

2. Показано, что кластерные трехмерные модели являются более подходящими для описания механизмов мартенситных превращений.

3. Предложенные модели хорошо подтверждаются экспериментами по дифракции электронов и рентгеновских лучей.

4. Предложенные кластерные модели позволяют получить все ориентационные соотношения, которые известны для мартенситных превращений из фаз с ГЦК решеткой в фазы с ОЦК, ГПУ решетками и в икосаэдрическую фазу.

Литература.

1. Бульёнков Н.А., Тытик Д.Л. Модульный дизайн икосаэдрических металлических кластеров // Известия АН (сер хим.) 2001. № 1. С. 1.
2. Мишина И.В., Чечикова А.О. Кластерная модель мартенситного превращения в стали. // Молодежь и наука 2012.
3. Медведев Н.Н. Метод Вороного-Делоне в исследовании структуры некристаллических систем. М.: СО РАН, 2000. - 214 с.
4. Пирсон У. Кристаллохимия и физика металлов и сплавов. М.: Мир, 1977.
5. А.М. Казначеева, С.Т. Толеугожина, Л.И. Квеглис, Г.С. Бектасова. Электронографический анализ процесса кластерной самоорганизации в металлах и сплавах.// Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент.– Караганда: КарГУ, 2015. с. 207-212.
6. Р.Б. Абылкалыкова, Г.Б. Тажибаева, Ф.М.Носков, Л.И.Квеглис. Особенности мартенситного превращения в никелие титана// Известия РАН. Серия физическая, 2009, том 73, №11, с. 1642-1644.
7. Пынько В.Г., Квеглис Л.И., Корчмарь В.С.// ФТТ.1971.Т.13№11.С.33-34.
8. Крапошин, Нгуен Ван Тхуан. Модель кристаллической структуры R-мартенсита в сплавах с эффектом памяти формы на основе NiTi.
9. Петров Ю.И. Кластеры и малые частицы. М.: Наука, 1986. - 366 с.
10. Sidhom H., Portier R., An icosahedral phase in annealed austenitic stainless steel // Philosophical Magazine Lett., 1989, V.59, №.3, P.131-139.
11. Shechtman D., Blech I., Gratias D., Cahn J.W. Metallic Phase with Long-Range Orientation Order the No Translational Symmetry// Phys. Rev. Lett. 1984, V. 53, P. 1951-1953.5-328

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМНОГО КЛАССИФИКАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛОВ СРЕДНИХ РАЗМЕРОВ**

*А.А. Ласуков, к.т.н., доц., П.С. Громыко, ст. гр. 10300, VI курс*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*E-mail: lasukow@rambler.ru*

Обработка изделий в условиях мелкосерийного и единичного производства имеет свои особенности. Технологический процесс на изделия подробно не разрабатывается. Иногда назначается маршрут обработки, а далее приходится полагаться на опыт станочника. Применяется универсальное оборудование и инструмент. При необходимости разработки технологического процесса тратится большое количество времени, что приводит к увеличению сроков подготовки производства. Современное машиностроение характеризуется интенсификацией внедрения новых технических решений, освоением наукоемких технологий, сокращением сроков морального устаревания новой продукции, постоянно меняющейся конъюнктурой рынка. В этой ситуации обеспечение гибкости производства является важной задачей [1].

Экономика на современном этапе диктует требования к повышению качественных показателей изделий, а также к частой смене объекта производства, что приводит к необходимости качественного изменения работы на этапе технологической подготовки производства [2, 3].

Особенностью разработки технологических процессов является наличие большого количества вариантов и слабая формализация многих проектных задач, что и будет отражаться на проектных решениях в условиях мелкосерийного производства. По причине слабой формализации процесса технологического проектирования при выполнении задач нерасчетного характера (выбор заготовки, разработка маршрута обработки детали, выбор станков, инструментов и т.д.) решения принимаются на основе выбора вариантов из известных типовых представителей. Это значит, что типовые реше-

ния являются основой формализации для выполнения задач неформального характера при проектировании технологических процессов с помощью ЭВМ.

В виду этого на ООО "Юргинский машзавод" принимается решение создать системный классификатор маршрутных технологических процессов изготовления типовых деталей на основе группирования последних по основным конструктивно-технологическим [4, 5, 6] или экономическим [7] признакам. При этом детали объединяются в более крупные группы, что позволит увеличить серийность выпуска продукции, а также приведет к сокращению сроков проектирования технологических процессов за счет принятия типовых решений. При этом для отдельных групп деталей, схожих по тем или иным признакам, можно назначать одни и те же высокопроизводительные методы обработки с использованием переналаживаемой оснастки.

При разработке системного классификатора в условиях ООО «Юргинский Машзавод» стремились сформировать описания набора типовых решений, которые охватывают полный набор конструктивно-технологического разнообразия деталей и условий, когда может быть применено каждое из этих решений. В итоге возникают предпосылки к сокращению сроков технологической подготовки производства, простоте внесения изменений в разработанный технологический процесс, надежности хранения данных за счет использования политики учетных записей, простоте тиражирования, возможности совместной работы технологов над частями одного проекта, простоте обмена информацией между различными подразделениями предприятия [8].

При выполнении работы была проанализирована широкая гамма номенклатуры изделий и примерных технологических процессов их изготовления, изучены технические характеристики оборудования, применяемого на предприятии, а также используемое технологическое оснащение. Большое внимание уделялось отработке деталей групп на технологичность, что является важной составляющей проектирования операций [9].

В качестве примера приведем системный классификатор на валы средних размеров, производимых на ООО "Юргинский машзавод". На рисунке 1 приведены примеры деталей, которые были объединены в одну технологическую группу. Для отбора деталей в определенную группу явились следующие признаки: габаритные размеры деталей, общие конструктивные элементы (лыски, отверстия, ступени и др.), общие технологические признаки и др. Это позволит применить одинаковые инструменты и оборудование при проектировании вариантов технологического процесса обработки и ускорить проектирование с применением ЭВМ [10].

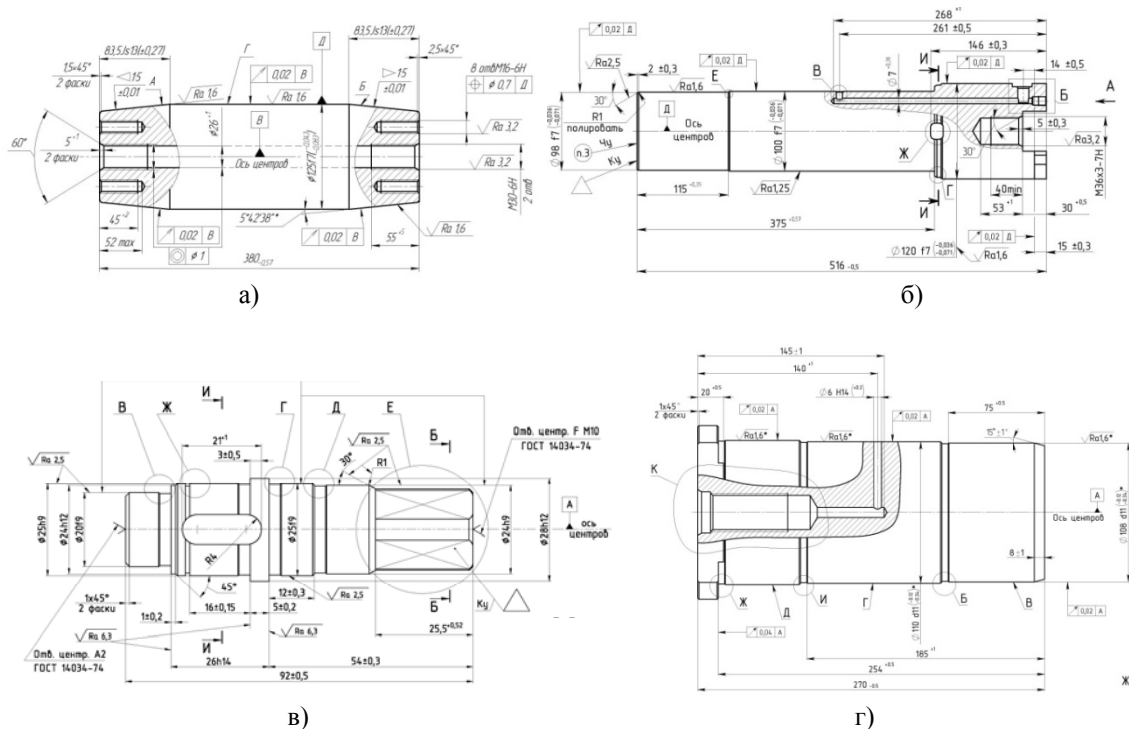


Рис. 1. Детали, объединяемые в группу

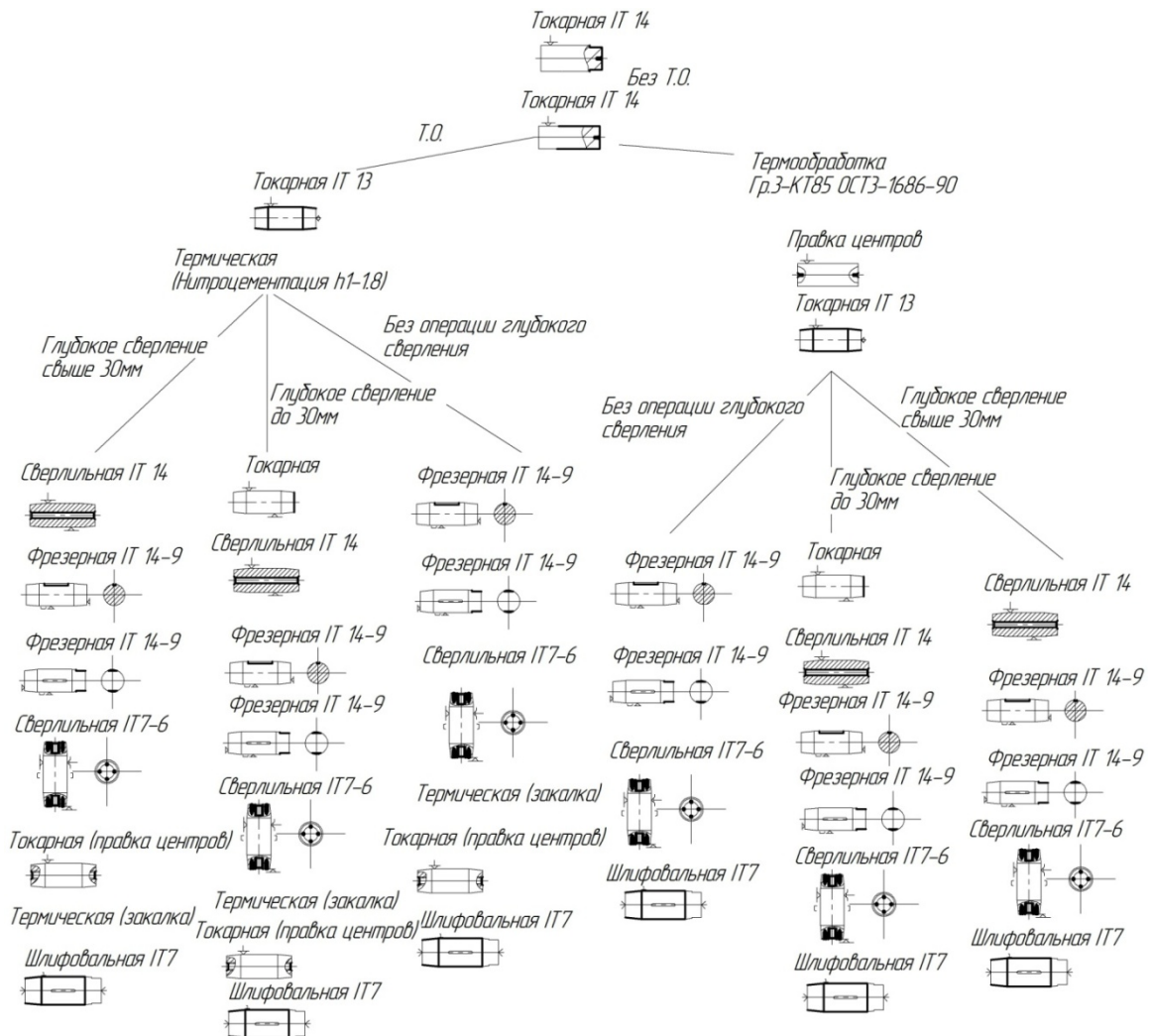


Рис. 2. Дерево маршрутных технологических процессов

Далее создается комплексная деталь, которая включает в себя все основные конструктивные элементы (в данном случае за комплексную можно принять деталь, изображенную на рис. 1,а). Затем на основе анализа базовых технологических процессов формировались различные технологические маршруты обработки деталей в зависимости от термической обработки, выполнения некоторых специфических операций, особенностей производства изделий в условиях предприятия и др. Технологический маршрут, изображенный в виде древовидной структуры (рис. 2), представляет собой маршрут обработки комплексной детали.

При составлении маршрута обработки деталей входящих в группу, выбор ветви дерева, по которой осуществляется движение (включением в маршрут или удалением из него избыточных технологических операций) производится в зависимости от наличия или отсутствия тех или иных элементов конструкции и условий обработки (наличие фасок и отверстий на деталях, пазов, термической обработки и т.д.).

Представленный пример показывает, что на основе разработки системных классификаторов технологических процессов изготовления деталей можно для условий единичного и мелкосерийного производства искусственно увеличить объемы производства по приведенной программе. Это дает перспективы по проектированию и использованию специальную групповую оснастку при изготовлении деталей, увеличив точность и производительность процесса при обработке. Уменьшается объем применяемой универсальной оснастки и оборудования, а также сроки технологической подготовки производства, связанные с проектированием технологического процесса.

Проделанная работа может стать основой для повышения эффективности технологической подготовки производства, расширения системы материально-технического обеспечения производства, дальнейшего расширения нормативной справочной базы, общего повышения уровня производственной культуры сотрудников.

Литература.

1. M.I.M. Wahaba, S.J. Stoyanb A dynamic approach to measure machine and routing flexibilities of manufacturing systems International Journal of Production Economics Volume 113, Issue 2, June 2008, Pages 895–913
2. Технологические процессы в машиностроении / Схиртладзе А.Г., Богодухов С.И., Сулейманов Р.М., Бондаренко Е.В., Проскурин А.Д. – Москва: Машиностроение, 2009. – 640 с.
3. Waguih ElMaraghya, Hoda ElMaraghya, Tetsuo Tomiyamac, Laszlo Monostorid Complexity in engineering design and manufacturing // CIRP Annals - Manufacturing Technology. – 2012. – Vol. 61. – pp. 793–814.
4. Митрофанов С. П. Групповая технология машиностроительного производства: в 2 т. Т.1 / Митрофанов С. П. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1983. - 403 с.
5. Митрофанов С. П. Групповая технология машиностроительного производства: в 2 т. Т.2 / Митрофанов С. П. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1983. - 375 с.
6. Gallagher C.C., Knight W.A. Group Technology, Production Methods in Manufacturing, Ellis Horwood, Chichester, England. 1986.
7. Aksenov V.V., Walter A.V., Gordeyev A.A., Kosovets A.V. Classification of geokhod units and systems based on product cost analysis and estimation for a prototype model production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – Vol. 91. – P. 012088
8. Ласуков А.А., Навроцкий С.С. Системный классификатор маршрутных технологических процессов изготовления деталей типа "Вал" в условиях ООО "Юргинский машзавод" // Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы III Международной науч.-практ. конференции, г.Новокузнецк, 28-30 ноября 2013г. - Новокузнецк: филиал КузГТУ в г.Новокузнецке, 2013. - С.348-351.
9. Сапрыкин А.А., Вальтер А.В. Производительность процесса 2,5-координатного формообразования и технологичность изделий сложной пространственной формы // Технология машиностроения. – 2008. – № 2. – С. 20 - 22.
10. Ciurana J., Garcia-Romeu M.L., Castro R., Alberti M. A system based on machined volumes to reduce the number of route sheets in process planning // Computers in Industry. – 2003. – Vol. 51. – pp. 41-50.

## СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ОБРАЗЦАХ СПЛАВА $Ni_{51}Ti_{49}$ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

*Н. Кантай, А.М. Казначева, Г.С. Бетасова, к.фил.н, доц.*

*ВКГУ им. С.Аманжолова,*

*070020, Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. Ворошилова, 148*

*E-mail: nurgan85@mail.ru*

Сплавы с памятью формы широко используются в медицине, в космической технике и как конструкционные материалы. Несмотря на большой опыт создания таких материалов до сих пор остаются невыясненными механизмы структурообразования при пластической деформации в сплавах на основе никелида титана. Никель-титановые сплавы нашли широкое применение потому, что наряду с уникальным свойством запоминать форму, они немагнитны, имеет высокие деформирующие свойства, низкую плотность, коррозионную стойкость и стойки во всех климатических условиях [1-5].

*Целью работы* является исследовать особенности структурных превращений при мартенситных переходах в образцах сплава  $Ni_{51}Ti_{49}$ , подвергнутых растягивающей нагрузке методами дифракции и микродифракции электронов.

*Объектами исследования* были выбраны сплавы  $TiNi$ , отличающиеся содержанием никеля от 48 до 52 атомных процентов. Сплавы были изготовлены в АО «Ульбинский Metallургический завод» (город Усть-Каменогорск). Внешний вид исходного образца после растяжения приведен на рисунке. 1.