

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

# **Журнал лабораторных работ** **по строительным материалам**

для студентов 1 курса дневной формы обучения специальности  
1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

*Электронный учебный материал*

**М и н с к 2 0 1 7**

УДК 666.099

***А в т о р:***

*Н.С. Гуриненко*

***Р е ц е н з е н т:***

*С.Е. Кравченко, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог»  
Белорусского национального технического университета, кандидат технических  
наук, доцент*

Журнал лабораторных работ по строительным материалам содержит формы отчетов, которые заполняются каждым студентом по результатам выполнения заданий. Данный журнал лабораторных работ позволит более рационально использовать время учебного занятия. Журнал лабораторных работ предназначен для студентов факультета энергетического строительства.

Белорусский национальный технический университет  
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017)292-77-52 факс (017)292-91-37  
E-mail: emd@bntu.by  
Регистрационный № БНТУ/СФ70-39.2017

© БНТУ, 2017  
© Гуриненко Н.С., 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 4  |
| ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....                          | 5  |
| «ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ» .....       | 6  |
| «СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ» .....  | 13 |
| «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОННОЙ СМЕСИ. ИСПЫТАНИЕ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА» ..... | 17 |
| «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ» .....  | 21 |
| «ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» .....  | 25 |
| «ИСПЫТАНИЕ ВЯЗКОГО НЕФТЯНОГО БИТУМА» .....  | 29 |
| ЛИТЕРАТУРА .....  | 33 |

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение свойств строительных материалов имеет большое значение в общей подготовке инженеров-строителей. Эти знания дают возможность инженеру выбирать материал, наиболее полно отвечающий конкретным условиям эксплуатации, при необходимости заменять один строительный материал на другой без нарушения норм проектирования и ухудшения качества строительства или принимать меры по защите их от влияния внешних разрушающих факторов. Только при полном соответствии технических характеристик применяемых материалов предъявляемым конкретными эксплуатационными условиями требованиям инженер-строитель может быть уверен в том, что здание или сооружение будет прочным, долговечным, архитектурно выразительным и экологически чистым.

Лабораторные занятия по дисциплине «Строительные материалы» способствуют освоению студентами методики определения основных физико-технические свойства строительных материалов и изделий с учетом требований метрологии, сертификации и стандартизации. При проведении групповых занятий в лаборатории студенты используют пособия по лабораторному практикуму, однако основные пояснения по выполнению работ они получают от преподавателя.

Журнал лабораторных работ по строительным материалам содержит формы отчетов 6 лабораторных работ, которые заполняются каждым студентом по результатам выполнения заданий. По каждой лабораторной работе оформляется отчет, который подписывается студентом. После выполнения лабораторной работы происходит ее защита, и отчет подписывает преподаватель. К экзамену или зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы.

Готовиться к лабораторным работам можно по лабораторному практикуму Галузо Г.С., Змачинский А.Э., Широкий Г.Т. Строительные материалы. Лабораторные работы (практикум), Минск, 2003, расположенному в репозитории библиотеки БНТУ по адресу:

[www.bntu.by](http://www.bntu.by) – Библиотека – Пользователям – Репозиторий – Выбор по авторам:  
**Широкий Г.Т. – Строительные материалы, 2003 г.**

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Перед проведением лабораторных работ все студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности и неуклонно соблюдать правила безопасности при работе в лаборатории.

Приступая к выполнению лабораторного задания, необходимо освободить лабораторный стол от ненужных предметов и следить за его чистотой. Для защиты одежды от загрязнений студенты должны пользоваться халатами или брезентовыми фартуками, резиновыми перчатками, холщовыми рукавицами и защитными очками. При работе, связанной с возможной угрозой для безопасности исполнителя, запрещается оставаться в помещении лаборатории одному.

Каждый работающий в лаборатории должен принимать во внимание огнеопасность, токсичность некоторых веществ, возможность образования взрывоопасных смесей.

Студентам запрещается самовольно включать и выключать лабораторное оборудование: гидравлический пресс, сушильный шкаф, электронный влагомер и другие. Нельзя оставлять оборудование и приборы включенными по окончании работы. Работать на лабораторном оборудовании можно только с ведома преподавателя и после обучения работе на данном оборудовании.

БНТУ  
Строительный факультет  
Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе №\_\_ на тему:

**«ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ»**

Выполнил:

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_

Минск 20\_\_

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Цель работы \_\_\_\_\_

### Задание 1. Определение истинной плотности (плотности вещества)

Истинная плотность – это \_\_\_\_\_

$$\rho_u =$$

Таблица 1- Истинная плотность (плотность вещества)

| Показатели   | Наименование вещества |  |
|--|-----------------------|--|
|  |                       |  |
| Масса навески порошка $m$ , г                            |                       |  |
| Масса остатка порошка $m_1$ , г                          |                       |  |
| Масса порошка, высыпанного в прибор $m-m_1$ , г          |                       |  |
| Объем порошка, высыпанного в прибор, $V$ см <sup>3</sup> |                       |  |
| Истинная плотность, $\rho_u$ г/см <sup>3</sup>           |                       |  |
| Истинная плотность, $\rho_u$ , кг/м <sup>3</sup>         |                       |  |

### Задание 2. Определение средней плотности (плотности материала)

Средняя плотность – это \_\_\_\_\_

$$\rho_o =$$

Таблица 2 – Средняя плотность (плотность материала)

| Показатели  | Наименование материала |  |  |  |
|---|------------------------|--|--|--|
|   |                        |  |  |  |
| Масса сухого образца $m$ , г                            |                        |  |  |  |
| Объем воды, вытесненной образцом неправильной формы, мл |                        |  |  |  |
| Геометрические размеры образца правильной формы, см     |                        |  |  |  |
| Объем образца $V_e$ , см <sup>3</sup>                   |                        |  |  |  |
| Средняя плотность $\rho_o$ , г/см <sup>3</sup>          |                        |  |  |  |
| Средняя плотность $\rho_o$ , кг/м <sup>3</sup>          |                        |  |  |  |

### Задание 3. Определение насыпной плотности и межзерновой пустотности

Насыпная плотность – это \_\_\_\_\_

$$\rho_n =$$

Межзерновая пустотность – это \_\_\_\_\_

$$V_{пуст} =$$

Таблица 3 – Насыпная плотность

| Наименование определений                        |  |  |
|---|--|--|
| Масса мерного сосуда $m$ , кг                   |  |  |
| Вместимость мерного сосуда $V$ , м <sup>3</sup> |  |  |
| Масса сосуда с материалами $m_1$ , кг           |  |  |
| Насыпная плотность $\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup> |  |  |
| Плотность зерен $\rho_z$ , кг/м <sup>3</sup>    |  |  |
| Пустотность $V_{пуст}$ , %                      |  |  |

### Задание 4. Определение пористости строительных материалов

Пористость – это \_\_\_\_\_

$$P =$$

Таблица 4– Пористость

| Наименование материала | Плотность, кг/м <sup>3</sup> |                  | Пористость, % |
|------------------------|------------------------------|------------------|---------------|
|                        | истинная $\rho_n$            | средняя $\rho_0$ |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |
|                        |                              |                  |               |



**Задание 5.** Определение водопоглощения по массе и объему и расчет закрытой пористости

Водопоглощение по массе \_\_\_\_\_

$$B_m =$$

Водопоглощение по объему \_\_\_\_\_

$$B_v =$$

Пористость закрытая \_\_\_\_\_

$$P_z =$$

Коэффициент насыщения \_\_\_\_\_

$$K_{нас} =$$

Таблица 5 – Водопоглощение и закрытая пористость

| Показатели   |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Масса сухого образца $m_2$ , г                           |  |  |  |
| Масса насыщенного водой образца $m_1$ , г                |  |  |  |
| Объем образца $V$ , см <sup>3</sup>                      |  |  |  |
| Средняя плотность материала $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup> |  |  |  |
| Водопоглощение по массе $B_m$ , %                        |  |  |  |
| Водопоглощение по объему $B_v$ , %                       |  |  |  |
| Истинная плотность материала, $\rho_u$ г/см <sup>3</sup> |  |  |  |
| Пористость материала $P$ , %                             |  |  |  |
| Коэффициент насыщения пор $K_{нас}$                      |  |  |  |
| Закрытая пористость $P_z$ , %                            |  |  |  |

Выводы по работе: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Цель работы \_\_\_\_\_

**Задание 6.** Определение предела прочности при сжатии

Предел прочности при сжатии \_\_\_\_\_

$$R_{сж} =$$

Таблица 6 – Прочность при сжатии

| Наименование материала | Разрушающая нагрузка $F$ , Н | Площадь поперечного сечения $A$ , мм <sup>2</sup> | Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ , МПа |
|------------------------|------------------------------|---|--|
|                        |                              |   |  |
|                        |                              |   |  |

Схема испытания

**Задание 7.** Определение предела прочности при изгибе

Предел прочности при изгибе \_\_\_\_\_

$$R_{изг} =$$

Таблица 7 – Прочность при изгибе

| Наименование материала | Размеры образца, мм |            |            | Расстояние между опорами $l$ , мм | Разрушающая нагрузка $F$ , Н | Предел прочности, $R_{изг}$ , МПа |
|------------------------|---------------------|------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
|                        | Длина $a$           | Ширина $b$ | Высота $h$ |                                   |                              |                                   |
|                        |                     |            |            |                                   |                              |                                   |
|                        |                     |            |            |                                   |                              |                                   |

Схема испытания

**Задание 8. Определение ударной прочности (сопротивления удару)**

Ударная прочность \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

$$R_{y\delta} =$$

Таблица 8 – Ударная прочность

| Наименований<br>материала | Размеры образца,<br>см |               | Объем<br>образца, $V$<br>$\text{см}^3$ | Номер удара,<br>разрушившего<br>образец $n$ | Ударная<br>прочность, $R_{y\delta}$<br>$\text{Дж/см}^3$ |
|---------------------------|------------------------|---------------|--|---|---|
|                           | Диаметр<br>$d$         | Высота<br>$h$ |  |   |   |
|                           |                        |               |  |   |   |

Выводы по работе: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Плотность и прочность некоторых строительных материалов

| № п/п | Наименование материала                                  | Плотность, кг/м <sup>3</sup> |                    | Предел прочности                 |                            |
|-------|---|------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------|
|       |   | средняя, $\rho_0$            | истинная, $\rho_u$ | при сжатии $R_{сж}$ , МПа        | при изгибе $R_{изг}$ , МПа |
| 1     | Бетон цементный тяжелый                                 | 2400                         | 2600               | 10...100                         | -                          |
| 2     | Бетон цементный легкий                                  | 800...1800                   | 2600               | 8...80                           | -                          |
| 3     | Бетон ячеистый  | 500                          | 2580               | 0,35...12,5                      | -                          |
| 4     | Пенополистирол  | 10...50                      | 1050               | -                                | -                          |
| 5     | Гипс и гипсовые изделия                                 | 700...1300                   | 2700               | 2...25                           | 1,2...8                    |
| 6     | Граниты   | 2650...2900                  | 2700...2900        | 120...300                        |                            |
| 7     | Древесина (сосна)                                       | 400...500                    | 1530               | 50                               | 85                         |
| 8     | Древесноволокнистая плита (ДВП)                         | 200                          | 1500               | -                                | -                          |
| 9     | Известняки тяжелые                                      | 1600...2100                  | 2600               | 20...50                          |                            |
| 10    | Известняки-ракушечники                                  | 1100...1600                  | 2600               | 15...30                          |                            |
| 11    | Кирпич керамический полнотелый                          | 1600...1900                  | 2600...2840        | 7,5...30                         | 1,0...4,5                  |
| 12    | Кирпич керамический сверхэффективный пористо-пустотелый | 900...1200                   | 2600...2840        | 7,5...30                         | 0,6...3,0                  |
| 13    | Кирпич силикатный                                       | 1800...2000                  | 2600...2750        | 7,5 ...30                        | 1,0 ... 4,5                |
| 14    | Стекло оконное листовое                                 | 2550                         | 2550               | -                                | -                          |
| 15    | Пеностекло (ячеистое стекло)                            | 150...300                    | 2550               | -                                | -                          |
| 16    | Полимерный материал – стеклопластик                     | 2000                         | 2000               | -                                | -                          |
| 17    | Песок кварцевый $\rho_{нас}=1500...1700$                | 2500...2600                  | 2500...2600        | -                                | -                          |
| 18    | Цемент $\rho_{нас}=1100...1200$                         | 3000...3100                  | 3000...3100        | 30...60                          | 4,5...6,5                  |
| 19    | Сталь   | 7850                         | 7850               | $R_{расм} \approx 400...750$ МПа |                            |
| 20    | Алюминий  | 2600                         | 2600               | $R_{расм} \approx 90...120$ МПа  |                            |

### Вопросы для защиты лабораторной работы

- 1) Какое различие между истинной, средней и насыпной плотностями?
- 2) Как определить истинную плотность строительного материала?
- 3) Почему измельчают материалы при определении истинной плотности?
- 4) Как определить среднюю плотность строительного материала?
- 5) Как определить пористость материала?
- 6) Чем отличается понятия влажность и водопоглощение материала?
- 7) Как определить водопоглощение материала?
- 8) На какие свойства и в какой степени влияет пористость?
- 9) Как определить насыпную плотность сыпучих материалов?
- 10) Как определить пустотность сыпучих материалов?
- 11) Как рассчитать закрытую пористость материала?
- 12) Что такое прочность материала и чем она характеризуется?
- 13) На каких образцах (форма, размеры) и как определить предел прочности при сжатии?
- 14) На каких образцах (форма, размеры) и как определить предел прочности при изгибе?
- 15) На каких образцах (форма, размеры) и как определить ударную прочность?
- 16) Как рассчитать водопоглощение по объему, зная водопоглощение по массе?

БНТУ  
Строительный факультет  
Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе № \_\_\_ на тему:

**«СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**  
Кирпич керамический. Кирпич силикатный.

Выполнил:

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

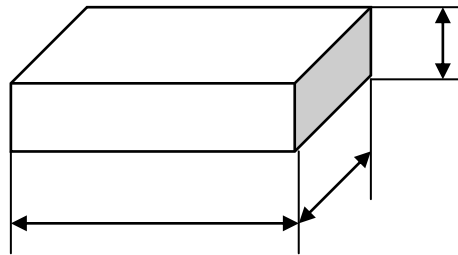
Принял:

\_\_\_\_\_

Минск 20\_\_

**Цель работы** \_\_\_\_\_

**Задание 1.** Оценка качества стеновых материалов по показателям внешнего вида и предельным отклонениям от геометрических размеров



| Показатели внешнего вида  | Кирпич керамический              |                             |                          |
|---|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|   | Требования<br>СТБ 1160           | Результаты осмотра образцов |                          |
|   |                                  | Одинарный<br>полнотелый     | Утолщенный<br>пустотелый |
| Номинальные размеры:<br>длина, мм 250<br>ширина, мм 120<br>толщина, мм 65 (88)  | ±5<br>±4<br>±3                   |                             |                          |
| Отбитости углов и ребер глубиной более ___ мм и длиной от ___ мм до ___ мм – допускается, шт.<br>Трещины протяженностью до ___ мм по плашку полнотелого кирпича и пустотелых изделий:<br>на ложковых гранях, шт.<br>на тычковых гранях, шт. | _____<br>_____<br>_____          |                             |                          |
| Показатели внешнего вида  | Кирпич силикатный                |                             |                          |
|   | Требования<br>СТБ 1228           | Результаты осмотра образцов |                          |
|   |                                  | Одинарный<br>полнотелый     | Утолщенный<br>пустотелый |
| Номинальные размеры:<br>длина, мм 250<br>ширина, мм 120<br>толщина, мм 65 (88)  | ±2<br>±2<br>±2                   |                             |                          |
| Отбитости углов глубиной от ___ мм до ___ мм, шт.<br>Шероховатости или срыв граней глубиной, мм<br>Отбитости и притупленности ребер глубиной от ___ до ___ мм, шт.<br>Трещины на всю толщину изделия протяженностью по плашку до ___ мм     | _____<br>_____<br>_____<br>_____ |                             |                          |

**Наличие дефектов в Кирпиче керамическом:**

Недожог \_\_\_\_\_;  
 пережог \_\_\_\_\_;  
 дутик \_\_\_\_\_.

**Наличие дефектов в Кирпиче силикатном:**

зерна песка \_\_\_\_\_;  
 комки глины в изломе \_\_\_\_\_;  
 непогасившиеся зерна \_\_\_\_\_

**Задание 2. Определение средней плотности кирпича**

| Определения (показатели)                                      | Кирпич керамический |   |   | Кирпич силикатный |   |   |
|---|---------------------|---|---|-------------------|---|---|
|   | 1                   | 2 | 3 | 1                 | 2 | 3 |
| Масса высушенного кирпича $m_{\text{сух}}$ , г                |                     |   |   |                   |   |   |
| Объем кирпича $V_{\text{ест}}$ , см <sup>3</sup>              |                     |   |   |                   |   |   |
| Средняя плотность сухого кирпича $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup> |                     |   |   |                   |   |   |
| Средняя плотность сухого кирпича $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup> |                     |   |   |                   |   |   |
| Среднее значение $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>                 |                     |   |   |                   |   |   |

Вывод: \_\_\_\_\_

**Задание 3. Определение истинной плотности и пористости кирпича.**

| Определения (показатели)                                       | Кирпич керамический | Кирпич силикатный |
|--|---------------------|-------------------|
| Исходная навеска сухого порошка $m_1$ , г                      |                     |                   |
| Масса остатка от навески $m_2$ , г                             |                     |                   |
| Израсходовано порошка, г                                       |                     |                   |
| Объем жидкости вытесненной порошком $V$ , см <sup>3</sup>      |                     |                   |
| Истинная плотность вещества кирпича $\rho$ , г/см <sup>3</sup> |                     |                   |
| Средняя плотность кирпича $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup>         |                     |                   |
| Пористость кирпича $\Pi$ , %                                   |                     |                   |

Вывод: \_\_\_\_\_

**Задание 4. Определение водопоглощения и прогноз морозостойкости кирпича**

| Определения (показатели)                              | Кирпич керамический  |   |   | Кирпич силикатный    |   |   |
|---|----------------------|---|---|----------------------|---|---|
|   | 1                    | 2 | 3 | 1                    | 2 | 3 |
| Масса высушенного кирпича $m_{\text{сух}}$ , г        |                      |   |   |                      |   |   |
| Масса кирпича, насыщенного водой $m_{\text{нас}}$ , г |                      |   |   |                      |   |   |
| Водопоглощение по массе $B_m$ , %                     |                      |   |   |                      |   |   |
| Среднее значение $B_m$ , %                            |                      |   |   |                      |   |   |
| Объем кирпича $V$ , см <sup>3</sup>                   |                      |   |   |                      |   |   |
| Водопоглощение по объему $B_v$ , %                    |                      |   |   |                      |   |   |
| Среднее значение $B_v$ , %                            |                      |   |   |                      |   |   |
| Требования стандартов к водопоглощению по массе $B_m$ | По СТБ 1160<br>$B_m$ |   |   | По СТБ 1228<br>$B_m$ |   |   |
| Коэффициент насыщения пор $K_{\text{нас}}$            |                      |   |   |                      |   |   |
| Прогноз морозостойкости кирпича                       |                      |   |   |                      |   |   |

Вывод: Если  $K_{\text{нас}}$  \_\_\_\_\_, то \_\_\_\_\_

**Задание 5.** Определение прочности при изгибе и сжатии \_\_\_\_\_ кирпича

Результаты определения предела прочности при сжатии

| Определения                                    | Значения для образцов |   |   |   |   |
|--|-----------------------|---|---|---|---|
|  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предел прочности при сжатии, $R_{сж}$ , МПа    |                       |   |   |   |   |
| Среднее значение для 5 образцов $R_{сж}$ , МПа |                       |   |   |   |   |
| Наименьшее из 5 значений $R_{сж}$ изделий, МПа |                       |   |   |   |   |
| Марка кирпича по пределу прочности при сжатии  |                       |   |   |   |   |

Результаты определения предела прочности при изгибе

| Определения                                      | Значения для образцов |   |   |   |   |
|--|-----------------------|---|---|---|---|
|  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предел прочности при изгибе, $R_{изг}$ , МПа     |                       |   |   |   |   |
| Среднее значение для 5 образцов, $R_{изг}$ , МПа |                       |   |   |   |   |
| Наименьшее из 5 значений, $R_{изг}$ , МПа        |                       |   |   |   |   |
| Марка кирпича по пределу прочности при изгибе    |                       |   |   |   |   |

**Вывод:** Марка кирпича по прочности \_\_\_\_\_

#### Вопросы для защиты лабораторной работы

- Из какого сырья получают керамические изделия?
- В чем состоит разница между пластическим и полусухим способом изготовления кирпича? Как влияет способ формования на качество кирпича?
- Какое сырье требуется для производства силикатного кирпича?
- Как производят силикатный кирпич?
- В чем различие терминов “кирпич керамический” и “камень керамический”?
- Чем отличается эффективный кирпич от обыкновенного?
- По каким показателям определяется марка кирпича по прочности?
- Как испытывают силикатный кирпич для определения его марки по прочности?
- Размеры одинарного и утолщенного кирпича.
- Где не рекомендуют применять силикатный кирпич?
- Как определить пористость кирпича? На какие свойства кирпича она влияет?
- Какие технические показатели характеризуют качество стенового материала?
- Что значит выражение – марка кирпича 75, 100, 300?
- Как практически определить предел прочности при сжатии? Привести формулу.
- Как практически определить предел прочности при изгибе? Привести формулу.
- В чем преимущество применения пустотелого кирпича по сравнению с полнотелым?
- Как определить водопоглощение кирпича по массе? Методика определения, формулы.
- Как определить водопоглощение кирпича по объему? Изложить методику, формулы.
- Что такое коэффициент насыщения  $K_{нас}$ ; какое свойство кирпича он характеризует? Привести формулу для расчета  $K_{нас}$ .
- Как определить среднюю и истинную плотности кирпича?
- На какие свойства кирпича влияет величина средней плотности?
- Почему согласно СТБ, к стеновым материалам предъявляются требования по водопоглощению?



БНТУ  
Строительный факультет  
Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе № \_\_\_\_ на тему:

**«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОННОЙ  
СМЕСИ. ИСПЫТАНИЕ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА»**

Выполнил:

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_

Минск 20\_\_

Цель работы \_\_\_\_\_

Бетон – \_\_\_\_\_

Бетонная смесь – \_\_\_\_\_

Марка бетона по прочности на сжатие М характеризуется \_\_\_\_\_

Класс бетона по прочности на сжатие – \_\_\_\_\_

**Задание 1.** Изготовление пробных замесов и определение удобоукладываемости бетонной смеси

| Наименование составов                               | Расход материалов, кг |    |    |   | ОК,<br>см |
|---|-----------------------|----|----|---|-----------|
|   | Ц                     | МЗ | КЗ | В |           |
| Расчетный состав на 1 м <sup>3</sup>                |                       |    |    |   |           |
| Первоначальный состав на замес (V <sub>з</sub> =7л) |                       |    |    |   |           |
| Измененный состав (по ОК)                           |                       |    |    |   |           |

**Задание 2.** Определение средней плотности бетонной смеси. Изготовление контрольных бетонных образцов

| Показатели  | Формы |   |
|---|-------|---|
|   | 1     | 2 |
| Масса формы без бетонной смеси $m_1$ , г                            |       |   |
| Масса формы с бетонной смесью $m$ , г                               |       |   |
| Масса бетонной смеси $m - m_1$ , г                                  |       |   |
| Объем формы (вместимость) $V_f$ , см <sup>3</sup>                   |       |   |
| Средняя плотность бетонной смеси $\rho_{б.см.}$ , г/см <sup>3</sup> |       |   |
| Средняя плотность бетонной смеси $\rho_{б.см.}$ , кг/м <sup>3</sup> |       |   |

**РАСЧЕТ ФАКТИЧЕСКОГО РАСХОДА СОСТАВЛЯЮЩИХ БЕТОНА**

$$C_{\phi} =$$

$$MЗ_{\phi} =$$

$$KЗ_{\phi} =$$

$$B_{\phi} =$$

**Пересчет производственного состава бетонной смеси (с учетом влажности заполнителей)**

$$W_{M3} = \text{---} \% ; W_{K3} = \text{---} \%$$

$$Ц_{пр} =$$

$$M3_{пр} =$$

$$K3_{пр} =$$

$$B_{пр} =$$

$$1 : \frac{M3_{пр}}{Ц_{пр}} : \frac{K3_{пр}}{Ц_{пр}} \text{ при } B/Ц = \text{---} \quad \underline{1} : \text{---}$$

**Расходы материалов на 1 м<sup>3</sup> бетона**

| Составы          | Расход материалов в кг на 1 м <sup>3</sup> бетона |    |    |   | В/Ц |
|------------------|---|----|----|---|-----|
|                  | Ц   | M3 | K3 | B |     |
| Расчетный        |   |    |    |   |     |
| Фактический      |   |    |    |   |     |
| Производственный |   |    |    |   |     |

**Задание 3. Определение предела прочности тяжелого бетона разрушающим методом.****Физико-механические характеристики испытанного бетона**

| Показатели   | № образцов |   |   |
|--|------------|---|---|
|  | 1          | 2 | 3 |
| Масса образца $m$ , г                                    |            |   |   |
| Средняя рабочая площадь образца $A$ , мм <sup>2</sup>    |            |   |   |
| Высота образца $h$ , мм                                  |            |   |   |
| Объем образца $V$ , см <sup>3</sup>                      |            |   |   |
| Средняя плотность $\rho_o$ , кг/м <sup>3</sup>           |            |   |   |
| Величина разрушающего усилия $F$ , кН                    |            |   |   |
| Предел прочности образца на сжатие $f_c$ , МПа           |            |   |   |
| Средний предел прочности на осевое сжатие $f_{cm}$ , МПа |            |   |   |

Среднюю прочность бетона на сжатие, полученную на альтернативных опытных образцах-кубах, приводят к прочности стандартных образцов-кубов с ребром 150 мм путем умножения на масштабный коэффициент  $\alpha$ . Для образцов с размером ребра 100 мм  $\alpha = 0,95$ .

$$f_c =$$

По результатам испытаний бетонных образцов-кубов вычисляют коэффициент вариации (изменчивости)

$$v = \frac{S}{f_{cm}} \quad S = \frac{f_{cmax} - f_{cmin}}{d} = \frac{\omega_m}{d}$$

где:  $S$  – среднее квадратичное отклонение результатов испытаний на сжатие,  $f_{cmax}$  и  $f_{cmin}$  – соответственно максимальный и минимальный результат испытаний, МПа;  $\omega_m$  – размах (варьирование)  $f_c$ ;  $d$  – коэффициент, зависящий от  $n$  – числа единичных измерений значений прочности.

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $n$ | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| $d$ | 1,13 | 1,69 | 2,06 | 2,33 | 2,35 | 2,70 | 2,85 | 2,97 | 3,08 |

$S =$

$v =$

Гарантированную прочность бетона находят по формуле:  $f_{c.cube}^G = f_{cm}(1 - 1,64 \times v)$

$$f_{c.cube}^G =$$

По значению гарантированной  $f_{c.cube}^G$ , нормативной  $f_{ck}$  и полученной фактической  $f_{cm}$  прочности определяют класс бетона и его марку по прочности на сжатие. Для сравнения вычисляем также класс бетона при коэффициенте вариации  $v = 0,135$  (т.е. 13,5 %), что соответствует бетону удовлетворительного качества и принято в нормативных документах при расчете конструкций из тяжелого бетона.

**Заключение:** \_\_\_\_\_

### Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. В чем отличие понятий «бетон» и «бетонная смесь»?
2. Перечислить компоненты, входящие в состав бетона. Какова их роль?
3. Перечислить и охарактеризовать основные свойства бетонной смеси.
4. Как определить подвижность бетонной смеси? В каких единицах она выражается?
5. Описать влияние различных факторов на показатели удобоукладываемости бетонных смесей.
6. Как влияет на свойства бетонной смеси и бетона излишняя вода?
7. Какие факторы определяют прочность бетона?
8. Как обозначается состав бетонной смеси?
9. Чем отличается производственный состав бетонной смеси от фактического?
10. Какие факторы влияют на величину коэффициента раздвижки зерен при определении расхода крупного заполнителя?
11. Как приготавливается бетонная смесь в лабораторных условиях на металлическом поддоне (бойке)?
12. Каковы стандартные условия твердения контрольных образцов бетона?
13. Как определить плотность бетонной смеси?
14. Как определить плотность бетона (образца)?
15. Какие требования предъявляются к образцам бетона?
16. Как рассчитать предел прочности бетона, если образцы размерами 100x100x100 мм испытывали в возрасте 28 суток?
17. Как рассчитать прочность бетона в нормальном 28-суточном возрасте, если контрольные образцы – кубы с размером 150x150x150 мм испытывали в возрасте 14 суток?
18. Сопоставить понятия «класс» и «гарантированная прочность» бетона. Какова их взаимосвязь?
19. Чем отличаются понятия «марка» и «класс» бетона?
20. Как обозначается класс бетона?

БНТУ  
Строительный факультет  
Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе № \_\_\_\_ на тему:

**«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ»**

Выполнил:

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_

Минск 20\_\_

**Цель работы** \_\_\_\_\_

**Задание 1.** Определение механических свойств арматурной стали

Физический предел текучести  $\sigma_T$  вычисляют по формуле:

$$\sigma_T =$$

Временное сопротивление разрыву (предел прочности)  $\sigma_B$  вычисляют по формуле:

$$\sigma_B =$$

Относительное удлинение после разрыва  $\varepsilon$  вычисляют с округлением до 0,5 % по формуле:

$$\varepsilon =$$

Относительное сужение после разрыва  $\psi$  арматурной стали вычисляют по формуле:

$$\psi =$$

Результаты измерений и механические характеристики арматурной стали

| Показатели, обозначения и единицы измерения  | Образцы |   |   | Среднее |
|--|---------|---|---|---------|
|  | 1       | 2 | 3 |         |
| 1. Диаметр образца<br>до испытания $d_0$ , мм<br>после испытания на разрыв $d_k$ , мм                  |         |   |   |         |
| 2. Площадь поперечного сечения образца<br>начальная $S_0$ , мм<br>после испытания на разрыв $S_k$ , мм |         |   |   |         |
| 3. Расчетная длина образца<br>начальная $l_0$ , мм<br>конечная $l_k$ , мм                              |         |   |   |         |
| 4. Усилие на образец соответствующее<br>пределу текучести $F_T$ , кН<br>максимальное $F_{max}$ , кН    |         |   |   |         |
| 5. Предел текучести $\sigma_T$ , МПа   |         |   |   |         |
| 6. Временное сопротивление $\sigma_B$ , МПа  |         |   |   |         |
| 7. Относительное удлинение после разрыва $\varepsilon$ , %   |         |   |   |         |
| 8. Относительное сужение после разрыва $\psi_r$ , %  |         |   |   |         |

**Вывод (определите к какому классу относится арматура):**

## Задание 2. Определение твердости металлов

Твердость – \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Для определения твердости используют стандартные методы:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Сущность метода Бринелля :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Результаты испытаний твердости по Бринеллю

| Наименование материала | Толщина образца, мм | Диаметр, мм            |               | Величина усилия $F$ , Н(кгс) | Значение твердости $HB$ |
|------------------------|---------------------|------------------------|---------------|------------------------------|-------------------------|
|                        |                     | шарика $D$ (индентора) | отпечатка $d$ |                              |                         |
| Сталь                  |                     |                        |               |                              |                         |
| Сталь                  |                     |                        |               |                              |                         |

Обозначение твердости образца по Бринеллю: \_\_\_\_\_

Вывод \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Задание 3. Проведение технологических испытаний арматурной стали

#### Схема испытаний арматурной стали на изгиб

| Наименование испытаний                             | Схема испытаний | Характер поверхности образца после испытаний |
|--|-----------------|--|
| 1. Испытание до заданного угла $\alpha = 90^\circ$ |                 |  |
| 2. Испытание до параллельности сторон              |                 |  |
| 3. Испытание до соприкосновения сторон             |                 |  |

**Вывод** \_\_\_\_\_

#### Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. По каким признакам разделяют арматуру для железобетонных конструкций?
2. Какие характеристики определяют при испытании арматурной стали?
3. Что понимают под пределом текучести и временным сопротивлением стали?
4. Как определить предел текучести и временное сопротивление (предел прочности) арматурной стали?
5. Как влияет пластическая деформация арматурной стали на ее предел текучести?
6. Какие существуют методы определения твердости металлов?
7. В чем сущность метода определения твердости по Бринеллю?
8. Какие технологические испытания проводят для металлов? С какой целью?



БНТУ  
Строительный факультет  
Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе № \_\_\_\_ на тему:  
«ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

Выполнил:

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_

Минск 20\_\_

Цель работы \_\_\_\_\_

Полимеры – \_\_\_\_\_

Полимеризационные: \_\_\_\_\_

Поликонденсационные: \_\_\_\_\_

Пластмассы – \_\_\_\_\_

Достоинства пластмасс: \_\_\_\_\_

Недостатки пластмасс: \_\_\_\_\_

**Задание 1.** Определение массы 1 м<sup>2</sup> площади материалов для полов

| Наименование материала | Образцы | Масса образца, г | Размер образца, см | Масса 1 м <sup>2</sup> , г/м <sup>2</sup> |
|------------------------|---------|------------------|--------------------|---|
| 1.                     | 1       |                  |                    |   |
|                        | 2       |                  |                    |   |
|                        | 3       |                  |                    |   |
| 2.                     | 1       |                  |                    |   |
|                        | 2       |                  |                    |   |
|                        | 3       |                  |                    |   |
| 3.                     | 1       |                  |                    |   |
|                        | 2       |                  |                    |   |
|                        | 3       |                  |                    |   |
| 4.                     | 1       |                  |                    |   |
|                        | 2       |                  |                    |   |
|                        | 3       |                  |                    |   |

**Задание 2.** Определение гибкости поливинилхлоридных материалов

| Наименование материала             | Диаметр цилиндра, мм | Время испытаний, с | Результаты осмотра образцов на наличие трещин, разрывов, изломов |
|------------------------------------|----------------------|--------------------|--|
| Погонажные ПВХ изделия (жесткие)   |                      |                    |  |
| Линолеум однослойный (полужесткий) |                      |                    |  |
| Линолеум многослойный (мягкие)     |                      |                    |  |

### Задание 3. Истираемость полимерных материалов для полов

| Показатели   | Материал –<br>однослойный<br>линолеум |
|--|---------------------------------------|
| Масса образца до испытания $m_1$ , г                     | 69,82270                              |
| Масса образца после испытания $m_2$ , г                  | 69,79340                              |
| Средняя плотность материала $\rho_o$ , г/см <sup>3</sup> | 1,435                                 |
| Площадь образца $S$ , см <sup>2</sup>                    | 2,91                                  |
| Толщина материала $h$ , мм                               | 2050                                  |
| Истирающая способность шкурки $K$                        | 1,01                                  |
| Истираемость $\Delta h$ , мкм                            |                                       |
| Коэффициент износа линолеума $Z$ , %                     |                                       |
| Требования ГОСТ по истираемости                          | ≤120                                  |

Истираемость линолеума по уменьшению толщины  $\Delta h$  в мкм вычисляют по формуле

$\Delta h =$

Коэффициент износа  $Z$  линолеума характеризует его износостойкость, определяют по формуле:

$Z =$

Вывод: \_\_\_\_\_

### Задание 4. Определение абсолютной деформации и восстанавливаемости

| Показатели                              | Наименование материала |
|---|------------------------|
|   | Линолеум               |
| Отсчет по индикатору, мм:               |                        |
| • до приложения усилия $n_0$            | 0                      |
| • после приложения усилия $n_1$         | 0,20                   |
| • после снятия усилия $n_2$             | 0,08                   |
| Абсолютная деформация при вдавливании   |                        |
| - полученная, $h_a$ , мм                |                        |
| - нормируемая $h_n$ , мм                | 0,25                   |
| Восстанавливаемость полученная, $E$ , % |                        |
| Восстанавливаемость нормируемая, %      | ≥ 50%                  |

$h_a =$

$E =$

Вывод: \_\_\_\_\_

**Задание 5.** Определение прочности при растяжении и разрыве и относительного удлинения при разрыве ПВХ-профиля

| Определения  | Значения показателей |            |                 |
|--|----------------------|------------|-----------------|
|  | Опытное              | требуемое  |                 |
| Начальное поперечное сечение образца $A_0$ , мм        | -                    |            | $\sigma_{pm} =$ |
| Усилие максимальное при растяжении $F_{PT}$ , Н        | 1389                 | -          |                 |
| Усилие в момент разрыва $F_{PP}$ , Н                   | 1109                 | -          | $\sigma_{pp} =$ |
| Предел прочности при растяжении $\sigma_{PT}$ , МПа    |                      | -          |                 |
| Предел прочности при разрыве $\sigma_{PP}$ , МПа       |                      | $\geq 37$  | $\epsilon_p =$  |
| Расчетная длина $l_0$ , мм                             |                      |            |                 |
| Длина в момент разрыва $l_p$ , мм                      |                      |            |                 |
| Удлинение при разрыве $\Delta l_p$ ( $l_p - l_0$ ), мм |                      |            |                 |
| Относительное удлинение при разрыве $\epsilon_p$ , %   |                      | $\geq 100$ |                 |

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

**Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы**

1. Какими основными свойствами должны обладать полимерные материалы для полов?
2. Основные компоненты пластмасс и их назначение.
3. Какие полимеры относятся к природным, а какие к синтетическим?
4. Из чего состоят ненаполненные пластмассы? Примеры ненаполненных пластмасс.
5. Из чего состоят наполненные пластмассы? Примеры наполненных пластмасс.
6. Приведите достоинства и недостатки полимеров.
7. Как определить массу 1 м<sup>2</sup> площади полимерного материала для полов?
8. Как определить гибкость полимерных материалов для полов?
9. В каких единицах измеряется истираемость полимерных материалов для полов и как ее определить?
10. Какие показатели характеризуют деформативность полимерных материалов при сдавливании?
11. Как определить величину абсолютной деформации полимерных материалов?
12. Как определить восстанавливаемость полимерных материалов?
13. Какие приборы применяют при определении деформативности полимерных материалов?
14. На каких образцах определяют прочность при растяжении и разрыве?
15. По какой формуле вычисляют прочность при растяжении?
16. По какой формуле вычисляют прочность при разрыве?
17. Как определить относительное удлинение при разрыве?

БНТУ  
Строительный факультет  
Кафедра «Технология бетона и строительные материалы»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе № \_\_\_\_ на тему:  
**«ИСПЫТАНИЕ ВЯЗКОГО НЕФТЯНОГО БИТУМА»**

Выполнил:

студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_

Минск 20\_\_

Цель работы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Задание 1.** Определение вязкости (твердости) битума (по ГОСТ 11501)

**Вязкость** - \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Прибор \_\_\_\_\_

Масса стержня с иглой \_\_\_\_\_ г

Выдержка битума на воздухе \_\_\_\_\_ ч

Выдержка в воде, нагретой до 25°C \_\_\_\_\_ ч

Время погружения иглы \_\_\_\_\_ с

Температура воды во время испытания \_\_\_\_\_ °C

Результаты определения вязкости битума при температуре +25°C

| Порядок измерения | Показания стрелки на лимбе (шкале) пенетрометра в градусах (0,1 мм) |                               | Глубина проникания иглы в битум в градусах (0,1 мм) |
|-------------------|---|-------------------------------|---|
|                   | до погружения иглы в битум  | после погружения иглы в битум |   |
| 1                 |   |                               |   |
| 2                 |   |                               |   |
| 3                 |   |                               |   |
| Среднее значение  |   |                               |   |

**Заключение** По твердости (глубине проникания иглы) битум \_\_\_\_\_  
марки \_\_\_\_\_

**Задание 2.** Определение растяжимости битума (по ГОСТ 11505)

**Растяжимость** - \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Прибор \_\_\_\_\_

Выдержка битума в воде, нагретой до 25 °C \_\_\_\_\_ ч

Выдержка форм – «восьмерок» с битумом на воздухе \_\_\_\_\_ ч

Температура воды во время опыта \_\_\_\_\_ °C

Скорость растяжения образца \_\_\_\_\_ см/мин

Результаты определения растяжимости битума

| Показатели                        | № образца |   |   | Среднее арифметическое |
|-----------------------------------|-----------|---|---|------------------------|
|                                   | 1         | 2 | 3 |                        |
| Удлинение образца при разрыве, см |           |   |   |                        |

**Заключение:** По растяжимости: битум \_\_\_\_\_ марки \_\_\_\_\_

**Задание 3.** Определение температуры размягчения битума по методу «Кольцо и шар»  
(по ГОСТ 11506)

**Температурой размягчения битума** условно считают – \_\_\_\_\_

**Температурой размягчения** называют \_\_\_\_\_

**Результаты испытаний**

Результаты испытаний записывают по приведенной ниже форме

Аппарат «Кольцо и Шар»

Выдержка форм с битумом на воздухе \_\_\_\_\_ мин

Выдержка битума в воде температурой 5 °С \_\_\_\_\_ мин

Скорость подъема температуры \_\_\_\_\_ °С/мин

Температура размягчения, °С

образец № 1 \_\_\_\_\_ °С

образец № 2 \_\_\_\_\_ °С

среднее арифметическое значение двух параллельных испытаний \_\_\_\_\_ °С

**Заключение:** По растяжимости: битум \_\_\_\_\_ марки \_\_\_\_\_

**Вывод:** по совокупности требований ГОСТ 11506 испытанный битум относится к марке \_\_\_\_\_

Пригоден для \_\_\_\_\_

### Технические требования к вязким нефтяным битумам

| Марка битума               | Глубина проникания иглы, 0,1 мм при t, °С |   | Растяжимость см, не менее при t °С |   | Температура размягчения, °С, не ниже | Температура вспышки, °С, не ниже |
|----------------------------|---|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
|                            | 25  | 0 | 25                                 | 0 |                                      |                                  |
| <b>Строительные битумы</b> |   |   |                                    |   |                                      |                                  |
| БН - 50/50                 | 41...60                                   |   | 40                                 |   | 50                                   | 220                              |
| БН - 70/30                 | 21...40                                   |   | 3                                  |   | 70                                   | 230                              |
| БН - 90/10                 | 5...20                                    |   | 1                                  |   | 90                                   | 240                              |

### Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какой материал называют битумом?
2. К какой классификационной группе строительных материалов относятся битумные и дегтевые материалы?
3. Какие характеристики необходимо знать, чтобы определить марку битума?
4. Чем обусловлена вязкость битума?
5. Как определить растяжимость битума?
6. Как и на каком приборе определяется растяжимость битума?
7. Для каких материалов на основе битумов важен показатель растяжимость?
8. Как определить температуру размягчения битума?
9. Методика определения температуры размягчения битума. Когда при эксплуатации важен этот показатель?
10. Как и на каком приборе определяется вязкость (пенетрация) битума?
11. Какие марки строительных битумов вы знаете?
12. Что обозначают буквы и цифры в марке битума?
13. Какова химическая, атмосферная стойкость битума?
14. Адгезионные свойства битумов.
15. Как изменяются свойства нефтяных битумов при изменении температуры?
16. Из чего как и изготавливают рулонные кровельные материалы?
17. Какие вещества называются органическими вяжущими, и чем они отличаются от неорганических веществ?
18. Какими свойствами обладают битумы?
19. Области применения битумов разных марок.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Строительное материаловедение. Лабораторные работы (практикум): учебно-методическое пособие (под ред. проф. Я.Н. Ковалева) . – Минск: БНТУ, 2007. – 535 с.
2. Широкий Г.Т. Материаловедение в строительномонтажных работах / Г.Т. Широкий, Н.М. Голубев, П.И. Юхневский, М.Г. Бортницкая. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 352 с.
3. Широкий Г.Т. Архитектурное материаловедение / Г.Т. Широкий, П.И. Юхневский, М.Г. Бортницкая. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2008. – 290 с.
4. Юхневский П.И. Арматурные, бетонные, каменные, монтажные работы. Материаловедение / П.И. Юхневский, Г.Т. Широкий. – 2-изд. – Минск: Вышэйшая школа, 2005. – 466 с.
5. Юхневский П.И. Строительные материалы и изделия: Учеб. пособие / П.И. Юхневский, Г.Т. Широкий. – Мн: УП «Технопринт», 2004. – 476 с.
6. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение / И.А. Рыбьев.- 2-е изд. – Москва: Высшая школа, 2004.- 702 с.
7. Киреева Ю.И. Строительные материалы / Ю.И. Киреева. – Минск: Новое знание, 2005. – 400 с.
8. Строительные материалы: Учебно-справочное пособие / Г.А. Айрапетов [и др.]: под общ. ред. Г.В. Несветаева.– 2-е изд.– Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.– 604 с.
9. Наназашвили И.Х. Строительные материалы и изделия: справочное пособие / И.Х. Наназашвили, И.Ф. Бунькин, В.И. Наназашвили. – Москва: Аделант, 2005. – 479 с.