

---

УДК 669.531.2

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕТОРТ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНА ГУБЧАТОГО ПУТЕМ УЧЕТА  
КОМПЛЕКСА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ**

**А.Г. Попович; канд. техн. наук, доц. В.Г. Шевченко;**

**канд. техн. наук, доц. С.Л. Рягин**

*Запорожский национальный технический университет, Украина*

Технология магнийтермического производства титановой губки охватывает три основных передела: восстановление титана магнием из тетрахлорида титана, вакуумную сепарацию реакционной массы, полученной в результате восстановления, и разделку титана губчатого на товарный металл [1]. Базовым элементом для монтажа аппаратов восстановления и сепарации является реактор – цилиндрическая стальная реторта с фланцем и сферическим днищем.

Реторты продолжительное время работают в условиях высоких температур, агрессивных сред и термомеханических нагрузок. Наружная поверхность стенок реторты окисляется из-за контакта с воздухом при высоких температурах; внутренняя поверхность стенок взаимодействует с расплавами и парами магния, хлорида магния и хлоридов титана, а также подвержена эрозионному разрушению при выпрессовке блока титановой губки из реторты. Возникающая проблема утоньшения стенки делает опасной дальнейшую эксплуатацию реторты и приводит к необходимости снятия реторты с эксплуатации, когда толщина стенки уменьшится до 11мм. Вес реакционной массы, собственный вес реторты и избыточное давление внутри реторты вызывают в стенках реторты, опирающейся на фланец, растягивающие напряжения, преимущественно в осевом направлении. Эти напряжения обуславливают ползучесть материала реторты: ко времени снятия ее с эксплуатации удлинение реторты достигает 300мм.

Перепад температур между стенками реторты, контактирующими с реакционной массой, и водоохлаждаемым фланцем реторты вызывает значительные термические напряжения. Различие в температурных деформациях обечайки реторты, находящейся при высоких температурах, и охлаждаемого фланца приводит к местным пластическим деформациям и образованию шейки на реторте, что создает трудности при извлечении блока титановой губки.

Для надежной длительной работы и получения качественного губчатого титана материал реторты должен обладать комплексом свойств, следующих из специфики условий эксплуатации. Основные требования к материалу:

- длительная коррозионная стойкость в расплавах и парах магния и хлорида магния, хлоридов титана различной валентности;
- жаростойкость в воздушной среде;
- отсутствие склонности к образованию эвтектических соединений с титаном при высоких температурах;

- отсутствие склонности к спеканию с титаном;
- достаточная длительная прочность при 1000°C и, соответственно, малая скорость ползучести;
- стойкость в условиях цикличности механических и термических нагрузок;
- достаточно высокая теплопроводность;
- вакуумная плотность.

Увеличение количества легирующих элементов в химическом составе стали обычно повышает ее стойкость к агрессивным средам при высоких температурах. Однако высокохромистые стали с содержанием хрома 23...30% склонны к охрупчиванию в интервале температур 600...800°C, что связывают с выделением  $\sigma$ -фазы [2]. Эта фаза очень тверда и хрупка, когда она выделяется в свободном состоянии.

Для увеличения продолжительности службы реторт в условиях высоких температур, агрессивных сред и термомеханических нагрузок их обычно изготавливают из легированной стали 12X18H10T; внутреннюю поверхность стенок реторты подвергают диффузионному титанированию. Титанирование, а также использование в качестве материала стенок реторты легированной стали снижают опасность загрязнения губчатого титана железом.

Оптимизация материала реторты по критериям прочности, коррозионной стойкости и экономичности предполагает замену хромоникелевой стали на хромоникельмарганцовистую. Кроме того, целесообразно защитить наружную поверхность стенок реторты при помощи композиционного покрытия из смеси порошков никеля и оксида алюминия.

Для предотвращения удлинения реторты в результате ползучести нужно опереть реторту на днище с проведением необходимых конструктивных усовершенствований. В этом случае результирующая сила, растягивающая реторту в осевом направлении, будет уравновешена силой реакции опоры, находящейся под днищем реторты. Для предотвращения возможного расширения реторты из-за давления гидростатического столба расплава магния и хлорида магния и от избыточного давления аргона в реторте целесообразно приварить к стенке реторты бандажные кольца. И так, разгрузка стенок реторты от сил, растягивающих ее в осевом и в окружном направлениях, позволит значительно уменьшить их ползучесть.

Для решения проблем, связанных с образованием шейки на реторте, необходима конструктивная оптимизация профиля обечайки реторты.

#### **ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Родякин В.В., Гегер В.Э, Скрыпнюк В.М. Магниетермическое производство губчатого титана. - М.: Металлургия, 1971.
2. Мищенко В.Г. Технологические основы управления структурой и свойствами коррозионно-стойких сталей: дис. ... докт. техн. наук: 05.02.01. – Запорожье, 2008.