

УСТАНОВКА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВЫТЯГИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Клименков С.С., д.т.н., проф., Рубик С.В., маг.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены физические и механические свойства монокристаллических волокон. Описаны технология и установка для вытягивания из расплава монокристаллических волокон.

Ключевые слова: монокристаллические волокна, плавильный агрегат, форма для вытягивания, водоохлаждаемый и нагревательный контур, формообразующий инструмент, затравка.

Монокристаллические волокна обладают рядом уникальных физических и механических свойств, в частности исключительно высокой, приближенной к теоретической, прочностью, превышающей прочность массивных монокристаллов в 100–1000 раз. Прочность монокристаллических волокон резко возрастает при уменьшении их диаметра. Это связано с тем, что при малых диаметрах монокристаллические волокна практически не имеют искажений кристаллической структуры.

Монокристаллические волокна предназначены непосредственно для армирования при изготовлении суперпрочных композиционных материалов. Они в 10–20 раз дороже обычных поликристаллических волокон, однако преимущества их использования неоспоримы. При использовании монокристаллических волокон можно не только в 5–10 раз снизить вес конструкционных материалов, но и резко увеличить их прочность. Например, добавка 4 % монокристаллических волокон в стеклопластик позволяет получить совершенно иной материал. Модуль упругости такого материала равен модулю упругости стали: прочность в 5 раз выше, а вес в 3 раза меньше.

Композиционный материал, изготовленный фирмой «Пресса пеликан» на основе монокристаллических волокон вольфрама, залитых расплавом меди, имеет прочность 2460 МПа. Современные сверхпрочные сплавы имеют прочность от 460 до 941 МПа.

Фирма «Тайко» (США) апробировала целый ряд волокон для армирования композитов с матрицей из Ti, Ni и других металлов. Лопатки двигателей были изготовлены из композитов на основе волокон карбидов, боридов, силицидов и оксидов различных металлов. Прочность этих материалов достигала 3432 МПа.

Перспективно применение монокристаллических волокон для изготовления сверхпрочной проволоки из обычных металлов. Увеличение объемного содержания армирующих волокон на 20 % повышает прочность в проволоки в 2 раза [1...4].

Монокристаллические волокна получают путем непрерывного вытягивания с помощью затравки из расплава и формирования из них волокон соответствующей формы и размеров.

Технологическая схема установки приведена на рисунке 1. Установка включает плавильный агрегат для приготовления расплава и форму для вытягивания из расплава монокристаллических волокон.

Плавильный агрегат расположен в вакуумированной камере 1 и включает два основных элемента: тигель 2 для плавки исходной шихты и приемочного ковша 3, герметично соединенного с металлопроводом 4. Такая технологическая последовательность приготовления и транспортировки расплава позволяет удалить из расплава газообразные продукты.

Форма 5 по длине разделяется на несколько секций, каждая из которых содержит внешний оребренный водоохлаждающий контур и внутренний нагревательный контур. При переходе расплава по металлопроводу из одной секции в другую температура расплава понижается и в каждой секции стабилизируется. В последней секции температура расплава равна температуре кристаллизации.

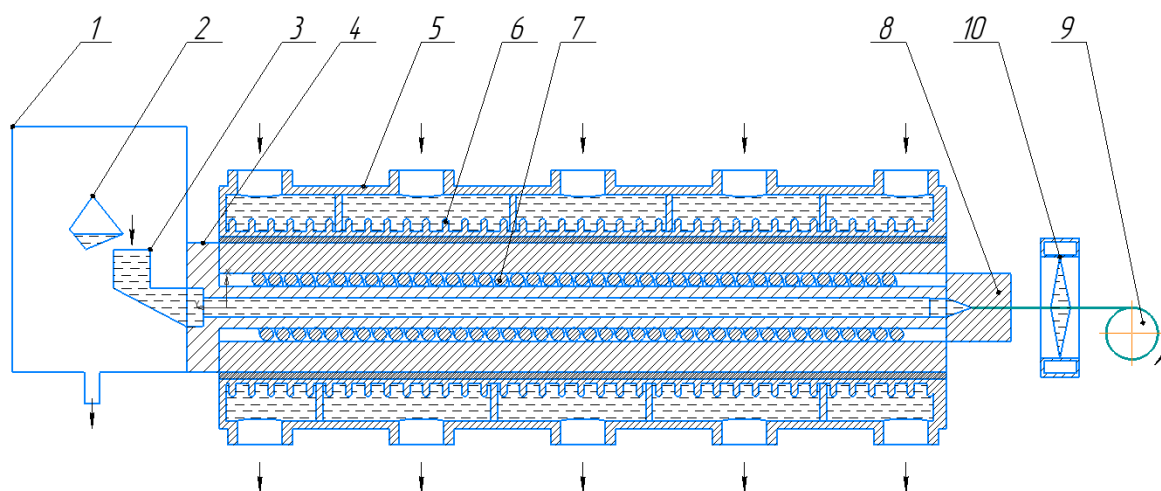


Рисунок 1 – Технологическая схема установки

Перед запуском установки через отверстие в формообразующем инструменте 8 в металлопровод вводится затравка. Вокруг затравки начинается процесс кристаллизации расплава. Затравка с помощью бобины 9 протягивается через формообразующий инструмент. Скорость движения затравки определяется экспериментально. При этом температура расплава и его скорость вытягивания должны обеспечивать рост только одного кристалла. Возникновение зародышей новых кристаллов исключается.

Вытягиваемое монокристаллическое волокно подвергается охлаждению углекислым газом, распыляемой форсункой 10.

Установка работает в непрерывном режиме и одновременно формирует монокристаллические волокна разных размеров и форм поперечного сечения. Это обеспечивается составным формообразующим инструментом.

Список использованных источников

1. Волокна, используемые для армирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metal-archive.ru/litye-mahterialy/99-volokfna-ispoljdzuemdye-dlya-armirovaniya.html>. – Дата доступа: 18.08.2020.
2. Гиваргизов, Е. И. Рост нитевидных и пластинчатых кристаллов из пара / Е. И. Гиваргизов. – Москва: Наука, 1977. – 304 с.
3. Сыркин, В. Г. Материалы будущего: О нитевидных кристаллах металлов / В. Г. Сыркин. – Москва: Наука, 1990. – 192 с.
4. Frommeyer, G., Rablbayer, R. High temperature materials based on the intermetallic compound NiAl reinforced by refractory metals for advanced energy conversion technologies // Steel Research International. – 2008. – №7.

УДК 677.023.77

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГИДРОКРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Клименков С.С., проф., д.т.н., Третьяков А.Ю., маг.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье описан процесс гидрокриогенной резки. Представлена физическая сущность данной технологии; приведены конструкции режущей головки и установки.

Ключевые слова: гидрокриогенная обработка, сопло, жидкий азот, высокоскоростная обработка, гидроструя.

Большинство инновационных технологий основано на комбинации новых физических процессов. Одной из таких комбинаций является гидроабразивная обработка в условиях