

## АННОТАЦИЯ

на научно-информационный и научно-образовательный материал по подразделу №11.5.2.4. «Формирование инновационных направлений исследований и разработок в области строительных нанотехнологий и материалов»

В рамках проекта было проведено изучение закономерностей формирования нанопокровов, создаваемых на поверхности металлов с помощью инжектора, ускоряющего наночастицы с помощью электромагнитных волн сантиметрового диапазона.

При соприкосновении движущейся наночастицы с напыляемой поверхностью одновременно протекает несколько физических процессов.

Во-первых, направленная скорость движения атомов наночастицы переходит в ненаправленные (тепловые) скорости движения атомов наночастицы и напыляемой поверхности. Иными словами, кинетическая энергия движения наночастицы превращается в тепловую энергию движения атомов. Следует отметить, что скорость этого превращения очень велика и время полного превращения кинетической энергии в тепловую составляет, в зависимости от размеров наночастицы, от нескольких десятков до нескольких сотен пикосекунд.

Во-вторых, полученная тепловая энергия может привести к полному или частичному расплавлению наночастицы и частичному расплавлению соприкасающейся с ней напыляемой поверхностью. При этом следует учитывать тот факт, что температура плавления наночастиц меньше, чем макрочастиц и быстро падает с уменьшением размеров наночастицы. Это связано с тем, что в наночастице значительное число атомов находится на поверхности и, поэтому, связано меньшим числом связей с другими атомами наночастицы. Если скорость движения наночастицы невелика и в результате выделяется небольшая тепловая энергия, то ее недостаточно для расплавления наночастицы и напыляемой поверхности. В этом случае

может происходить лишь частичное разрушение кристаллической структуры наночастицы.

В третьих, за счет небольших размеров наночастицы происходит быстрая передача скоростей движения ее атомов внутренним слоям металла. То есть, происходит быстрое охлаждение наночастицы и соприкасающейся с ней напыляемой поверхностью. Время этого охлаждения мало и всего лишь в 10 раз больше скорости превращения кинетической энергии движения наночастицы в тепловую энергию. В зависимости от размеров наночастицы это время лежит в интервале от нескольких сотен до нескольких тысяч пикосекунд.

В четвертых, силы взаимодействия между атомами наночастицы и напыляемой поверхности стремятся упорядоченно расположить атомы наночастицы относительно атомов напыляемой поверхности. Этот процесс эффективен лишь в первое время взаимодействия наночастицы с напыляемой поверхностью, когда еще велика скорость теплового движения атомов. Если с течением времени, когда скорость теплового движения атомов существенно понизится, будет сохранено (заморожено) неправильное (аморфное) расположение атомов, то оно будет далее сохранено на протяжении длительного промежутка времени. Отметим, что эффективность упорядочивающего действия межатомных сил быстро падает с увеличением числа атомов в наночастице. Иными словами, чем больше атомов, тем труднее (менее вероятно) правильно их расположить за небольшое время, когда еще достаточно велика скорость их теплового движения.

Скорость протекания данных четырех физических процессов существенно зависит от размеров наночастицы, ее начальной температуры и скорости движения. Поэтому, получаемое состояние напыляемой поверхности металла существенно зависит от параметров технологического процесса.

С помощью численных расчетов методами молекулярной динамики нами было показано, что меняя эти параметры можно получать различное (нанокристаллическое и аморфное) состояние напыляемой поверхности и существенно увеличивать ее поверхностную прочность. В результате были определены технологические параметры работы инжектора наночастиц необходимые для получения нанопокровтий с заданными свойствами.

Под научным руководством и при непосредственном участии проф. Каф. физики Павлючко А.И. (отв.исполнитель М.н.с. НИЦ «Информтехпроект» Муминова С.Р.) в рамках подраздела 11.5.2.4. были разработаны, коллегиально рассмотрены и протестированы, а также вручены для практического использования заинтересованным специалистам строительного комплекса Москвы научно-информационные и научно-образовательные материалы по вопросам формирования инновационных направлений исследований и разработок в области строительных нанотехнологий и материалов на примере защитных нанопокровтий строительных металлоконструкций.