

4. Заявка № 2010124045/02(034345), В 21 F 35/00. Способ восстановления пружин / Тебенко Ю. М., Землянушнова Н. Ю., Землянушнов Н. А.; заявлено 11.06.2010.

УДК 621.9.025

**Разработка технологии изготовления катода-испарителя
на основе сплава алюминия и кремния**

**М.А. Зимин, студент 1 курса инженерно-технологического факультета
Научный руководитель: А.В. Чихранов, к.т.н.**

**Технологический институт – филиал ФГОУ ВПО «Ульяновская
государственная сельскохозяйственная академия»**

Для упрочнения рабочих поверхностей режущего инструмента в настоящее время широкое применение нашли износостойкие наноструктурные ионно-плазменные покрытия, наносимые методом конденсации вещества с ионной бомбардировкой (КИБ). Среди таких покрытий чаще всего используются одно- и многослойные покрытия на основе нитридов и карбонитридов титана, циркония, молибдена, хрома, железа, алюминия и кремния и их сложных соединений. В работах [1, 2] показана эффективность применения таких покрытий.

Среди нитридообразующих элементов в настоящее время большой интерес представляет кремний. В чистом виде его нитрид Si_3N_4 обладает высокой твердостью, тепло- и износостойкостью и используется для изготовления минералокерамического режущего инструмента. В износостойких покрытиях сложного состава кремний выступает сильным упрочнителем, значительно повышая их твердость и износостойкость. Однако широкое применение кремния в качестве элемента износостойких ионно-плазменных покрытий сдерживают его полупроводниковые свойства.

При нанесении износостойких покрытий методом КИБ для генерации паров нитридообразующего элемента используется сильноточный низковольтный разряд. При этом для устойчивого горения электрической дуги кремний должен обладать высокой электропроводностью. В то же время технически чистый (металлургический) кремний обладает высоким удельным электросопротивлением. Известно [3], что на электрофизические свойства кристаллического кремния большое влияние оказывают содержащиеся в нем примеси. Для повышения электропроводности в него вводят добавки элементов III-й группы (бора, алюминия, галлия и индия) или V-й группы (фосфора, мышьяка и сурьмы). Таким образом, наиболее подходящим легирующим элементом для кремния является алюминий.

Диаграмма состояния системы «алюминий – кремний» является диаграммой эвтектического типа (рис. 1) [4]. Выше температуры $578^{\circ}C$ (линия солидус) за исключением областей α - и β -твердых растворов сплав имеет в

своем составе жидкую фазу, содержание которой увеличивается с повышением температуры.

Как видно из рис. 1, для расплавления исходной шихты с любым заданным процентным содержанием компонентов необходимо обеспечить температуру выше температуры плавления кремния (1430°C) на $30\dots 50^{\circ}\text{C}$, т.е. около 1500°C . В то же время для получения однородного сплава необходимо достаточное время выдержки при этой температуре. Время выдержки можно значительно сократить при измельчении компонентов шихты (кремния и алюминия). Однако при этом резко увеличивается поверхность измельченных частиц, на которых образуются пленки оксидов Al_2O_3 и SiO_2 с температурами плавления 2050°C и 1750°C соответственно. Такие оксидные пленки значительно затрудняют сплавление компонентов, создавая дополнительное поверхностное натяжение в мелкодисперсных частицах. Повышение рабочей температуры требует применения высокотемпературных печей с рабочими температурами выше $1500\dots 1600^{\circ}\text{C}$.

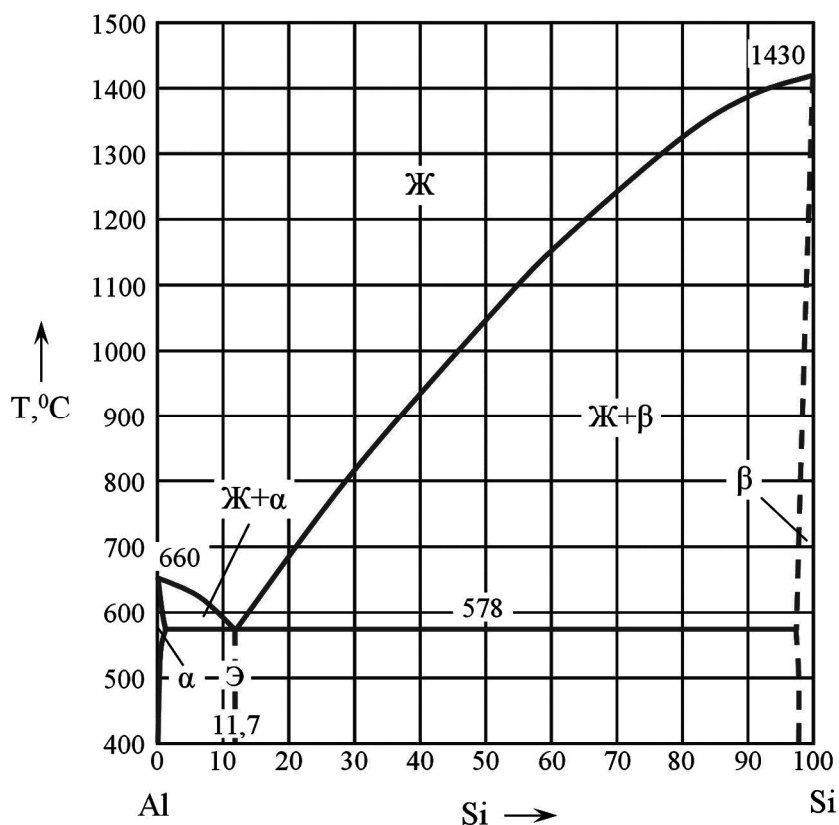


Рис. 1. Диаграмма состояния системы «алюминий – кремний»

Для решения этого вопроса предлагается разработанный способ. Суть способа состоит в использовании в качестве источника тепла, необходимого для сплавления исходных компонентов, сильноточной сварочной дуги. Для защиты исходных компонентов и получаемого сплава от действия кислорода воздуха используется защитный газ – аргон. Для реализации данного способа использовали сварочный инвертор аргонодуговой сварки AWI TIG-500. В качестве компонентов шихты используются порошок кремния, полученный

механическим измельчением кусков кристаллического (металлургического) кремния, и алюминиевая фольга. Порошок кремния тонким слоем равномерно насыпался на алюминиевую фольгу, которая потом сворачивалась в цилиндрические стержни диаметром 5...8 мм.

Полученные таким образом заготовки подвергались последующей электроэрозионной обработке для образования рабочей (расходуемой) части катода-испарителя (рис. 2). На полученную рабочую часть катода наплавлялась крепежная (нерасходуемая) часть катода-испарителя, в качестве материала которой использовали силумин. Далее производилась механическая обработка крепежной части с последующим нарезанием резьбы.

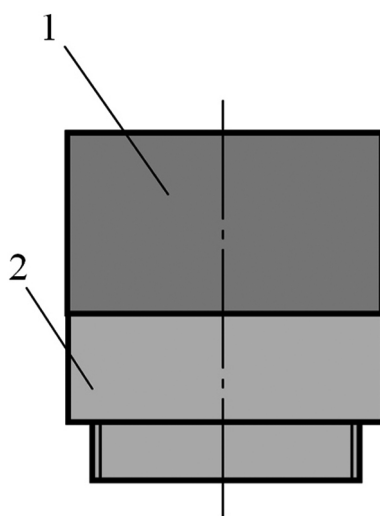


Рис. 2. Конструкция катода-испарителя: 1 – рабочая (расходуемая) часть (сплав системы «алюминий – кремний»); 2 – крепежная (нерасходуемая) часть

Химический состав сплавов определяли методом количественного рентгеноспектрального анализа на установке MAP-4. Для учета матричных эффектов применяли метод ZAF-поправок. Анализ химического состава показал, что в различных частях отливки наблюдается его постоянство. Это свидетельствует о гомогенности полученного сплава. Наличие неметаллических (оксидных) включений не обнаружено.

В результате проведенного эксперимента максимальное содержание кремния в сплаве достигало 95,8%. Во всех случаях полученные сплавы обладали высокой электропроводностью, что позволяет их использовать в качестве материалов катодов-испарителей для нанесения ионно-плазменных покрытий.

Литература:

1. Табаков В. П. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями на основе сложных нитридов и карбонитридов титана. Ульяновск: УлГТУ, 1998. – 123 с.

2. Табаков В.П. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания / В.П. Табаков, А.В. Чихранов. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 255 с.

3. Чередниченко В.С. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие. – М.: Изд-во «Омега-Л», 2007. – 752 с.

4. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: •МИСИС•, 1999. – 416 с.

УДК 621.787

Анализ известных устройств для восстановления пружин

**Д.В. Знаменский, студент 3 курса факультета механизации
сельского хозяйства**

**Н.А. Землянушнов, студент 1 курса факультета энергетики,
машиностроения и транспорта ГОУ ВПО СевКавГТУ**

Научный руководитель: Н.Ю. Землянушнова, к.т.н., доцент

ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»

Рассмотрим известные устройства для восстановления и растяжения винтовых цилиндрических пружин сжатия.

Устройство [1] для восстановления пружин электроконтактным способом, содержит установленные на раме приводной механизм растяжения пружины с траверсой, механизмы зажима переднего и заднего концов пружины, первый из которых жёстко закреплён на траверсе механизма растяжения, токоподводы с изоляторами, ёмкость для охлаждающе-закалочной жидкостью и пульт управления.

Эксплуатационные испытания восстановленных пружин показали [1], что по надёжности и долговечности они не уступают новым. Восстанавливать пружины по данной технологии можно в любой мастерской, имеющей сварочный трансформатор.

Недостатком описанного устройства является то, что механизмы зажима переднего и заднего концов пружины предназначены для пружин определённого типоразмера и непригодны для других пружин, а всё устройство имеет малую производительность из-за наличия ручных операций при установке и зажиме обрабатываемой пружины.

Известен стенд для восстановления пружин [2], содержащий установленный на раме приводной механизм растяжения пружины с траверсой, механизмы зажима переднего и заднего концов пружины, первый из которых жёстко закреплён на траверсе механизма растяжения, токоподводы с изоляторами, ёмкость для охлаждающе-закалочной жидкости и пульт управления.