



Рис. 12. Схема прибора для замера температур до $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$:
 1 – рабочий спай термопары хромельникеля; 2 – свободный спай;
 3 – сопротивление 420 Ом; 4 – тумблер; 5 – потенциометр;
 6 – термос; 7 – термометр

Восстановление технологической оснастки методами криогенной обработки

Восстановление технологической оснастки, в том числе инструмента, воздействием криогенных температур основано на явлении роста объема структурных составляющих инструментальной стали при ее охлаждении в результате распада остаточного аустенита и замещения его мартенситом, удельный объем которого увеличен по сравнению с объемом аустенита (табл. 8).

Процесс восстановления технологической оснастки с применением криогенных температур состоит из следующих операций: очистки, обезжиривания и сушки с помощью смывочных жидкостей и технических салфеток; комплектования технологической оснастки в партии с учетом необходимых температуры обработки и времени выдержки; криогенной обработки каждой партии в отдельности (время выдержки отсчитывают с момента прекращения кипения азота, а при использовании криогенной установки – с момента достижения требуемой отрицательной температуры в криогенном аппарате); оттаивания без использования источников теплоты (на воздухе); просушки после окончания процесса охлаждения (через 0,5-2 ч после полного исчезновения снежного инея); контроля размеров технологической оснастки; доведения полученных размеров до исполнительных (выполняют по технологии, принятой для изготовления новой технологической оснастки) с помощью тонкого шлифования, притирки, хонингования и т. п.

Стабилизация форм и размеров деталей криогенными температурами

В результате самопроизвольных фазовых превращений в стали и перераспределения остаточных напряжений могут произойти изменения размеров и формы деталей при их эксплуатации или хранении на складе. Эти процессы,

8. Зависимость удельных объемов аустенита и мартенсита от количества углерода в стали при 20 °С

Количество углерода в стали, %	Удельный объем, см ³ /г	
	аустенита	мартенсита
0,2	0,12270	0,12761
0,4	0,12313	0,12812
0,6	0,12356	0,12863
0,8	0,12399	0,12915
1,0	0,12442	0,12965
1,4	0,12528	0,13061

протекающие медленно при нормальной температуре, могут интенсифицироваться под влиянием естественной теплоты рук рабочего, сезонных колебаний температуры, нагрева инструмента при снятии стружки либо в результате действия силы трения в подвижных соединениях и т. п.

Обычным способом стабилизации размеров и формы точных деталей из закаленной стали является отпуск (тепловое старение). Степень стабилизации повышается при дополнительном превращении остаточного аустенита. Для этого часто требуется выполнить отпуск детали при такой высокой температуре, что поверхность детали теряет необходимую по условиям работы твердость.

При обработке стальных деталей криогенным методом их размеры стабилизируются. Такое свойство имеет особое значение для закаленных точных стальных деталей технологической оснастки (например, калибров, измерительных эталонов, точного режущего инструмента, рабочих деталей штампов, пресс-форм и т. п.), так как стабильность их форм и размеров должна быть обеспечена на весь период хранения и эксплуатации. Чем больше остаточного аустенита в структуре стали, тем эффективнее криогенная обработка (табл. 9).

Стабилизация размеров точных деталей становится более эффективной при сочетании тепловых (отпуск, старение) и низкотемпературных методов обработки. В зависимости от требований, предъявляемых к деталям, для сохранения их точных размеров рекомендуются следующие варианты технологического процесса термического упрочнения и стабилизации: закалка, криогенная обработка, продолжительный отпуск, включающий тепловое старение (для деталей повышенной точности, измерительных инструментов и т. п.); закалка и чередующиеся охлаждение ниже нуля и отпуск (или старение) по схеме: охлаждение – отпуск – охлаждение – отпуск (или старение для деталей особо высокой точности, если необходимо обеспечить постоянство конфигурации и размеров). Для размерной стабилизации закаленных стальных деталей необходимо обеспечивать более полное превращение остаточного аустенита, чем для создания максимальной твердости.

Источники криогенных температур

При обработке технологической оснастки в качестве источников умеренного холода, т. е. источников, с помощью которых получают температуры до -70 °С, используют аммиачные и фреоновые установки; для получения криогенной температуры до -135 °С применяют криогенные установки или криогенные аппараты (рис. 13). Криоагентами обычно служат твердый углекислый газ (сухой лед), жид-