


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 13.04.2023 10:51:28  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851f1a558e089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра промышленное и гражданское строительство

УТВЕРЖДАЮ

  
О.Г. Локтионова  
«11» 04 2023 г.



## ИСПЫТАНИЕ АРМАТУРЫ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине  
«Железобетонные и каменные конструкции» для студентов всех форм обучения  
направления подготовки - Строительство

Составители: Е.Г.Пахомова, Р.А.Марков, Д.С.Волкова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Масалов*

**Испытание арматуры на растяжение:** методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» для студентов всех форм обучения направления подготовки - Строительство / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Е.Г. Пахомова, Р.А. Маркова, Д.С. Волкова. - Курск, 2023. - 10 с.: ил. 2, табл. 1. – Библиогр.: с. 10

Содержат сведения об основных показателях свойств арматурной стали. Указывается порядок отбора образцов, выполнения и обработки результатов испытаний. Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки – Строительство очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,58. Уч.-изд.л. 0,53. Тираж 30 экз. Заказ *262*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет. 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: определение физико-механических характеристик арматуры

К числу основных показателей свойств арматурной стали относят:

- предел текучести стали  $\zeta_y$  (yielding of metal-текучесть металла);
- для сталей, не имеющих физического предела текучести, определяют условный предел текучести –  $\zeta_{02}$ ;
- временное сопротивление (предел прочности –  $\zeta_u$  (ultimate – предельный, окончательный));
- относительное удлинение при разрыве –  $\delta$  (процентное отношение длины образца после разрыва к его первоначальной длине).

### Отбор образцов

Отбор образцов арматуры производят в соответствии с требованиями ГОСТ 12004-81\* «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение».

Для испытания применим (в лабораторной работе) образцы арматуры с необработанной поверхностью диаметром 10-20 мм.

Полная длина образца зависит от рабочей длины образца и конструкции захватов испытательной машины.

Рабочая длина образца должна составлять не менее  $10d$  и не менее 200 мм для стержневой арматуры.

Площадь поперечного сечения необработанных образцов арматуры периодического профиля  $A_s$ , мм<sup>2</sup>, вычисляют по формуле

$$A_s = m/(\rho l), \quad (1)$$

где  $m$  – масса испытываемого образца, г;

$l$  – длина образца, мм;

$\rho = 0,00785$  г/мм<sup>3</sup> – плотность стали.

Образцы арматурной стали взвешивают на весах с погрешностью не более 1,0 г при  $d < 10$  мм, 2,0 г при  $d = 10-20$  мм и не более 1% от массы образца при  $d > 20$  мм.



Приращение показаний										
Сумма приращений $2\Delta l$										
Деформации образца $\varepsilon_s = 2\Delta/2l_0^*$										
Упругие деформации $\varepsilon_{el}$										
Остаточные деформации $\varepsilon_{pl} = \varepsilon_s - \varepsilon_{el}$										

\*  $l_0$  - база тензометра,

### Обработка результатов испытаний

По данным табл.1 строят диаграмму  $\varepsilon_s = f(\zeta)$  (см. рисунок)

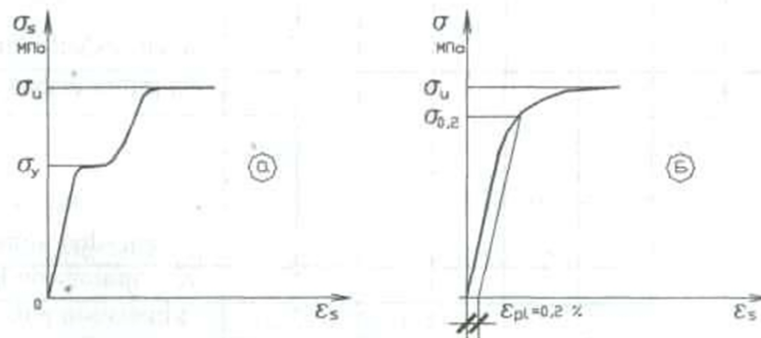


Рис. 1. Диаграмма деформации образца:  
а) для арматурных сталей, имеющих площадку текучести (физический предел текучести); б) для арматурных сталей, не имеющих физического предела текучести

Временное сопротивление  $\zeta_u$ , МПа, вычислить с погрешностью не более 5 МПа по формуле

$$\zeta_u = P_{\max} / A_s, \quad (2)$$

где  $P_{\max}$  – разрывное усилие, Н,

$A_s$  - площадь сечения образца,  $\text{мм}^2$ .

Физический предел текучести  $\zeta_y$ , МПа, определить по формуле:

$$\zeta_y = P_y / A_s, \quad (3)$$

где  $P_y$  – наименьшая нагрузка, при которой происходит деформация образца, без её заметного увеличения (см. рис.1).

Условный предел текучести  $\zeta_{02}$ , МПа, для сталей, не имеющих площадки текучести, соответствует напряжению, при котором остаточные деформации равны 0,2%. Значение  $\zeta_{02}$  может быть определено аналитически с погрешностью не более 5 МПа на основе данных табл. 1 или графически. В первом случае по табл.1 определяют напряжение, при котором остаточная деформация образца равна 0,2 % (0,002).

При графическом способе по оси  $\varepsilon_s$  откладывают отрезок, равный 0,2 % ( $\varepsilon_s = 0,002$ ), проводят прямую, параллельную начальному участку диаграммы, и в точке пересечения этой прямой с диаграммой определяется  $\zeta_{02}$  (рис. 1).

Аналогично при необходимости можно определить условный предел упругости  $\zeta_{002}$ .

В таблице 1:

-  $\varepsilon_{yl} = (\zeta_s - \zeta_{sl})/E_s$  - расчетные упругие деформации при напряжении  $\zeta_s - \zeta_{sl}$ ;

-  $\zeta_{sl}$  - напряжения на первом этапе (при установке тензометров).

Начальный модуль упругости арматуры  $E_s$ , МПа, определить с погрешностью не более 1% по формуле:

$$E_s = (\zeta_{0,35} - \zeta_{0,1})/(\varepsilon_{0,35} - \varepsilon_{0,1}) \quad (4)$$

где  $\zeta_{0,1}$ ,  $\zeta_{0,35}$  - напряжения в образце, примерно, равные 0,1  $\zeta_u$  и 0,35  $\zeta_u$ , взятые из табл.1;

$\varepsilon_{0,1}$  и  $\varepsilon_{0,35}$  - относительные деформации, соответствующие этим напряжениям.

Величину относительного удлинения  $\delta$ , %, определить по формуле:

$$\delta = (l_k - l_0)/l_0, \quad (5)$$

где  $l_0$  - расчетная длина образца, расстояние между метками до испытания, принимаемая для образцов диаметром до 9 мм равной 100 мм, при больших диаметрах -  $5d$ . Эти величины обозначают соответственно  $\delta_{100}$  и  $\delta_5$ ;

$l_k$  - конечная расчетная длина, определяемая ниже описанным способом.

После испытания части образца тщательно складывают вместе, располагая их по прямой линии. От места разрыва в одну сторону откладывается  $\pi/2$  интервалов и ставят метку а (рис. 2, а). Участок от места разрыва до первой метки при этом считается как целый интервал. От метки а в сторону разрыва откладывают  $\pi$  интервалов и ставят метку б. Конечная расчетная длина  $l_k = ab$ .

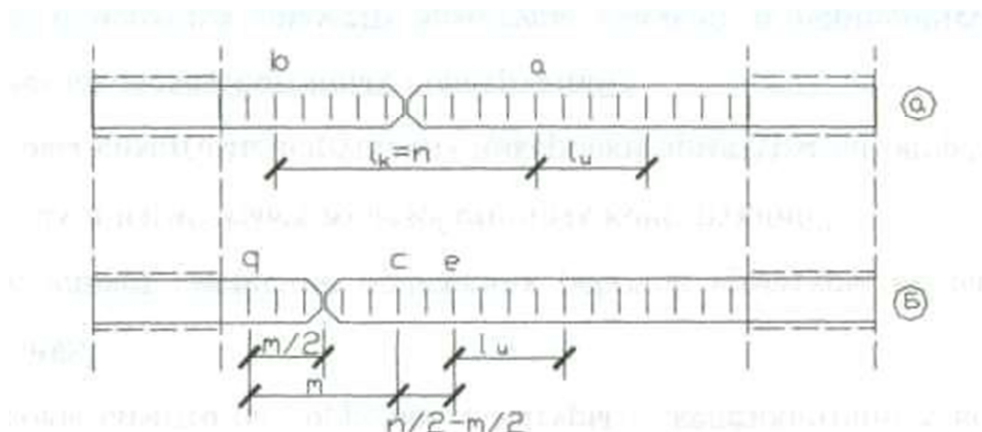


Рис. 2. Определение конечной длины образца

Если место разрыва ближе к краю захвата машины, чем величина  $n/2$ , то от места разрыва до крайней метки  $q$  у захвата определяют число интервалов, которое обозначают  $t/2$ . От точки  $q$  к месту разрыва откладывают  $t$  интервалов и ставят метку  $c$ . Затем от метки  $c$  откладывают  $(n/2 - t/2)$  интервалов и ставят метку  $e$  (рис. 2, б). Конечную расчетную длину определяют по формуле

$$l_k = cq + 2ce, \quad (6)$$

Если место разрыва находится от захвата на расстоянии, меньшем, чем длина двух интервалов, то проводят повторное испытание образца.

Относительное равномерное удлинение  $\delta$  определяется вне участка разрыва на начальной длине, равной 50 мм или 100 мм, при этом расстояние от места разрыва до ближайшей метки начальной длины для арматуры диаметром до 10 мм не должно быть менее 30 мм и не более 50 мм, а для арматуры большего диаметра - от  $3d$  до  $5d$ .

Величину относительного равномерного удлинения  $\delta_p$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_p = [(l_u - l_0)/l_0]100\% \quad (7)$$

Конечные расчетные длины  $l_k$  и  $l_u$  измеряют с погрешностью не более 0,5 мм.

Полученные характеристики сравниваются с аналогичными характеристиками, приведенными в государственных стандартах на арматурные стали. Для окончательного заключения о соответствии арматуры государственным стандартам необходимо также провести испытание на изгиб в холодном состоянии по ГОСТ 14019-2003 и на ударную вязкость по ГОСТ 9454-78\*.

## **Вопросы для самопроверки при подготовке к защите лабораторной работы**

1. Как выбирают длину образцов арматуры для испытания?
2. Как определить площадь поперечных сечений испытываемых арматурных образцов?
3. На каком оборудовании производится испытание образцов арматуры на растяжение? Как измеряется величина нагрузки?
4. Какими приборами производится измерение деформаций арматуры при испытании на растяжение?
5. Опишите диаграммы  $\zeta$ - $\epsilon$  при испытании арматурной стали, имеющей физический предел текучести («мягкой») и не имеющей физического предела текучести («твердой»)?
6. Как при испытании арматурной стали на растяжение определяется физический предел текучести?
7. Как при испытании арматурной стали на растяжение определяется условный предел текучести?
8. Как определить величину относительного удлинения арматурной стали при испытании на растяжение?
9. Как определить величину относительного равномерного удлинения арматурной стали при испытании на растяжение?
10. Как определить временное сопротивление арматурной стали при испытании на растяжение?
11. Как и по каким характеристикам, полученным при испытании арматурной стали на растяжение, определить класс арматуры?
12. Как по внешнему виду определить класс арматуры?
13. Что такое «мягкая» и «твердая» арматурная сталь?



## **Подготовка к лабораторной работе** (Ответственные – зав. лабораторией и лаборант)

Перед проведением лабораторной работы должны быть в рабочем состоянии:

1. Разрывное устройство.

Подготовлены:

2. Весы с набором разновесов

3. Стальная линейка (желательно длиной 500 мм),

4. Штангенциркуль,

5. Кёрнер (керн),

6. Молоток,

7. Наждачная бумага,

8. Ацетон (или бензин),

9. Эпоксидный клей с растворителем,

10. Тензорезисторы (для 8-ми подгрупп в количестве - 64 шт.),

11. Паяльник,

12. Олово,

13. Арматурные стержни (для 8-ми подгрупп по 2 стержня на подгруппу):  $\varnothing 12$  А-300 - 16 шт. или  $\varnothing 14$  А-300 - 16 шт.;  
 $\varnothing 12$  А-400 - 16 шт. или  $\varnothing 14$  А-400 - 16 шт.

## **Библиографический список**

1. ГОСТ 9454-78\*;
2. ГОСТ 14019-2003.