**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по курсу «Материаловедение»
для студентов направлений

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»

очной и заочной формы обучения

Энгельс 2026

***Цель работы*:** изучить закономерности изменения структуры материаллов для режущего инструмента и штампов холодного деформирования в зависимости от химического состава и термической обработки

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Для обработки резанием используются углеродистые (ГОСТ 1435-74), легированные (ГОСТ 5950-73) и быстрорежущие стали (ГОСТ 19265-73), обладающие высокой твердостью (60 – 65 HRC) после окончательной термической обработки (см. таблицу).

Обычно это заэвтектоидные стали (У10, У12, 9ХС, Х, ХВСГ, Х6ВФ) или ледебуритные быстрорежущие стали (Р8, Р6М5, Р9М4К8 и др.) со структурой отпущенный мартенсит и избыточные карбиды (первичные, вторичные).

Для штампов холодного деформирования больших размеров с высокой износостойкостью применяют ледебуритные стали мартенситного класса Х12, Х12М, Х12Ф1 и заэвтектоидную сталь мартенситного класса Х6ВФ. Во многих случаях для изготовления штампов холодного деформирования используют быстрорежущие стали.

Кроме твердости, прочности и износостойкости важнейшей характеристикой инструментальных сталей и сплавов является теплостойкость, т.е. способность сохранять высокую твердость при нагреве в процессе работы. Так, штампы для холодного деформирования в процессе работы разогреваются до 200 – 350 °С, а в некоторых случаях даже до 500 – 530 °С

Углеродистые и легированные инструментальные стали перлитного класса можно использовать в качестве режущего инструмента штампов холодного деформирования небольших размеров только в случае их нагрева не выше 200 – 250 °С. При более высоком нагреве твердость таких сталей сильно снижается.

В отличие от других инструментальных сталей быстрорежущие стали обладают высокой теплостойкостью (красностойкостью) до 620 – 640 °С при сохранении мартенситной структуры и высокой твёрдости (не ниже HRC 58).

Высокохромистые стали нагревают для закалки до более высоких температур, чем углеродистые и низколегированные стали. Это объясняется необходимостью растворения карбидов хрома в аустените. Быстрорежущие стали нагревают еще до более высоких температур, чтобы растворить карбиды вольфрама. При последующем отпуске выше 540-560 °С из мартенсита выделяются карбиды вольфрама в дисперсной форме, увеличивающие твердость мартенсита. Этот процесс старения или дисперсионного твердения мартенсита известен как вторичная

твердость быстрорежущей стали.

Таблица 1

Типовые режимы окончательной термической обработки инструментальных сталей

Марка стали	Содержание углерода, %	Температура, °С		Твёрдость HRC	Прокаливаемость, $Д_{кр}$, мм
		закалки	отпуска		
У10	0,95 – 1,04	760–780	150–160 200–250	62–63 58–59	10–20 – в воде 4–6 – в масле
Х	0,95–1,0 1,4–1,7 %С	840–850	150–160	62–64	20–40 – в воде до 30 – в масле
Х6ВФ	1,05–1,15	980–1000	150–170 280–300	62–63 56–58	70–80 – в масле
Х12М	1,45–1,65	1030–1050	180–200 250–275	60–62 58–59	80–100 – в масле
Р18	0,7–0,8	1270–1290	560–570	63–65	до 100 – в масле
Р6М5	0,8–0,9	1200–1300	540–560 600	63–65 59	до 100 – в масле до 100 – в масле

Кроме инструментальных сталей для режущего инструмента применяют твердые сплавы, изготовленные методом порошковой металлургии (ГОСТ 3882-74). По этой технологии смешивают порошки карбида вольфрама и кобальта, а затем путем прессования и последующего спекания получают стандартные пластины различных размеров и форм. Кобальт, доведенный до плавления при спекании, выполняет роль связки кристаллов WC.

Так получают твердые сплавы марок ВК6, ВК8, ВК10 и др.

Таким же образом изготавливают пластины титано-вольфрамовых твердых сплавов марок Т5К10, Т15К6, Т30К4 и др. При спекании смесей карбидов WC и TiC образуется новая фаза – твердый раствор вольфрама и углерода в карбиде титана. Твердые сплавы значительно превосходят быстрорежущие стали по красностойкости, твердости и износостойкости. Твердость их достигает 88 – 92 HRA, что соответствует 72 – 80 HRC (HRC = 2HRA-104). Они сохраняют высокую твердость до 900 – 1000 °С.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

Ответы на вопросы даются письменно в порядке самоподготовки по отчету в качестве введения до выполнения лабораторной работы.

1. Какое преимущество имеют низколегированные инструментальные стали по сравнению с углеродистыми?
2. Расшифруйте марки инструментальных сталей: У10, Х, 9ХС, Х6ВФ, Х12М.
3. Расшифруйте марки быстрорежущих сталей Р18 и Р6М5.
4. Расшифруйте марки твердых сплавов: ВК6, ВК15, Т5К10Д30К4.
5. Какое различие по структуре между твердыми сплавами ВК15 и Т5К10?
6. Какая сталь имеет больше карбидов в структуре - Х или Х12М и почему?
7. Какие легирующие элементы присутствуют в быстрорежущих сталях Р18 и Р6М5?
8. Какая должна быть термическая обработка быстрорежущих сталей для обеспечения высокой твердости и красностойкости?
9. Подвергаются ли твердые сплавы типа ВК и ТК закалке?

Чем объясняется высокая твердость и износостойкость твердых сплавов?

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Исследуемый материал – микрошлиф штамповых сталей Х и Х12М после окончательной термической обработки, быстрорежущей стали Р18 после различной обработки – отжига, закалки, отпуска после закалки.

Металлографические микроскопы. Фотографии микроструктур инструментальных сталей и сплавов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.Изучить и зарисовать схематично микроструктуру штамповых сталей Х и XI2M, обратив внимание на различие в количестве карбидной фазы и на наличие первичных карбидов.

2.Изучить и зарисовать схематично микроструктуру стали Р18, отметив изменения структуры после каждого вида термической обработки.

3. Зарисовать схематично с фотографии микроструктуру твердого сплава ВК15, указав структурные составляющие.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Используя данные, полученные при самостоятельной проработке соответствующего раздела лекционного курса и изложенное в ответах на вопросы самоподготовки, письменно объяснить закономерности изменения структуры инструментальных сталей в зависимости от химического состава и режима термической обработки.

ВЫВОДЫ

Сформулировать письменно в виде одного – двух обобщающих заключений, научную и практическую значимость результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение. / Ю.М. Лахтин Ю.М., В.П. Леонтьева. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. 528 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. / А.П. Гуляев М.: Металлургия, 1986. 544 с.
3. Марочник сталей и сплавов / под ред. В.Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989. 640 с.

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по курсу «Материаловедение»
для студентов механических специальностей

Составили: ЗЕМЧЕНКОВ Владимир Степанович
МАХУКОВ Николай Георгиевич

Рецензент А. М. Долгих

Редактор Н.Н. Крылова

Подписано в печать 10.09.02 Формат 60x84 1/16
Бум. тип Усл. - печ. л. 0,46(0,5) Уч.-изд. л. 0,4
Тираж 100 экз. Заказ 112 Бесплатно
Саратовский государственный технический университет
410054 г. Саратов, ул. Политехническая. 77
Копи принтер СГТУ, 410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77