

## Получение композиционных антифрикционных материалов методами обработки материалов давлением

Студенты: гр. 10402129 Понтаплёв Н.А., Елисеев В.П., гр. 10402120 Дешко Г.Д.  
Научный руководитель – Белый А.Н.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Композиционными называют материалы, полученные из двух или более компонентов и состоящие из двух или более фаз. Один компонент (матрица) образует непрерывную фазу, другой является наполнителем. Композиционные материалы являются гетерогенными системами и могут быть разделены на три основных класса:

1. Матричные системы, состоящие из непрерывной фазы (матрицы) и дисперсной фазы (дискретных частиц).
2. Композиции с волокнистыми наполнителями.
3. Композиции, имеющие взаимопроникающую структуру двух или более непрерывных фаз.

Материалы относят к антифрикционным, если для них характерны следующие свойства: высокая теплопроводность; хорошая смачиваемость смазкой и хорошая прирабатываемость, основанная на способности материала при трении легко пластически деформироваться и увеличивать площадь фактического контакта.

В результате процесса обработки давлением можно получать металлические композиты матрицей из деформируемых металлов и сплавов, как компактной (листы, слои, фольги, прутки, трубы, проволока), так и пористой (слои, полученные методом осаждения-напыления) формы. В качестве арматуры используют как пластичные, так и хрупкие волокна. Главным преимуществом получения металлических волокнистых композиционных материалов (МВКМ) обработкой давлением является отсутствие вредного взаимодействия между волокнами и матрицей при ограниченном времени их контакта, а главным недостатком – возможность повреждения волокон, особенно хрупких или малопластичных, вследствие высоких напряжений, возникающих при больших пластических деформациях. Режимы процесса уплотнения МВКМ, например, температура, давление, степень и направление деформации, количество проходов должны быть выбраны так, чтобы совместная пластическая деформация компонентов композита не приводила к разрушению арматуры, а на границе волокно – матрица возникала прочная связь. При использовании волокон со значительным запасом пластичности применимы практически все методы уплотнения:

- прокатка;
- импульсное прессование с помощью взрыва или ударной нагрузки;
- гидроэкструзия и др.

Во многих случаях обычно горячая прокатка тугоплавких металлов и сплавов в атмосфере воздуха невозможна без применения специальных мер по защите металла от окисления и газонасыщения (плакирование, обмазка, сварные оболочки для прокатанной заготовки и т.д.). Эти металлы (Mo, Ti, Ta, Nb, W и др.), их сплавы и биметаллы из них при температуре свыше 500–600 °С интенсивно окисляются, насыщаются газами (кислородом, азотом, водородом), что ухудшает их физико-механические свойства.

Кардинальным решением является горячая прокатка в вакууме или среде инертных газов (Ar, He) [1].

Пакет пластин, выполненных из разнородных металлов или сплавов, нагревается, прокатывается и остывает в условиях вакуума. Во время прохождения свариваемых пластин сквозь очаг деформации, между ними устанавливается прочная связь, т.е. образуется соединение разнородных металлов. Для реализации метода используются вакуумные прокатные станы.

Вакуумный прокатный стан конструкции ВНИИметмаша (рисунок 1) предназначен для реверсивной горячей прокатки в вакууме (или в среде инертных газов) тугоплавких металлов и сплавов при температуре до 1700° С [1].

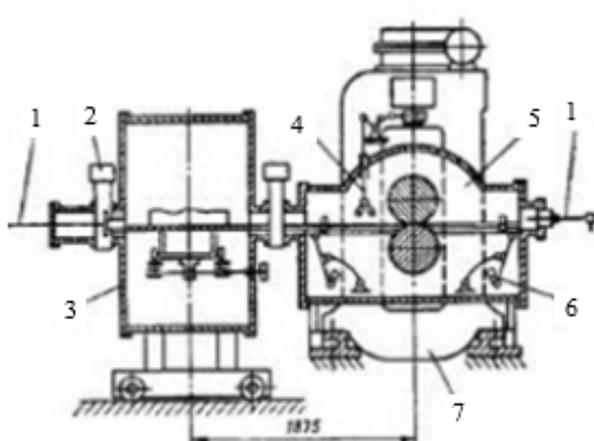


Рисунок 1 – Вакуумный стан 300:

- 1 – толкатели; 2 – вакуумные затворы; 3 – печная вакуумная камера на тележке;  
4 – манипулятор; 5 – рабочая вакуумная камера; 6 – механизмы подачи металла в валки;  
7 – рабочая клеть применения специальных мер по защите металла от окисления и газонасыщения (плакирование, обмазка, сварные оболочки для прокатываемой заготовки и т.п.)

Вакуумное пространство состоит из двух камер – рабочей и печной, соединенных между собой вакуумным затвором. Рабочая камера находится между станинами рабочей клетки (т.е. внутри рабочей клетки) и закреплена на общих с клетью плитовинах; бочки валков находятся внутри камеры; герметизация камеры осуществляется по шейкам валков посредством фланцев с уплотнительными кольцами из специальной резины, расположенных между торцами подушек и стенками камеры. Внутри камеры имеются рычажные устройства для подачи заготовки в валки и поворота заготовки (в горизонтальной плоскости), а также нагреватели валков [1].

Благодаря практически безокислительным условиям нагрева и отсутствию расплавления спекаемых металлов, прочность соединения слоев не уступает прочности самих металлов.

Метод позволяет получать спекаемое соединение даже таких металлов, которые традиционно считаются неспекаемыми (например, медь + молибден, алюминий + сталь и др.).

Взаимное пространственное расположение слоев из спекаемых металлов и их относительные толщины в композите могут быть практически любыми.

В качестве исходных материалов могут использоваться как традиционные виды металлопроката, так и различные дисперсные материалы – металлические порошки, стружка, высечка, а также порошковые смеси металлов с карбидами, нитридами и др. неметаллическими соединениями.

Использование данного метода позволяет значительно снизить расход дорогостоящих металлов (до 80%) [1], повысить прочность изделий, получать композиты с улучшенными характеристиками.

#### Список использованных источников

1. Машиностроение, механика и металлургия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mashmex.ru/metallurgi/76-obrabotka-prokata.html?start=4>. – Дата доступа: 14.03.2021.