

УДК 669.15-194

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ АУСТЕНИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ  
СТАЛИ С ДОБАВЛЕНИЕМ СЕРЕБРА И ТИТАНА**

Горбенко Артём Дмитриевич

*Студент 4курса<sup>(1)</sup>, бакалавр 4 года<sup>(2)</sup>,**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: Р.С. Фахуртдинов,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

К материалам, применяемым в здравоохранении при создании имплантатов, предъявляются высокие требования к химическим, физическим и механическим свойствам. Среди этих требований наиболее важными являются высокая коррозионная стойкость, биосовместимость и низкая стоимость, так как именно они отвечают за доступность и работоспособность изделия в теле человека. По этой причине в медицине значительную долю используемых материалов составляют аустенитные нержавеющие стали, обладающие хорошей биосовместимостью, при этом отличающиеся высокими механическими свойствами [1].

Однако при использовании аустенитных нержавеющих сталей в теле человека есть вероятность возникновения адсорбции органических молекул, например, белков. Это явление приводит к образованию на поверхности материала биопленки, которая может привести к падению коррозионной стойкости или бактериальному заражению. Для уменьшения подобного риска стали подвергают дополнительной обработке, например, нанесению защитных покрытий. Повышение же коррозионной стойкости и биосовместимости можно достигнуть объемным легированием. Так, для устранения межкристаллитной коррозии аустенитные стали легируют титаном, который связывает углерод в карбиды и тем самым способствует сохранению хрома в твердом растворе. Недавние исследования показали, что добавление Ag в сталь может придать ей антибактериальные свойства, при этом позволяя избежать необходимость в модификации поверхности медицинских изделий [2].

Исследования механических свойств и структуры проводили на плоских образцах аустенитных хромоникелевых коррозионностойких сталях, состав которых приведен в таблице 1. Состав второго сплава, в отличие от первого, содержит титан и серебро. Выплавку сталей производили в вакуумных плавильных печах. После выплавки слитки сталей подвергали горячей пластической деформации - прокатке.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых коррозионностойких сталей.

|          | C    | Cr | Ni | Ti  | Ag  | Si  | Mn | Mo | P    | S    | N    |
|----------|------|----|----|-----|-----|-----|----|----|------|------|------|
| Сплав №1 | 0,03 | 17 | 10 | 0   | 0   | 0,5 | 2  | 2  | 0,04 | 0,01 | 0,07 |
| Сплав №2 | 0,03 | 17 | 10 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 2  | 2  | 0,04 | 0,01 | 0,07 |

Исследование механических свойств проводили на универсальной испытательной машине INSTRON 3382 со скоростью растяжения 1 мм/мин. Плоские образцы с головками изготавливали из пластин на электроэрозионном станке. Такая форма образцов позволяла минимизировать влияние захватов на результаты испытания.

На одну экспериментальную точку испытывали по 5 образцов. Определялись значения относительного удлинения, условного предела текучести и предела прочности в продольном и поперечном направлении. Обобщенные результаты проведенных испытаний приведены на рисунке 1.

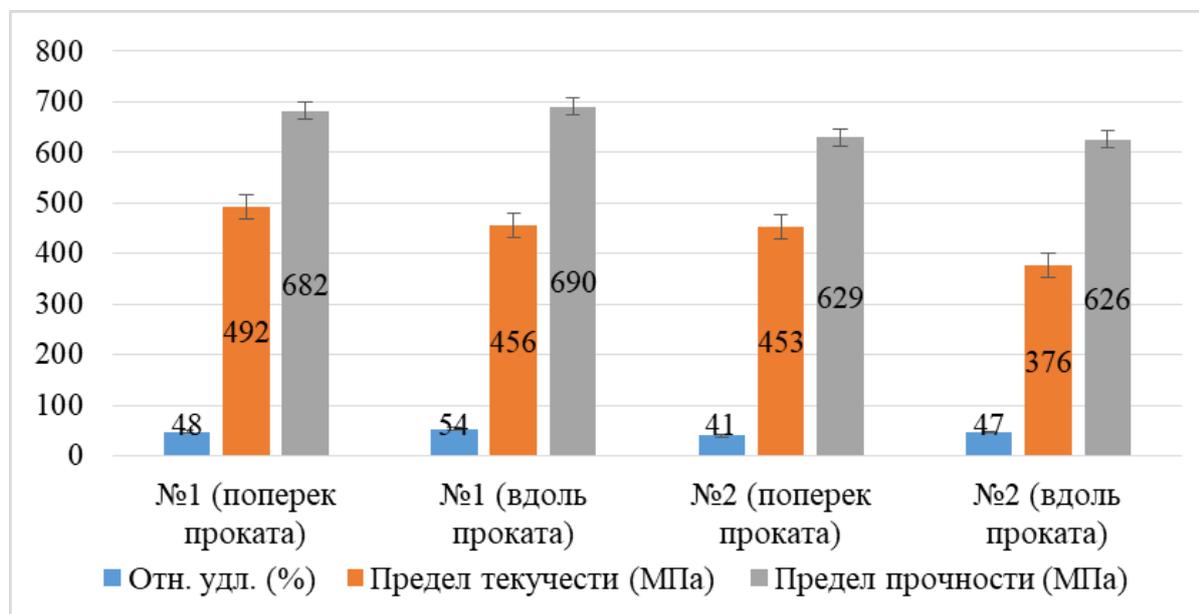


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма механических свойств сталей.

Результаты испытания механических свойств показали, что сталь с добавками серебра и титана имеет пониженные (до 15 %) значения прочности и пластичности. Однако, несмотря на снижение механических свойств, уровень прочности и пластичности полученной стали, они соответствуют показателям, указанным в марочниках сталей.

Металлографические исследования образцов сталей двух плавов показали похожую аустенитную структуру. Сталь дополнительно легированная серебром и титаном отличается лучшей травимостью структуры.

Окончательный вывод по использованию подобного микролегирования стали серебром и титаном будет сделан после планируемых испытаний образцов на коррозионную стойкость и биосовместимость.

## Литература

1. Арзамасов Б.Н., Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 648 с. - ISBN 978-5-7038-1860-2
2. Николаев Н.С., Любимова Л.В., Пчелова Н.Н., Преображенская Е.В., Алексеева А.В. Использование имплантатов с покрытием на основе двумерно-упорядоченного линейно-цепочечного углерода, легированного серебром, для лечения перипротезной инфекции // Травматология и ортопедия России. 2019. №4.