

В связи с изложенным рассмотрим постановку задачи оперативной оптимизации назначения мобильного обслуживающего комплекса на всем множестве ПНОО.

Пусть  $\tau_{обс.i}$  - ожидаемое время до окончания обслуживания  $i$ -м ПНОО. Тогда

$$\tau_{обс.i} = t_{обс.i} - t_{тек.i} + g_{обс.i}, \quad (9)$$

где

$t_{обс.i}$  - плановое время обслуживания вызова;

$t_{тек.i}$  - время, прошедшее с момента начала обслуживания;

$g_{обс.i}$  - вероятностная компонента, зависящая от: категории обслуживаемого вызова; состояния обслуживаемой точки вызова; параметров обслуживающего ПНОО и некоторых других факторов.

При выборе на всем множестве ПНОО переопределим (2) следующим образом:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й ПНОО выбран для обслуживания;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (10)$$

Задачи (5), (6) и (8) примут следующий вид. Задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания для случая без резервирования:

$$\sum_{i=1}^N (\tau_i + \tau_{обс.i}) x_i \rightarrow \min.$$

Задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания для случая с  $k$ -кратным "мягким" резервированием:

$$\min_{i \in \theta} (\tau_i + \tau_{обс.i}) x_i \rightarrow \min.$$

Задача оптимального выбора ПНОО с критерием минимизации времени ожидания для случая с  $k$ -кратным "жестким" резервированием:

$$\frac{1}{k} \sum_{i=1}^N (\tau_i + \tau_{обс.i}) x_i \rightarrow \min.$$

Заметим, что (5) и (8), а также (11) и (13) практически идентичны за исключением различий в системах ограничений (6) и (12).

Таким образом, осуществлена постановка задачи оперативного оптимального выбора пространственно нестационарного социально-экономического объекта с критерием минимального времени прибытия к точке вызова для случаев без резервирования, с  $k$ -кратным "мягким" и "жестким" резервированием объектов.

## ОСОБЕННОСТИ НАНО (СУБМИКРО)-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПОЛУЧЕННЫХ РКУП

Борисова М.З.

*Институт физико-технических проблем Севера СО РАН*

Нано- и субмикроструктурные металлические материалы обладают рядом уникальных свойств. Повышенные прочностные свойства наряду с сохранением пластичности этих материалов дают им неоспоримое преимущество перед обычными крупнозернистыми материалами. Для получения массивных беспористых образцов со сверхмелкой (наноразмер-

ной) структурой широко используется метод равноканального углового прессования (РКУП). Сущность метода заключается в многократном продавливании массивной заготовки в специальной оснастке через два пересекающихся канала с одинаковым поперечным сечением, на плоскости пересечения которых сосредоточена однородная деформация простого сдвига высокой интенсивности. Метод РКУП обеспечивает равномерную деформацию всего объема заготовки и позволяет получить практически беспористые образцы. Многократное повторение цикла обработки обеспечивает в задаваемом исходном сечении большую степень деформации. Наиболее распространена обработка пластичных при комнатной температуре чистых металлов, таких как медь, алюминий, никель и др., за четыре-восемь циклов РКУП при комнатной температуре формируется зеренная структура с размером зерен менее 1 мкм. После такой обработки прочность материала при комнатной температуре возрастает в 2-3 раза, например у меди – от 180 до 450 МПа. Обработка малопластичных металлов и сплавов проводится при повышенных температурах. Для сплава титана ВТ1-0 РКУП проводится при температурах от 400 до 450 °С, а для конструкционной стали Ст3 – при 500 °С. В процессе «теплого» РКУП происходит формирование ультрамелкозернистой структуры с размером зерна 0,2-0,5 мкм.

В сравнении с обычными поликристаллическими материалами нанокристаллические материалы (НКМ) обладают повышенными значениями прочности и твердости, в ряде случаев увеличена пластичность, повышено электросопротивление, характерно понижение значений температуры Дебая и упругих постоянных. НКМ характеризуются аномально большими значениями коэффициентов диффузии, повышением растворимости при образовании твердых растворов, низкотемпературной сверхпластичностью и т. д. Изменяется сам механизм деформации в наноструктурных металлах, когда наряду с действием внутриверного дислокационного скольжения развивается зернограничное проскальзывание уже при относительно низких температурах. Сильно возрастает микротвердость и прочность. При повышении температуры, в некоторых случаях незначительных, НКМ может достигнуть сверхпластичного состояния.

Область возможного применения нанокристаллических материалов пролегает от автомобилестроения (например, поршни двигателей и другие детали должны обладать высокими показателями прочности и пластичности, а также износостойкости) до авиационного и космического использования. Уникальные свойства нанокристаллических материалов широко востребованы не только в машиностроении, но и в медицине. Уже сегодня применяются имплантаты изготовленные из нанокристаллического титана. Хирургические наборы для коррекции и фиксации трубчатых костей и позвоночника сделанные из этого материала характеризуются комплексом уникальных свойств: высокая механическая прочность, малый вес, полная биологическая совместимость и коррозионная стойкость.