

МПа общий объем пор в прокаленных прессовках снижается с 37 до 17,10 %. Соответственно изменяются состав и структура силицированного материала. Улучшить состав и структуру материала можно также рациональным подбором компонентов исходной композиции.

УДК 621.793

### **Легирование металлов и сплавов сгустками порошковых частиц**

Студент гр.104610 Демидова П.В.  
Научный руководитель – Ушеренко С.М.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Увеличение количества легирующих элементов, как правило, реализуют за счет введение лигатуры в расплав. В настоящее время, использование легирующих добавок в Республике Беларусь ограничено их высокой стоимостью, а также тем, что процесс их легирования требует значительного количества тепловой энергии.

Известно, что динамическое легирование позволяет за доли секунды существенно изменять концентрацию легирующих элементов. Динамическое легирование выполняют под действием высокого давления с поверхности обрабатываемой детали. Динамический массоперенос выполняют при ускорении порошкового материала зарядом взрывчатого вещества. Дополнительным достоинством динамического легирования является возможность синтеза метастабильных соединений.

Эта технология основана на эффектах динамического массопереноса в твердом теле за счет энергии ударных волн. Ударные волны перемещаются в металлическом твердом теле со скоростями 5000 – 6000 м/с. За счет значительных градиентов давления на границах раздела более легкие химические элементы и их соединения с размерами, соответствующими толщине фронта ударной волны или цуга ударных волн, захватываются и перемещаются в объеме твердого тела. Фокусировка ударных волн реализуется за счет градиентов плотности, формируемых при плавлении и затвердевании в сплавах. В зонах фокусировки также реализуется повышенная концентрация легирующих элементов. Неоднородность обрабатываемых материалов при этом скачкообразно увеличивается.

Сверхглубокое проникание (СГП) проявляется при движении частиц в твердых телах на большие глубины, как бы не встречая сопротивления. При скоростях соударения дискретных порошковых частиц 200 – 3000 м/с с металлической преградой в ней создается неравномерное пульсирующее поле давлений. За счет взаимного наложения ударных волн возникают длинномерные пульсирующие зоны высокого давления (5 – 20 ГПа), окруженные зонами фонового давления (0,2-1 ГПа). Частицы легирующего вещества, двигаясь внутри зон высокого давления, трутся о стенки формируемых канальных элементов. Пульсирующие в поперечном и продольном направлении зоны высокого давления переводят матричный материал в псевдожидкое состояние. Это происходит в процессе т.н. динамических фазовых переходов.

При обработках в режиме СГП стальной преграды становится видно, что за период времени  $2,57 \cdot 10^{-7}$  с происходит разрушение структуры исходной кристаллической решетки, потеря дальних связей и формирование новой кристаллической структуры, например  $\alpha \leftrightarrow \gamma$ .

В период времени, когда исходная решетка уже разрушилась, а новая еще не возникла, материал зоны пульсирующего высокого давления представляет собой квазинейтральную смесь положительно заряженных ионов и электронного облака (плотная плазма). За счет пульсации «солитона» высокого давления и движения в нем дисперсных пылевых микрочастиц состояние неустойчивости структура материала сохраняется длительное время, приводя к относительно длительному периоду сверхпластичности.

При движении дискретных частиц в зоне высокого давления происходит потеря массы микроударников, за счет чего зоны высокого давления избирательно легируются. При легировании этих зон концентрация легирующих элементов, а соответственно изменения структурных элементов и макро свойств, в объеме твердого металлического тела создается композиционный материал. При этом матричный материал (металл, сплав) оказывается прошитым волокнами, созданными при взаимодействии вводимых частиц с матрицей.

УДК 621.745.669.13

### **Новые инструментальные стали**

Студент гр. 104610 Гедревич А.Е.  
Научный руководитель – Ушеренко С.М.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Новые инструментальные материалы необходимо производить на основании нетрадиционных подходов. Значительные ограничения накладываются высокими ценами на энергию, на легирующие материалы и на современное оборудование. Является перспективным использование инструментальных материалов на основе композитов.

Такой подход снижает долю и затрат на легирующие и армирующие материалы. Использование в качестве базовой технологической операции, т.н. «сверхглубокого проникновения» (СГП) позволило отказаться от традиционной операции спекания порошковых материалов и от использования порошков, как основных конструкционных материалов. В качестве матрицы использовались литые и кованные быстрорежущие инструментальные стали. Армирование стальных прутков по объему реализовывалась волокнами вводимых керамических материалов.

Таким образом, полученные в режиме СГП композиционные стальные прутковые материалы имеют одновременно повышенный уровень износостойкости (1,5-2 раза) по длине, при сохранении ударной вязкости и предела прочности на изгиб на исходном уровне.

Проведенный цикл исследований и натурных испытаний показал, что наиболее перспективным направлением использования таких материалов является применение их для армирования горнорезущего инструмента калийных рудников.

По мере повышения мощности используемых соледобывающих комбайнов происходит рост уровня динамических нагрузок. Как результат растет доля поломочных отказов инструмента и уменьшается срок его службы. Такое изменение структуры отказов уменьшает время работы комбайнов в условиях калийных шахт до капитального ремонта, снижает производительность процесса добычи калийной руды.

Применение новых инструментальных материалов позволяет повысить скорость добычи руды до 2,6-3,2 погонных метров в минуту и уменьшить расход инструмента в 1,5-2,5 раза по сравнению с твердосплавным инструментом.

Такие результаты эксплуатационной стойкости нового инструмента позволяют существенно повысить уровень комфортности работы горношахтного персонала. Это связано с тем, что при таком уровне устойчивости нового инструмента процесс его перезарядки производится только в ремонтную смену. Тогда комбайн выведен из рабочего забоя и вокруг рабочего органа комбайна достаточно свободного пространства. Также исключено использование твердого вольфрамокобальтового сплава, который признан канцерогенным.

Простой переход в оснащении горнорезущего инструмента с твердого сплава на инструментальный стальной композиционный материал в объеме отдельного рудника позволило повысить доходы инструментального производства.