

наблюдение, ретрансляцию и контроль за наземными объектами.

УДК 538.913

### **Легирование внедрением в объем металлических материалов ступков дискретных порошковых частиц**

Ушеренко С.М.

Белорусский национальный технический университет

Традиционно повышение уровня физико-механических свойств достигается за счет дополнительного легирования сплава. Однако легирующие добавки имеют высокую стоимость, а процесс их введения требует значительного количества энергии. Динамические методы легирования позволяют существенно изменять концентрацию легирующих элементов за доли секунды. Технология динамического легирования основана на эффектах динамического массопереноса в твердом теле за счет энергии ударных волн. Сверхглубокое проникание (СГП) реализуется при соударении с твердыми телами ступков легирующих порошковых частиц. При скоростях соударения дискретных порошковых частиц 300–3000 м/с с металлической преградой в ней создается неравномерное пульсирующее поле давлений. За счет суперпозиции 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 квазижидкое состояние. Это происходит за счет, т.н. динамических фазовых переходов. При обработке в режиме СГП стальной преграды за период времени  $2,57 \cdot 10^{-7}$  с происходит разрушение структуры исходной кристаллической решетки, потеря дальних связей и формирование новой кристаллической структуры ( $\alpha \leftrightarrow \gamma$ ). 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). 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 537.87

### Особенности генерации электромагнитной энергии в режимах сверхглубокого проникания

Ушеренко Ю.С.<sup>2</sup>, Боровик Д.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ

В околоземном пространстве существует огромное количество космического мусора. Значительную его часть составляют сгустки космической пыли. Сгустки порошковых частиц при соударении и прошивке металлических преград двигаются в них, теряя массу, заряжаясь и создавая в них переменное поле давления. За счет огромного количества космической пыли в околоземном пространстве давление составляет  $\approx 10^4$  Па. При этом регистрируются потоки высокоэнергетических ионов, энергия которых в объеме металлического тела достигает и превышает 100 МэВ. Значимость генерируемого электромагнитного поля заключается в том, что выходя из объема оболочки космического аппарата, т.е. при выходе за пределы твердого металлического тела и попадании в область отрицательной зоны электрического поля ионы дополнительно ускоряются до энергии до 490 МэВ. Поскольку формируемые электромагнитные поля являются переменными, то при попадании в область положительно заряженной зоны электрического поля ионы металла тормозятся. Такие высокоэнергетические частицы способны проникать сквозь защитные оболочки и поражать электронные системы управления, приводя к ускоренной деградации. Выходящие за пределы металлической оболочки струи плотной плазмы под действием переменного электромагнитного поля теряют квазинейтральность, заряжаются и испытывают колебания. При этом головная часть струи внедряется в пластину кремния, записывая сигнал. Частота колебания поля достигает  $-f \approx 15 \cdot 10^6$  Гц.

Плотность энергии в зоне генерации электрического поля достигает при этом

$$\omega_e = \frac{E_w}{V_t} = 3,483 \cdot 10^{10} \text{ Дж/м}^3$$

При экспериментальной плотности электрического поля 34 ГДж/м<sup>3</sup> объемная энергия этого поля в объеме металлической оболочки в каждый период реализации отрицательной зоны электрического поля составляет 13 МДж. Генерируемое электрическое поле за счет высокочастотной составляющей излучает электромагнитную энергию в открытое