

Рис. 4. Трёхмерная модель МЗПС

#### Литература

1. Михайлов В. А. Системный подход к модульному автоматизированному проектированию гибких производственных комплексов. М. Московский Автомеханический Институт. 1985 г.
2. Михайлов В.А. Моделирование неоднородных технологических систем при композиционном проектировании. В сб. тезисов международного научного симпозиума, посвящённого 135-летию МГТУ МАМИ. Москва, МАМИ. 2000 г.
3. Программный комплекс "EULER". Примеры моделирования. 2000 г.
4. Проников А. С. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 1: Проектирование станков. М. Машиностроение. 1994 г.

#### **Исследование влияния углерода на свойства литых сталей с 3% хрома**

Ниткин Н.М., к.т.н., проф. Зуев В.М.  
МГТУ «МАМИ»

Согласно [1, 2] содержание углерода в кованных штамповых сталях для горячего деформирования колеблется в пределах 0,2-0,7%.

Увеличение концентрации углерода способствует:

- повышению закаливаемости;
- росту износостойкости;
- в сложнелегированных сталях изменению типу карбидной фазы, а следовательно, повы-

шению теплостойкости;

- снижению пластичности и вязкости.

В литых сталях для штампов горячего деформирования следует отметить значительное влияние углерода на механические свойства.

Сведения о влиянии углерода на свойства сталей с 3% хрома в литературе отсутствуют.

Исследуемые стали выплавляли в открытой индукционной печи и разливали в слитки массой 6 кг. Химический состав определяли методами химического анализа. Фактически полученный состав сталей указан в табл. 1.

Таблица 1.

**Фактический состав стали**

Марка стали	Химический состав, %		Твердость, НВ, МПа	Температура, °С, АС1
	С	Cr		
2Х3	0,23	3,3	1790-1870	792
4Х3	0,42	3,31	1960-2020	786
6Х3	0,59	3,1	2070-2120	787

В литом состоянии твердость изучаемых сталей была очень высокой и составляла 52-61 HRC. С целью снижения твердости образцы подвергали высокотемпературному отпуску при 750°С. Температуры высокого отпуска сложнолегированных сталей рекомендуется назначать близко к точке АС1, чтобы получить максимальный эффект разупрочнения.

Температуру АС1 для опытных сталей определяли аналитически (3) по формуле:

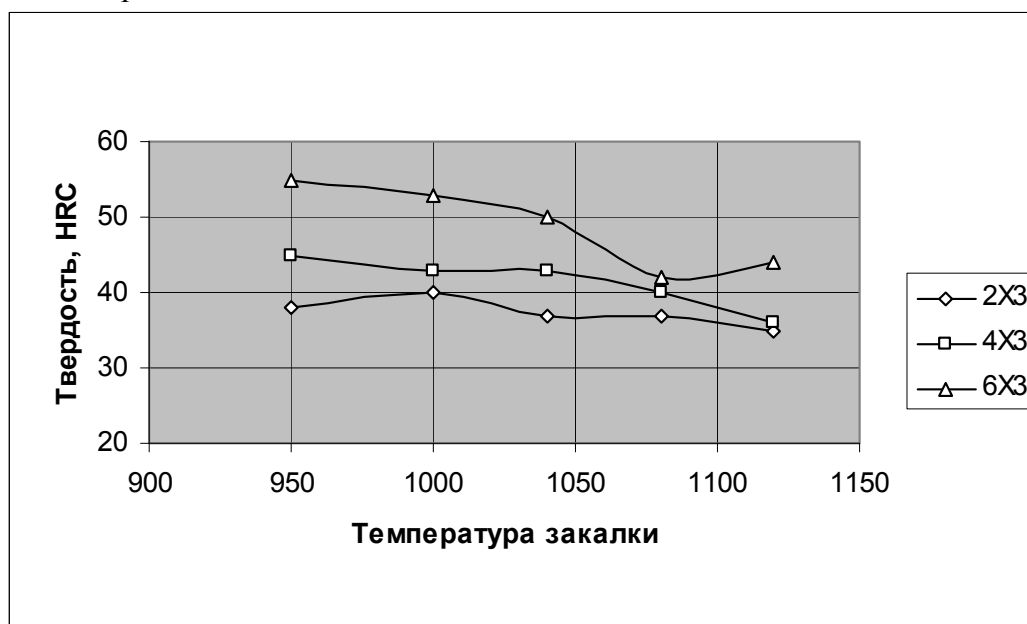
$$ACL = 723 + 30,4Si - 9,2Mn + 19,0Cr - 15,8Ni + 23,6V + 24,3Al /$$

Предварительные расчеты, проделанные для стандартных сталей, показали, что ошибка в определении температуры  $ACL$  по данной формуле составляет  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ; т.е. имеет место хорошее совпадение с данными, приводимыми в литературе (4).

Результаты расчетов температуры  $ACL$  и твердость отливок после отпуска приведены в табл. 1.

В литых инструментальных сталях, особенно с упорядочными структурами типа троостита или мартенсита, при нагреве возможно наследование исходного крупного зерна аустенита. Поэтому выбор оптимальной температуры нагрева для закалки осуществляется по твердости после закалки.

Образцы литой стали после отпуска нагревались до температуры 960, 1000, 1040, 1080 и 1120°С с выдержкой 15 минут и последующим охлаждением в масле. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

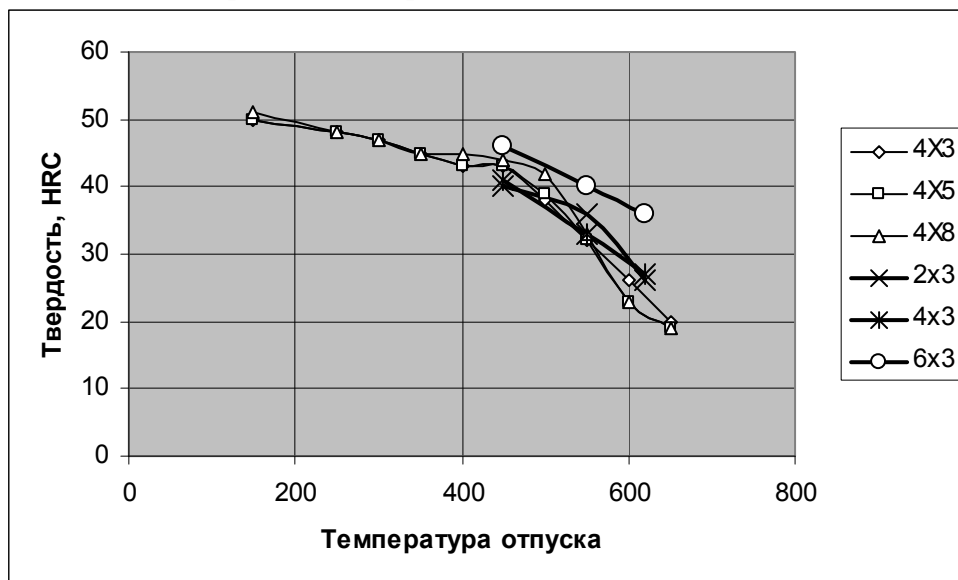


**Рис. 1. Влияние температуры закалки на твердость стали.**

Анализ полученных результатов показывает, что максимальную твердость литые стали с разным содержанием углерода приобретают после закалки в интервале температур 940-960°C. Дальнейшее повышение температуры закалки приводит к снижению твердости, что, по-видимому, связано с увеличением количества аустенита остаточного. Следует также отметить, что наиболее низкую твердость после закалки имеет сталь 2X3, т.к. она содержит наименьшее количество углерода, а следовательно карбидов.

Образцы литой стали, закаленные с температур 940-960°C подвергнуты отпуску с различной температурой и временем выдержки.

Полученные данные приведены на рис. 2.



**Рис. 2. Влияние температуры отпуска на твердость стали.**

В процессе отпуска литых сталей с 3% хрома, но с разным содержанием углерода твердость монотонно снижается по мере повышения температуры отпуска. Наиболее сильно твердость падает у стали 6X3, однако её значения все же выше, чем у сталей 2X3 и 4X3. После отпуска 620°C твердость стали 6X3 составляет 37 HRC, а у сталей 2X3 и 4X3 – 25 и 27 HRC соответственно.

#### Литература

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали, М. «Металлургия», 1975.
2. Тылкин М.А., Васильев Д.И., Рогалев А.М., Шкатов А.П., Бельский Е.И. Штампы для горячего деформирования металлов, М., «Высшая школа», 1977.
3. Гудремон Э.И. «Металловедение и термическая обработка металлов» № 6, 1982.
4. Гуляев А.П., Инструментальные стали, справочник, 1975.

#### **К анализу механики процесса резания упрочняемого материала. Стружкообразование.**

д.т.н., проф. Оленин Л.Д.  
МГТУ «МАМИ»

В практике проектирования процессов резания, как правило, используются эмпирические зависимости, полученные на основе планирования факторного эксперимента. Эта методика достаточно универсальна, однако существенное увеличение числа изучаемых факторов сопряжено с лавинообразным увеличением количества независимых опытов, притом что математический аппарат не позволяет описать взаимосвязь всех факторов. В этой связи разработка аналитических методов расчета параметров процесса резания остается актуальной задачей.

В 1870 г. И.А. Тиме предложил схему процесса резания с так называемой "плоскостью скола"[1]. По существу это прообраз схемы резания с единой плоскостью сдвига, которая считается излишне элементарной и неадекватной, из-за того, во-первых, что не позволяет