

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Институт строительных технологий и инженерно-экологических систем

**Кафедра технологии строительных материалов,  
изделий и конструкций**

**Методические указания**

к выполнению курсовых работ по дисциплинам  
«Современные вяжущие на основе портландцемента» и  
«Теория твердения портландцемента»  
для студентов по направлению 08.04.01 «Строительство»  
и профилю подготовки  
«Инновационные технологии высокопрочных и  
высокофункциональных бетонов»

**Квалификация (степень) выпускника  
МАГИСТР**

**Казань - 2017**

Составитель: О.В. Хохряков

УДК 666.982

ББК 38.33

М80

М80 Методические указания к выполнению курсовых работ по дисциплине «Современные вяжущие на основе портландцемента» для студентов с присвоением квалификации «магистр» / Сост.: О.В. Хохряков – Казань, КГАСУ, 2017. – 15 с.

Табл. 2, рис. 2, библиогр. 7, прил. 12.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета.

В методических указаниях приводятся требования к порядку оформления курсовых работ по теме вяжущих материалов, изготавливаемых на основе портландцемента. Даны указания по вычерчиванию технологической схемы производства и составлению спецификации оборудования.

Рецензент:

к.т.н., генеральный директор ООО «ИнжЦ «Стройхимкомпозит»  
Богданов А.Н.

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2017

© О.В.Хохряков

## Содержание

Введение.....	3
1. Общие сведения о современных вяжущих на основе портландцемента.....	4
2. Состав и объем курсовой работы.....	6
3. Указания к выполнению отдельных разделов курсовой работы.....	7
4. Рекомендации по составлению технологической схемы производства вяжущих на основе портландцемента.....	8
5. Мероприятия по охране труда и защите окружающей среды.....	10
Заключение.....	10
Список литературы.....	11
Приложение 1.....	12
Приложение 2.....	13

## Введение

Целью курсовых работ является формирование у обучающихся компетенций в области современных видов вяжущих, получаемых на основе портландцемента, процессов твердения, свойств, технологии производства и методов испытаний вяжущих на основе портландцемента.

В рамках выполнения курсовой работы студент должен:

- требования к подбору состава и основному оборудованию современных вяжущих для организации производства, наладки и эксплуатации;
- обладать способностью вести организацию наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию объектов, выпускающих современные вяжущие на основе портландцемента;
- уметь вести сбор, анализ и систематизацию результатов исследования современных вяжущих на основе портландцемента.

## 1. Общие сведения о современных вяжущих на основе портландцемента

Портландцемент (англ. Portland cement) – современное гидравлическое вяжущее вещество, которое получают тонким измельчением цементного клинкера, гипса и минеральных добавок. Наименование получил по названию острова Портленд (Portland), географически расположенного в Англии, поскольку по виду портландцемент похож на местный природный камень.

Цементный клинкер является продуктом равномерного обжига до спекания однородной сырьевой смеси, состоящей из известняка и глины определённого состава, обеспечивающего преобладание силикатов кальция ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  и  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), массовая доля которых составляет 70-80 %.

Современная тенденция связана с уходом от универсальности использования портландцемента и разработкой узкоспециализированных видов вяжущих для различных областей строительства, в которых предъявляются специфические требования к конструкциям из бетона и железобетона. В связи с этим в последние годы существенно обновилась нормативная база данных современных вяжущих на основе портландцемента. Появились новые требования и разработаны новые методики их испытания.

Ниже представлен перечень государственных стандартов, обновленных или вновь введенных за последние пять лет:

1. ГОСТ 30515-2013 «Цементы. Общие технические условия»;
2. ГОСТ 31108-2016 «Цементы общестроительные. Технические условия»;
3. ГОСТ Р 57293-2016/EN 197-1:2011 «Цемент общестроительный. Технические условия»;
4. ГОСТ Р 55224-2012 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия»;
5. ГОСТ Р 56727-2015 «Цементы напрягающие. Технические условия»;
6. ГОСТ 22266-2013 «Цементы сульфатостойкие. Технические условия»;
7. ГОСТ Р 56588-2015 «Цементы. Метод определения ложного схватывания»;
8. ПНСТ 19-2014 Портландцемент наномодифицированный. Технические условия (срок действия до 07.2018).

С 1 марта 2017 года вступил в силу новый ГОСТ 31108-2016 и по сравнению с прежней редакцией этого нормативного документа от 2003 года в нём существенно расширено допустимое содержание минеральных добавок для общестроительного портландцемента. Например, если ранее их количество ограничивалось 20 % (цементы группы ЦЕМ II), то сегодня допускается вводить до 35 % этих добавок. В композиционных цементах (цементы группы ЦЕМ V) содержание наполнителей может достигать 49 % против 30 % в отмененной версии ГОСТ 31108-2003. Интересно, что содержание доменных и электротермофос-

форных шлаков увеличено до немислимых 95 %, т.е. в составе цемента количество клинкерной части не превышает 5 % (цементы группы ЦЕМ III). В этом случае цемент становится лишь малым технологическим модификатором, дозируемым на уровне химических добавок! Даже в ныне действующем ГОСТ 10178-85, который явился итогом многолетних исследований в Советском Союзе по технологии получения и применения шлакопортландцемента, содержание доменных и электротермофосфорных шлаков ограничивается 80 % (табл.1).

Заметим, что нынешний обновленный ГОСТ 31108-2016 фактически дублирует положения европейского стандарта EN 197-1 (ГОСТ Р 57293-2016).

Итак, цементным заводам России дан четкий сигнал к снижению клинкероемкости (расход клинкерной части, приходящийся на единицу прочности, кг/МПа) в портландцементе за счет широкомасштабного использования минеральных добавок природного или техногенного происхождения. К сожалению, пока в нашей стране цементники осознают посыл нового нормативного документа, за рубежом полным ходом осваивается производство композиционных малоклинкерных цементов. Это и понятно, потому как в Европейском союзе стремятся к защите окружающей среды и снижению парникового эффекта на планете.

**Таблица. 1.** Сравнительное содержание минеральных добавок в нормативных документах РФ

Наименование показателей	Нормативные документы РФ на портландцементы общестроительные		
	ГОСТ 10178-85 (дейст.)	ГОСТ 31108-2003 (недейст.)	ГОСТ 31108-2016 (дейст.)
Численность минеральных добавок, указанных в ГОСТ	3	6	7
Допустимое содержание минеральных добавок в цементе	до 20 % (все кроме шлаков)	до 20 % (все кроме шлаков)	до 35 % (все кроме шлаков)
	-	до 30 % (в составе композиционных цементов)	до 49 % (в составе композиционных цементов)
	до 80 % (шлаки)	до 65 % (шлаки)	до 95 % (шлаки)

## 2. Состав и объем курсовой работы

Работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 20-25 страниц текста на листах формата А4 и графической части на одном листе формата А4.

Пояснительную записку необходимо выполнять на одной стороне стандартного листа писчей бумаги в машинописном исполнении с обязательным оставлением полей шириной 25 мм сверху, снизу и слева и 10мм справа с соблюдением правил ЕСКД по составлению текстовых документов. Иллюстрации, фотоматериалы и схемы, включаемые в состав пояснительной записки, следует вы-

полнять в соответствии с требованиями ЕСКД на листах, соответствующих формату записки. На защиту записка представляется в сброшюрованном виде. Задание подшивается после титульного листа. Все расчетные формулы независимо от частоты их использования записываются сначала в буквенном виде и нумеруются, после приводится их пояснение, а затем подставляются вместо символов числовые значения требуемой размерности, но без ее указания. Размерность указывается лишь для результатов вычисления.

Записка должна иметь стандартный титульный лист, сквозную нумерацию страниц, включая все рисунки и схемы, четкую рубрикацию по частям и разделам, оглавление с указанием нумерации страниц всех частей и разделов, список использованных источников.

Каждая часть пояснительной записки должна открываться соответствующим заголовком, а раздел – подзаголовком.

В курсовой работе после титульного листа и листа задания последующие 5 страниц должны иметь узкий штамп с соответствующим заполнением, а на последующих страницах – только цифра в нижнем правом углу.

Расчетно-пояснительная записка должна включать ряд разделов, перечень которых рекомендуется принять как содержание. На примере «карбонатных» цементов низкой водопотребности ниже дается пример оформления содержания работы:

Введение.

1. Область применения и назначение «карбонатных» ЦНВ
2. Сырьевые материалы для «карбонатных» ЦНВ и требования к ним;
3. Особенности гидратации и твердения «карбонатных» ЦНВ;
4. Выбор и обоснование способа производства «карбонатных» ЦНВ;
5. Характеристика применяемого механического оборудования.
6. Технологическая схема производства ЦНВ
7. Мероприятия по охране труда и окружающей среды.

Заключение;

Список использованной литературы.

Список использованной литературы выполняют с присвоением литературному источнику номера в порядке его использования в тексте. В тексте ссылка на литературный источник заключается в квадратные скобки.

### **3. Указания к выполнению отдельных разделов курсовой работы**

Во введении приводятся краткие сведения о состоянии данного типа вяжущего на основе портландцемента и перспективах его развития, обосновывается цель, и определяются задачи, преследуемые разработкой данной курсовой работы.

Выполняется краткий обзор достижений отечественной и зарубежной науки и практики в технологии и организации производства этих вяжущих. Обосновывается актуальность темы работы, применительно к заданному территориальному району, пункту. Дается краткая характеристика примененных аналогичных работ. Введение должно заканчиваться краткой формулировкой задач

работы и тех отличительных особенностей, которыми данная курсовая работа обладает.

Описание технологического процесса производства должно отражать основные этапы по переработки всех сырьевых компонентов:

- способы доставки сырьевых материалов (цемента, наполнителей, химических добавок и др.);
- приемка из транспортных средств и хранение сырья с учетом нормативных запасов;
- переработка на подготовительном этапе: дробление, помол, сушка, просев или фракционирование различными способами, выделение твердых и металлических включений;
- внутрицеховые перемещения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- дозирование и смешение всех компонентов;
- порядок изготовления вяжущих с указанием способа производства;
- пакетирование, складирование и отгрузка готовой продукции.

После выбора типа и расчета количества необходимого основного технологического оборудования в соответствии с особенностями сырья и производственной мощностью, а также с учетом эскизной проработки оборудования по отделениям и цехам, его габаритов и способов загрузки (питатели, дозаторы), наличия тех или иных передающих транспортных средств (ленточных, пластинчатых и шнековых транспортеров или элеваторов, систем пневмотранспорта с устройствами осаждения и очистки) необходимо пересмотреть технологический процесс и внести соответствующие дополнения, т.е. составить условно-контурную технологическую схему производства, которая и будет представлена в графической части курсовой работы. Если в результате расчетов окажется целесообразным разделить производственный поток на несколько полностью или частично изолированных технологических линий, то описание производственных процессов составляется для каждого формовочного пролета.

В курсовой работе необходимо указать ряд основного механического оборудования, участвующего в технологическом процессе: смеситель, мельница, сушильный агрегат и др. Выбор осуществляется исходя из часовой производительности линии.

Для каждой единицы оборудования в пояснительной записке следует привести внешний вид (фотоснимок, иллюстрацию или схему) оборудования и перечень его технических показателей. Пример оформления представлен ниже (табл. 2).

Важным этапом работы является описание особенностей гидратации вяжущего в свете классических теорий твердения Ле Шателье, Михаэлиса и Байкова. Необходимо указать основные отличия, кристаллохимический состав продуктов гидратации и влияние окружающей среды для конкретного типа вяжущего.

**Таблица 2 – Пример оформления механического оборудования**

фотоснимок, иллюстрация или схема оборудования	Марка оборудования	
	Объём по загрузке сухими составляющими, л	
	Объём готового замеса, л	
	Продолжительность перемешивания, с	
	Габаритные размеры, мм - длина - ширина - высота	
	Наибольшая крупность частиц (не более), мм	
	Масса, кг	
	Мощность электродвигателя, кВт	
	Частота вращения ротора, об/мин.	

#### 4. Рекомендации по составлению технологической схемы производства вяжущих на основе портландцемента

Производственный процесс вяжущих материалов на основе портландцемента состоит из определенного набора действий и операций, позволяющих достичь конечного результата. Здесь учитывается используемое оборудование, линии потоков, механизированный и ручной труд, и транспортные средства. Для рационализации производственного процесса и создания оптимальных режимов работы на предприятии составляется технологическая схема, которая позволяет наглядно увидеть всю последовательность создания продукта.

Технологическая схема входит в нормативную документацию предприятия (технологический регламент), в которую также включают методы производства, технические правила и условия процессов, а также их порядок выполнения. При этом для определенной стадии всего процесса может составляться отдельная модель.

Для различных вяжущих схемы могут составляться в виде чертежей с цифровым или буквенным обозначением оборудования, а сами операции выражают в виде геометрических фигур (треугольник, прямоугольник, окружность и другие).

Простая технологическая схема может включать следующие основные операции: организация поступления основного сырья и вспомогательных материалов со склада или от поставщиков, при этом учитывается погрузка и выгрузочные работы; начальная обработка сырья; выполнение основных операций, с получением основных узлов, деталей или продукции промежуточной готовности; сборка деталей и узлов, либо окончательная обработка производимых продуктов; упаковка; отгрузка на склад готовой продукции.



Ниже представлены способы (рис. 1 и рис.2) изображения технологических схем на примере производства карбонатных цементов низкой водопотребности (ЦНВ).

Рис. 1. Блок-схема производства «карбонатных» ЦНВ

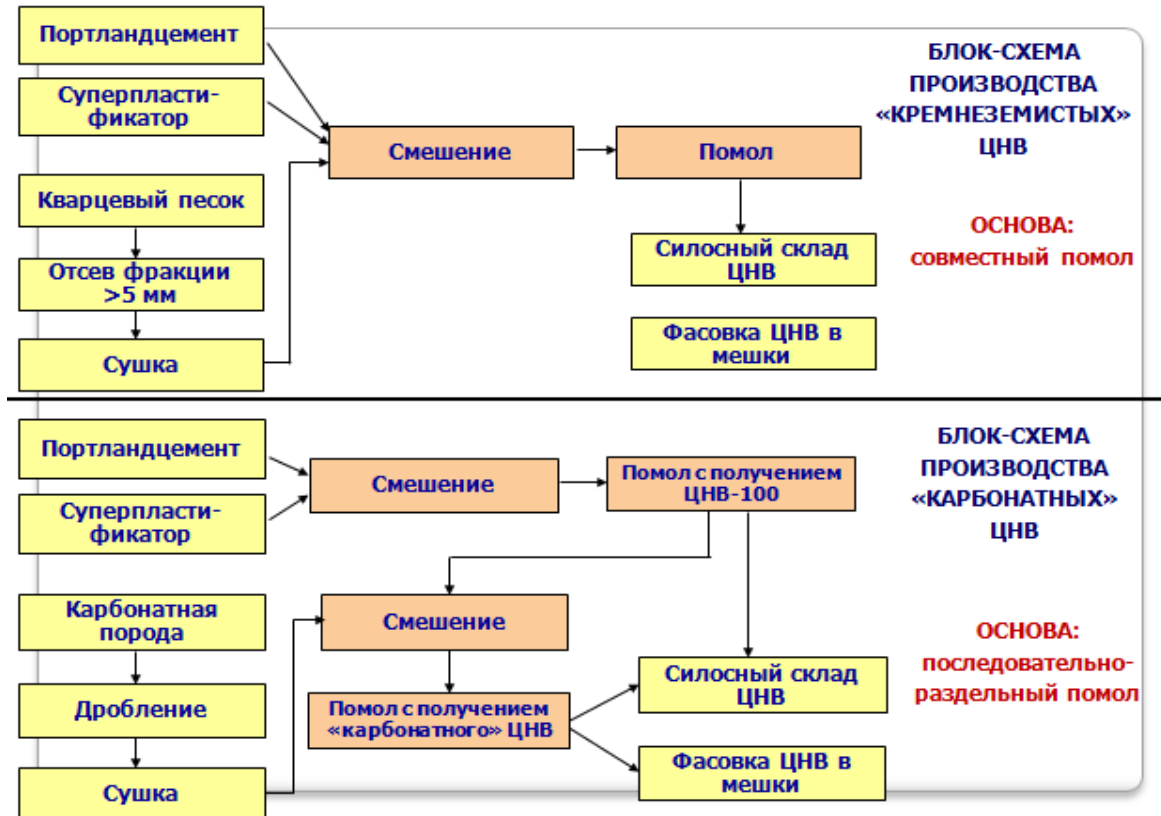
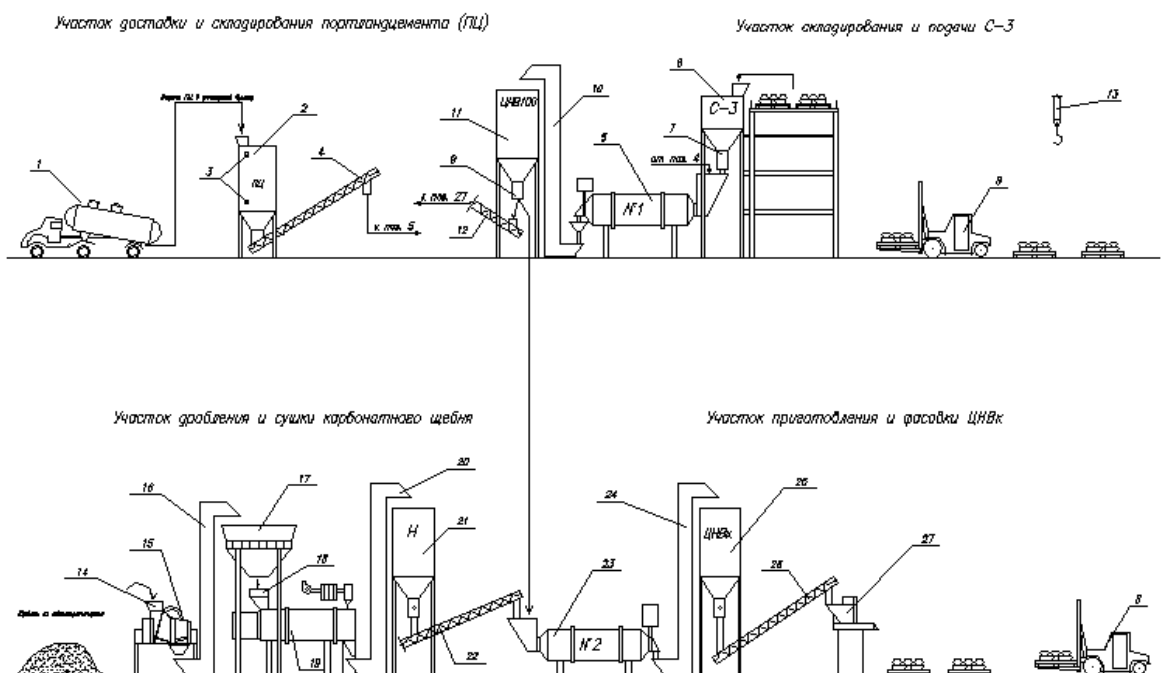


Рис. 2. Графическая схема производства «карбонатных» ЦНВ



## **5. Мероприятия по охране труда и защите окружающей среды**

Дается краткое описание принятых в проекте устройств, приспособлений и мер, обеспечивающих условия для безопасного и высокопроизводительного труда, производственной санитарии и промышленной эстетики. Особое внимание должно быть обращено на меры и средства по снижению вибрации и шума, предупреждению пыле- и паровыделений в рабочие помещения, обеспечение нормальной освещенности и микроклимата.

### **Заключение**

В заключении кратко описываются основные преимущества вяжущего, главные решения и существенные усовершенствования в технологической схеме его производства, выбранные типы механического оборудования, а также особенности организации производства.

Список литературы помещают в конце пояснительной записки с присвоением источнику номера в порядке его использования в тексте. Ссылка на источник, откуда заимствованы формулы и данные справочного характера, должны быть в виде цифры, заключенной в квадратные скобки. Дополнительных ссылок в виде примечаний в скобках или сносок под обрез текста делать не следует.

### **Список литературы**

1. Шмитько Е.И. Химия цемента и вяжущих веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шмитько Е.И., Крылова А.В., Шаталова В.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Проспект Науки, 2016.— 208 с;
2. Семенов В.С. Неорганические вяжущие вещества [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семенов В.С., Сканави Н.А., Ефимов Б.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 110 с.
3. Камалова З.А. Химия, техника и технология вяжущих веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.А. Камалова, Р.З. Рахимов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 322 с.
4. Ляпидевская О.Б. Цементы. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Б. Ляпидевская, Е.А. Безуглова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 84 с.
5. Дворкин Л.И. Строительные минеральные вяжущие материалы [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Дворкин Л.И., Дворкин О.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 544 с.
6. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия;
7. ГОСТ 31108-2016 Цементы общестроительные. Технические условия;

8. ГОСТ Р 57293-2016/EN 197-1:2011 Цемент общестроительный. Технические условия;
9. ГОСТ Р 55224-2012 Цементы для транспортного строительства. Технические условия;
10. ГОСТ Р 56727-2015 Цементы напрягающие. Технические условия;
11. ГОСТ 22266-2013 Цементы сульфатостойкие. Технические условия;
12. ГОСТ Р 56588-2015 Цементы. Метод определения ложного схватывания.

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Институт строительных технологий и  
инженерно-экологических систем

Кафедра ТСМИК

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине

«Современные вяжущие на основе портландцемента»

на тему: «Карбонатные» цементы низкой водопотребности.  
Технологическая схема получения, сырьевые материалы,  
свойства и область применения»

Выполнил студент гр. СТ401  
Иванов Л.В.

Защищен \_\_\_\_\_  
с оценкой \_\_\_\_\_

Проверил Хохряков О.В.

КАЗАНЬ  
2017

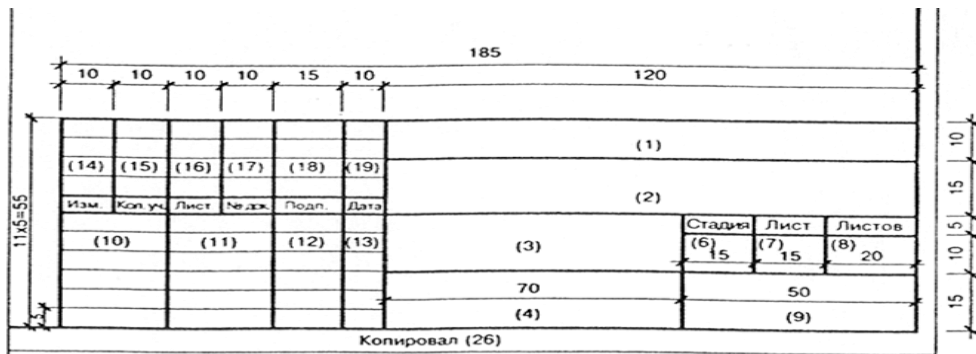
## Приложение 2

Каждый лист графического и текстового документа должен иметь основную надпись по установленной форме.

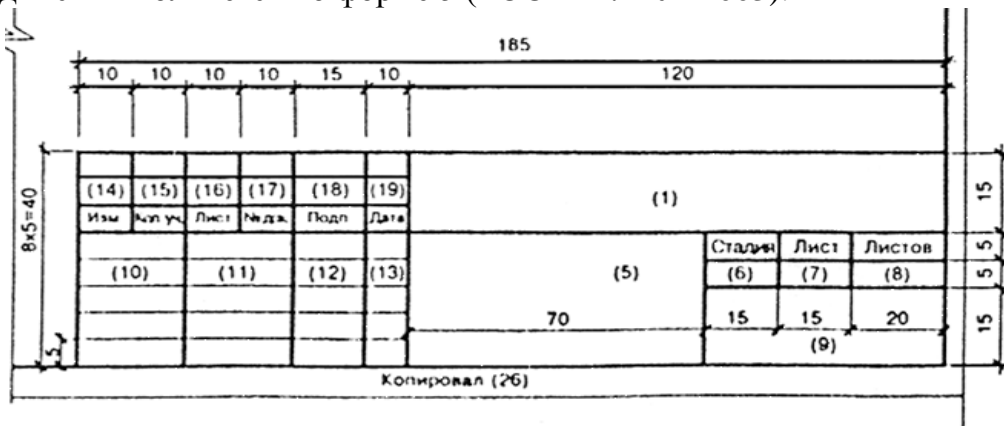
Основную надпись по форме 3 оформляют на листах чертежей. На первых листах текстовых документов и эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий основную надпись оформляют по форме 5, а на последующих листах текстовых документов - по форме 6.

### Требования к оформлению основных надписей курсовой работы

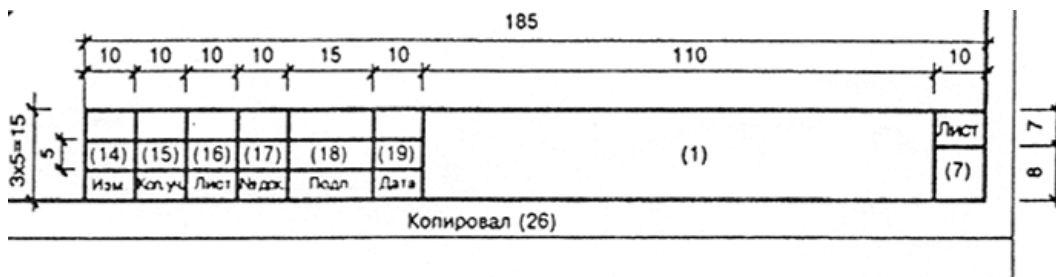
В графической части курсовой работы основная надпись выполняется по форме 3 (ГОСТ 21.1101-2003).



В пояснительной записке курсовой работы на листе «Содержание» основная надпись выполняется по форме 5 (ГОСТ 21.1101-2003).



В пояснительной записке курсовой работы после листа «Содержание» основная надпись на последующих листах выполняется по форме 6 (ГОСТ 21.1101-2003).



**Методические указания**  
к выполнению курсовых работ по дисциплинам  
«Современные вяжущие на основе портландцемента» и  
«Теория твердения портландцемента»  
для студентов по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»  
и профилю подготовки  
«Инновационные технологии высокопрочных и  
высокофункциональных бетонов»  
Квалификация (степень) выпускника  
магистр

Составитель: О.В. Хохряков

Редакционно-издательский отдел  
Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать \_\_\_\_\_

Формат 60 84/16

Заказ \_\_\_\_\_ Печать офсетная

Усл. – печ.л. \_\_\_\_\_

Тираж 50 экз. Бумага тип. № 2

Учетн. – изд.л. \_\_\_\_\_

---

Печатно-множительный отдел КГАСУ

420043, Казань, Зеленая, 1.