

Казанский государственный технический университет
им. А. Н. Туполева
Кафедра материаловедения, сварки и структурообразующих
технологий

Методические указания

к лабораторной работе № 1
по курсу Конструкционная прочность материалов
Освоение методов технологических испытаний

(для студентов ИАНТЭ магистров, направления 15.06.00м)

Разработал: Ф.И.Муратаев

Казань 2010г.

УДК 620.18 (075.8)

Составитель: Ф.И.Муратаев

Освоение методов технологических испытаний: Методические указания к лабораторной работе №1 /Казан. гос. технич. ун-т; сост. Ф.И.Муратаев. Казань, 2010г.

Рассматриваются методические и практические аспекты проведения технологических испытаний с выполнением типовых требований в соответствии с действующими ГОСТ, составления протоколов на примерах испытаний стальных и полиэтиленовых труб и сварных соединений при их: растяжении, статическом изгибе, сплющивании и раздаче.

Методические указания составлены для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Конструкционная прочность материалов» студентами – магистрами ИАНТЭ, обучающихся по направлению 15.06.00.м «Материаловедение, технология материалов и покрытий» и студентов, обучающихся по специальности 15.06.00 «Материаловедение и технология материалов».

Рецензент: доцент, к.т.н. Г.В.Чистяков (ОАО Казанское моторостроительное производственное объединение)

Цель работы: Практическое изучение задач и методик проведения технологических испытаний с выполнением типовых требований составления протоколов в соответствии с действующими ГОСТ на примерах испытаний стальных и полиэтиленовых труб и их сварных соединений при: растяжении, статическом изгибе, сплющивании и раздаче.

Задания:

1. Изучить методику и провести испытания представленных образцов стальных труб на статический изгиб, проанализировать результаты и составить типовой протокол с заключением о качестве образца.
2. Изучить методику и провести испытания представленных образцов на сплющивание проанализировать результаты и составить типовой протокол с заключением о качестве металла образца.
3. Изучить методику и провести испытания представленных образцов на раздачу проанализировать результаты и составить типовой протокол с заключением о качестве металла образца.
4. Изучить методику и провести испытания представленных образцов полиэтиленовых труб на статическое растяжение, проанализировать результаты и составить типовой протокол с заключением о качестве образца.

В каждом пункте обязательно проанализировать и отразить в протоколах наличие браковочного признака.

Оборудование: Пресс ВД-20, разрывные машины УММ-5 и Р10.

Охрана труда: К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж и оформившие протокол по ТБ в лаборатории механических испытаний. На оборудовании должны быть исправными изоляция и заземление. При работе соблюдать правила электробезопасности - не касаться токоведущих элементов. На наждаке, шли-

фовальных станках, полировальниках необходимо соблюдать правила техники безопасности (не работать на повреждённом или истёртом шлифовальном круге). Выполнять только порученную работу.

Требования к оформлению протокола испытаний

Протокол испытаний образцов должен содержать следующую информацию в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006

1. Наименование «Протокол испытаний».
2. Наименование и адрес лаборатории.
3. Идентификацию протокола, страницы и конца протокола.
4. Наименование и адрес заказчика.
5. Наименование документа, обязывающего проведение испытаний.
6. Идентификацию используемого метода с указанием ГОСТ.
7. Описание состояния и идентификацию объекта и образцов (с указанием марки основного металла, типа образца, фамилий сварщиков, способа сварки и сварочных материалов).
8. Даты: получения и испытания образцов.
9. Ссылку на план, методы и дату отбора образцов.
10. Результаты испытаний, место разрушения (при определении механических свойств), наличие дефектов в изломе, температуру испытаний (с обязательными ссылками: при проведении испытаний ... обнаружено ...; заключение образцы ... испытания ... по ГОСТ ... прошли /или не прошли/).
11. Информацию о проверке измерительных средств.
12. Имя должность и подпись специалиста утвердившего протокол.

Выполнение заданий

1. При испытании металла или стыкового сварного соединения (СС) на статический изгиб определяют способность материала выдержать без разрушения или надрывов нормируемую пластическую деформацию согласно схеме трёхточечного изгиба, представленной на рис.1. В зависимости от требований нормативных документов (НД) испытания проводят: до нормированного угла (в ненапряжённом состоянии), либо до

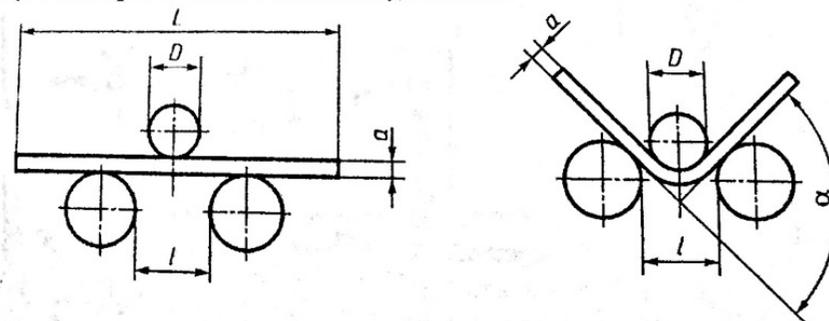


Рис.1 Схема проведения испытаний образца на статический трёхточечный изгиб

появления браковочного признака (трещины), либо до параллельности на заданном расстоянии или соприкосновения сторон образца. Нагружение осуществляют со скоростью не более 15мм/мин и при температуре 10...35 °С. Размеры образцов СС обеспечиваются в соответствии с требованиями таблицы 14 ГОСТ 6996. Испытания проводят на специальном приспособлении, обеспечивающем схему трёхточечного изгиба (рис.1), смонтированного в верхней части подвижной траверсы установки Р-20 (рис.3).

2. Испытанию на сплющивание подвергают кольца, вырезанные из бесшовных или сварных труб диаметром не более 400мм и труб с поперечными швами диаметром не более 60мм. Размеры образца определяются п. 2.1. ГОСТ 8695. Скорость сплющивания на величину просвета $H=(0,4...0,5)a$ (рис.2) должна быть не более 25мм/мин. Обеспечивается верхней частью подвижной траверсы машины Р-20 (рис.3).

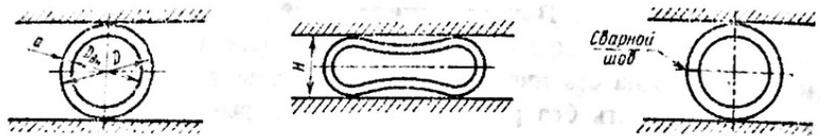


Рис.2 Схема испытаний кольца на сплющивание

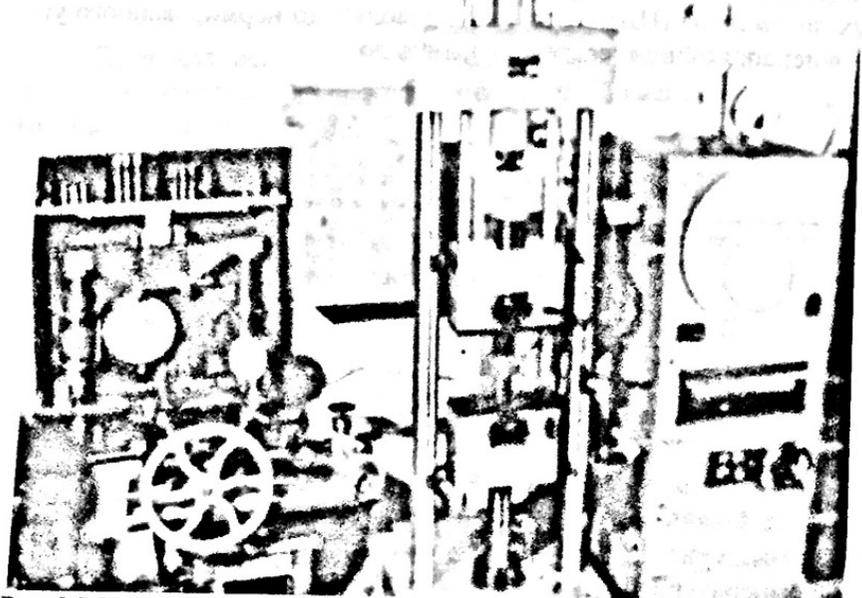


Рис.3 Машина для проведения испытаний на растяжение, сжатие или изгиб

Температура испытаний (10...30) °С. Трещины и надрывы на внешней и внутренней поверхностях кольца не допускаются.

3. Испытание на раздачу образцов труб – патрубков диаметром не более 150мм и толщиной стенки не более 9,0 мм осуществляют при температуре 10...30 °С вдавливанием конуса верхней частью подвижной

$$D = D_0 \left(1 + \frac{X}{100} \right) - 2a_0$$

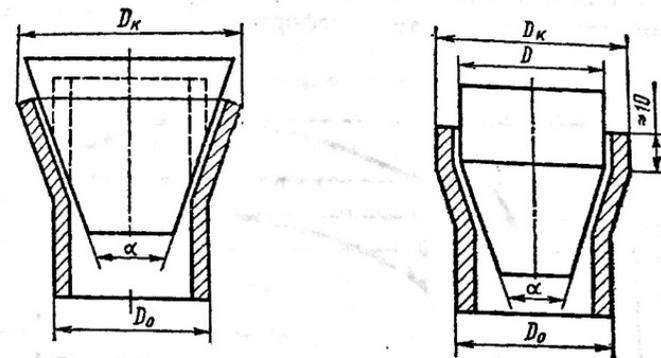


Рис.4 Схема испытания патрубков на раздачу траверсы машины Р-20 (рис.3). Размеры патрубка определяются п. 2.1. ГОСТ 8694. Рабочая поверхность оправки (конуса) должна иметь твердость HRC ≥ 50. Скорость внедрения оправки в патрубок должна быть 20...50 мм/мин. Величина раздачи вычисляется в процентах: $X = (D_k - D_0) / D_0 \cdot 100$ и составляет (10...20)%. Трещины и надрывы на внешней и внутренней поверхностях патрубка не допускаются.

4. Испытание образцов (рис.5) газовых труб из полиэтилена ПЭ 80 и

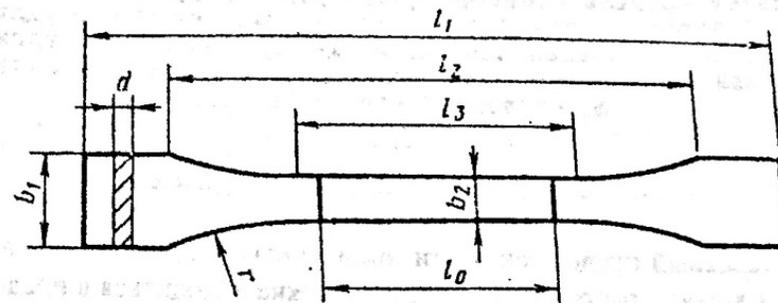
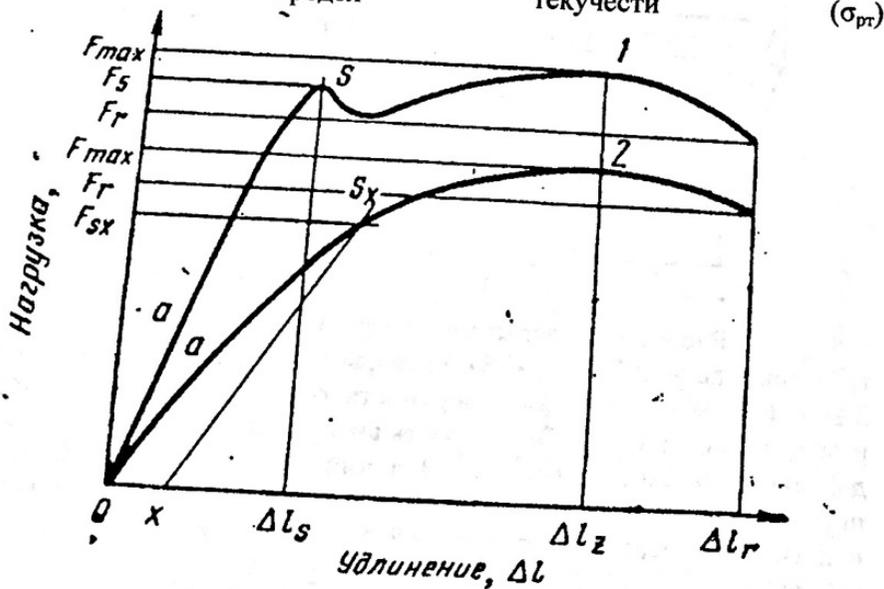


Рис.5 Образец для проведения испытаний полиэтилена на растяжение

ПЭ 100 при растяжении проводятся в соответствии с ГОСТ 11262 на машинах УММ-5, FPZ-1000 и P10 (рис.3) при температуре (21...25)⁰С и относительной влажности (45...55)%. По результатам испытаний строится диаграмма деформирования (рис.6), определяются



1—материал имеет предел текучести; 2—материал не имеет предела текучести; *a*—участки прямолинейного направления кривой в начале кривой «нагрузка-удлинение»; *S*—предел текучести; *x*—отрезок на оси удлинения для определения условного предела текучести; *S_x*—условный предел текучести

Рис.6 Диаграмма растяжения полиэтилена

или условный предел текучести ($\sigma_{рту}$) и относительное удлинение ($\epsilon_{рр}$). Скорость растяжения образцов должна находиться в пределах 25...100 мм/мин. Основным критерием качества сварного соединения является характер разрушения. В качестве

дополнительных свойств полиэтиленовых труб возможно определение характеристик $\sigma_{рт}$, $\sigma_{рту}$ и $\epsilon_{рр}$.

Различают три типа разрушения, внешний вид которых показан на рис.7:

Тип I- характеризуется образованием «шейки» сужения площади поперечного сужения одной из половин образца. Плоскость излома не пересекает сварное соединение. Разрушение происходит при деформации более чем 50 % и характеризуется высокой пластичностью материала.

Тип II - характеризуется разрушением в момент образования

$$\sigma_{рм} = \frac{F_{рм}}{A_0};$$

прочность при разрыве ($\sigma_{рр}$)

$$\sigma_{рр} = \frac{F_{рр}}{A_0};$$

предел текучести при растяжении ($\sigma_{рт}$)

$$\sigma_{рт} = \frac{F_{рт}}{A_0};$$

условный предел текучести ($\sigma_{рту}$)

$$\sigma_{рту} = \frac{F_{рту}}{A_0};$$

где $F_{рм}$ — максимальная нагрузка при испытании на растяжение, Н;

$F_{рр}$ — нагрузка, при которой образец разрушился, Н;

$F_{рт}$ — растягивающая нагрузка при достижении предела текучести, Н;

$F_{рту}$ — растягивающая нагрузка при достижении условного предела текучести, Н;

A_0 — начальное поперечное сечение образца, мм².

относительное удлинение при разрыве (ϵ_{pp})

$$\epsilon_{pp} = \frac{\Delta l_{op}}{l_0} \cdot 100;$$

относительное удлинение при пределе текучести (ϵ_{pt})

$$\epsilon_{pt} = \frac{\Delta l_{ot}}{l_0} \cdot 100,$$

где Δl_{om} — изменение расчетной длины образца в момент достижения максимальной нагрузки, мм;

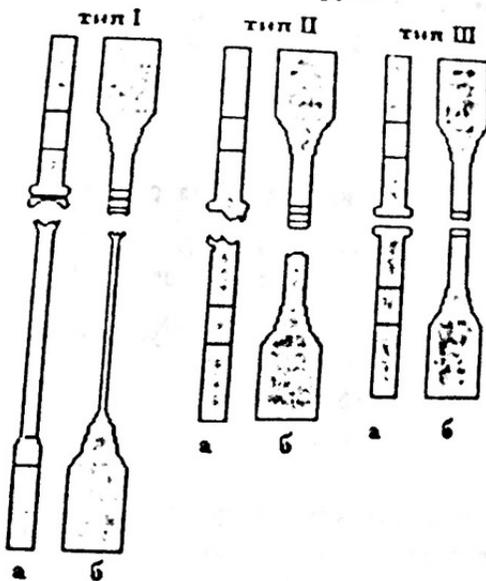
Δl_{op} — изменение расчетной длины образца в момент разрыва, мм;

Δl_{ot} — изменение расчетной длины образца в момент достижения предела текучести, мм;

l_0 — начальная расчетная длина образца, мм.

«шейки» в интервале деформаций 20...50%. Излом пересекает сварное соединение, но носит вязкий характер.

Тип III — разрушение хрупкое происходит без образования «шейки» при деформации менее 20%. Плоскость излома совпадает с линией сплавления труб.



а — вид сбоку; б — вид в планс.

Студенты делятся на подгруппы для проведения испытаний по пунктам Задания. В дополнение к испытуемым образцам выдаются комплекты испытанных для оформления протоколов. Испытания выполняются в соответствии с порядком изложенным в Задании. Для определения механических свойств в соответствии с намеченной программой испытаний необходимо получить измерительный инструмент.

Рис.7 Характер разрушения образцов стыковых сварных соединений полиэтиленовых труб: тип I — пластичный характер

разрушения, тип II — вязкий характер разрушения, тип III — хрупкий характер разрушения.

Требования к отчёту

Отчёт по лабораторной работе оформляется в тетради для лабораторных работ или на листах формата А4, должен содержать:

1. Наименования Вуза, кафедры, дисциплины, номер работы, её наименование, номер группы и инициалы студента.
2. Цель работы.
3. Задачи.
4. Оборудование, приборы и материалы.
5. Сведения ТБ.
6. Теоретические и методические основы.
7. Полученные результаты по вариантам задач в виде схем, таблиц, структур и комментариев к ним (указав характерные признаки).

В выводах отразить, сформулированные, по полученным в каждом пункте результатам, обобщения.

Использованные литературные источники

1. Горицкий В.М. Диагностика металлов. — М.: Metallurgizdat, 2004.—408 с.

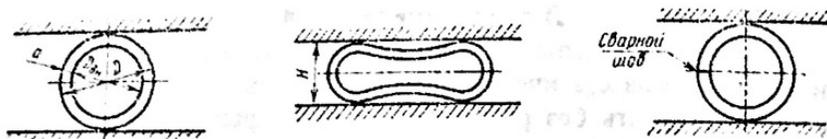


Рис.2 Схема испытаний кольца на сплющивание

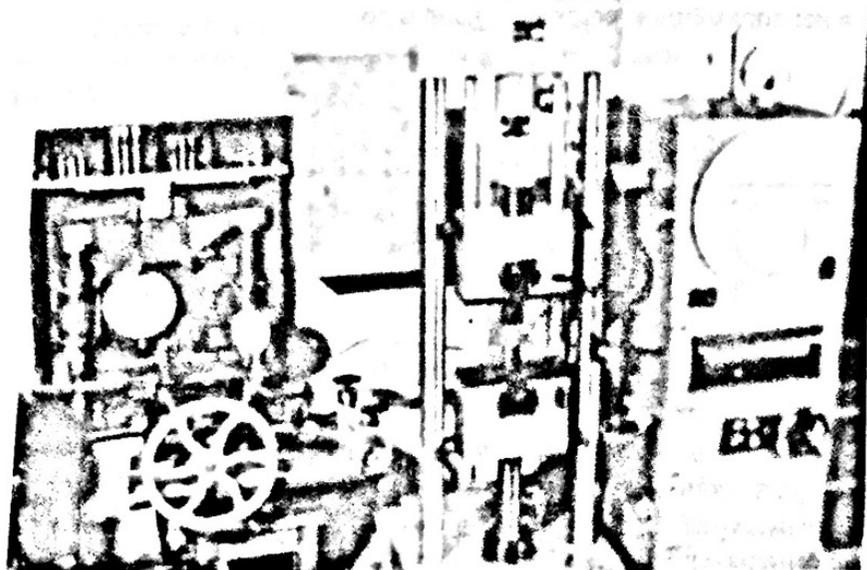


Рис.3 Машина для проведения испытаний на растяжение, сжатие или изгиб

Температура испытаний $(10...30)^\circ\text{C}$. Трещины и надрывы на внешней и внутренней поверхностях кольца не допускаются.

3. Испытание на раздачу образцов труб – патрубков диаметром не более 150мм и толщиной стенки не более 9,0 мм осуществляют при температуре $10...30^\circ\text{C}$ вдавливанием конуса верхней частью подвижной

$$D = D_0 \left(1 + \frac{X}{100} \right) - 2a_0.$$

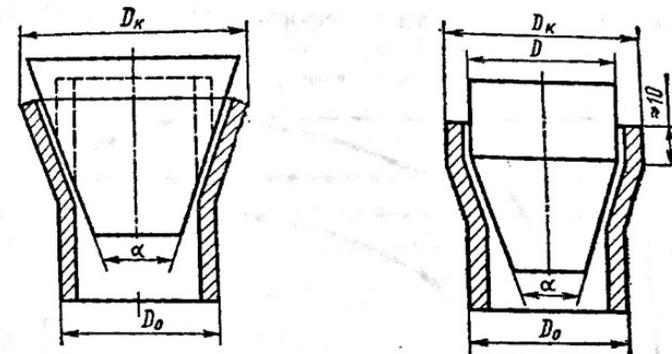


Рис.4 Схема испытания патрубков на раздачу траверсы машины Р-20 (рис.3). Размеры патрубка определяются п. 2.1. ГОСТ 8694. Рабочая поверхность оправки (конуса) должна иметь твердость $\text{HRC} \geq 50$. Скорость внедрения оправки в патрубок должна быть $20...50$ мм/мин. Величина раздачи вычисляется в процентах: $X = (D_k - D_0) / D_0 / 100$ и составляет $(10...20)\%$. Трещины и надрывы на внешней и внутренней поверхностях патрубка не допускаются.

4. Испытание образцов (рис.5) газовых труб из полиэтилена ПЭ 80 и

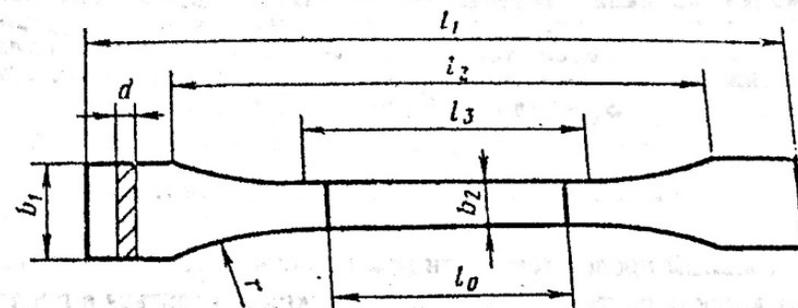


Рис.5 Образец для проведения испытаний полиэтилена на растяжение

относительное удлинение при разрыве (ϵ_{pp})

$$\epsilon_{pp} = \frac{\Delta l_{op}}{l_0} \cdot 100;$$

относительное удлинение при пределе текучести (ϵ_{pt})

$$\epsilon_{pt} = \frac{\Delta l_{ot}}{l_0} \cdot 100,$$

где Δl_{om} — изменение расчетной длины образца в момент достижения максимальной нагрузки, мм;

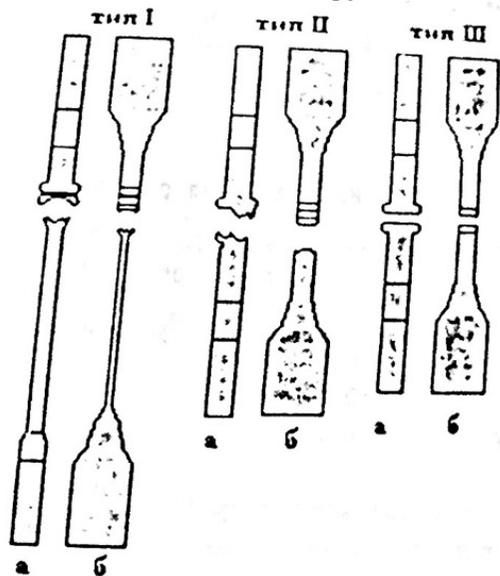
Δl_{op} — изменение расчетной длины образца в момент разрыва, мм;

Δl_{ot} — изменение расчетной длины образца в момент достижения предела текучести, мм;

l_0 — начальная расчетная длина образца, мм.

«шейки» в интервале деформаций 20...50%. Излом пересекает сварное соединение, но носит вязкий характер.

Тип III — разрушение хрупкое происходит без образования «шейки» при деформации менее 20%. Плоскость излома совпадает с линией сплавления труб.



а — вид сбоку; б — вид в плане.

Рис.7 Характер разрушения образцов стыковых сварных соединений полиэтиленовых труб: тип I — пластичный характер

разрушения, тип II — вязкий характер разрушения тип III — хрупкий характер разрушения.

Требования к отчёту

Отчёт по лабораторной работе оформляется в тетради для лабораторных работ или на листах формата А4, должен содержать:

1. Наименования Вуза, кафедры, дисциплины, номер работы, её наименование, номер группы и инициалы студента.
2. Цель работы.
3. Задачи.
4. Оборудование, приборы и материалы.
5. Сведения ТБ.
6. Теоретические и методические основы.
7. Полученные результаты по вариантам задач в виде схем, таблиц, структур и комментариев к ним (указав характерные признаки).

В выводах отразить, сформулированные, по полученным в каждом пункте результатам, обобщения.

Использованные литературные источники

1. Горицкий В.М. Диагностика металлов. — М.: Metallurgizdat, 2004.—408 с.