоких давлениях и скоростях потока, являются

наиболее перспективными по сравнению с высокопрочными сталями с точки зрения повышения тактико-технических характеристик стволов и ресурса эксплуатации СВС-реакторов и других энергетических установок.

#### **Основные авторы разработки**

Малахов А.Ю., Сайков И.В., Первухин Л.Б.

#### **Главные патенты и публикации**

1. A. Yu. Malakhov, I. V. Saikov, O. L. Pervukhina , L. B. Pervukhin. Explosive cladding of the inner side of a steel tube with a heat resistant niobium alloy // Inorganic Materials: Applied Research. – 2016. – Vol. 7, iss. 2. – P. 300–302.
2. A.Yu. Malakhov, I.V. Saikov, O.L. Pervukhina. Obtaining of bimetallic pipe billets with internal layer of heat-resistant nickel-cobalt alloy EK102 by explosive welding // Letters on materials, 2016, 6(4) pp 276-280.
3. Malakhov A.Yu., Pervukhin L.B., Saikov I.V., Vikhman V.B. Explosion welding of high-strength bimetallic materials with a cladding layer based on niobium and nickel-cobalt alloys// Welding International. – 2015. – v.29. – №10. – p. 805-808.

#### **Лицо для контакта**

Малахов Андрей Юрьевич, к.т.н., научный сотрудник лаборатории ударно-волновых процессов Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова

Россия, г. Черноголовка

Московская область, 142432, ул. Академика Осипьяна, д.8

Tel: 8 (49652) 46-372

E-mail: [malakhov@ism.ac.ru](mailto:malakhov@ism.ac.ru)