

**Учет развития мартенситных элементов в объединенной модели деформирования сплавов с памятью формы**

**Научный руководитель – Мовчан Андрей Александрович**

**Гаганова Наталья Валерьевна**

*Выпускник (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра теории пластичности, Москва, Россия  
*E-mail: gaganova-nv@yandex.ru*

Рассматривается применение объединенной модели фазового и структурного деформирования сплавов с памятью формы с неинтегральным параметром упрочнения [4], предложенной Мовчаном А.А. для описания процессов, в которых важную роль играет учет роста мартенситных элементов.

Большинство существующих моделей СПФ не учитывают развитие мартенситных элементов после их формирования, что не позволяет адекватно моделировать некоторые явления. Как показывают результаты экспериментов [5], формирующиеся во время прямого фазового перехода мартенситные элементы продолжают увеличиваться в размерах при дальнейшем понижении температуры, сохраняя при этом свою первоначальную ориентацию. Таким образом, если в некоторый момент прямого превращения под нагрузкой снять приложенные напряжения и продолжить прямое превращение, то накопление деформаций по фазовому механизму продолжится, но с меньшей интенсивностью. Мартенситные элементы, образующиеся после снятия нагрузки, будут ориентированы хаотично, но мартенситные элементы, образованные до снятия нагрузки, продолжают развиваться и вносить вклад в накопление деформаций. Для учета роста мартенситных элементов вводится материальная функция, определяющая соотношение между процессами зарождения и развития мартенситных элементов в зависимости от объемной доли мартенсита, что позволяет описать явление ориентированного превращения, а также адекватно смоделировать перекрестное упрочнение во время прямого превращения при убывающих напряжениях. Для никелида титана в качестве данной материальной функции можно использовать константу.

В докладе рассматриваются процессы, для моделирования которых оказывается важным учет развития мартенситных элементов [1,2,3]. Приводится описание с помощью объединенной модели явления ориентированного превращения, мартенситной неупругости и сверхупругости. Приведены примеры моделирования перечисленных явлений для никелида титана с помощью численных методов. Показано, что представленная модель позволяет адекватно их описать. Учет развития мартенситных элементов оказывается наиболее важным для случая прямого превращения при монотонно уменьшающейся нагрузке.

**Источники и литература**

- 1) Гаганова Н.В. Описание мартенситной неупругости после ориентированного превращения с учетом развития мартенситных элементов в рамках объединенной модели деформирования сплавов с памятью формы // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2022. – Т. 28. – № 4. – С. 495-510.
- 2) Гаганова Н.В. Описание явления сверхупругости в рамках объединенной модели деформирования сплавов с памятью формы с учетом развития мартенситных элементов // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2021. – Т. 26. – № 4. – С. 441-454.

- 3) Гаганова Н.В. Учет развития мартенситных элементов в объединенной модели деформирования сплавов с памятью формы в случае трансляционного упрочнения // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2021. – Т. 27. – № 2. – С. 295-308.
- 4) Мовчан А.А. Модель неупругого деформирования сплавов с памятью формы // Деформация и разрушение материалов. – 2021. – №.3. – С.8-17.
- 5) Waitz T., Kazykhanov V., Karnthaler, H.P. Martensitic phase transformations in nanocrystalline NiTi studied by TEM // Acta Materialia. – 2004. – №.52. – Pp.137-147.