

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О. Е. Хотянович

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Сборник задач

для студентов специальностей

**1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии»,
специализация 1-25 01 07 26 «Экономика и управление
в промышленности строительных материалов»;**
**1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит (по направлениям)»,
направление специальности 1-25 01 08-03 «Бухгалтерский учет,
анализ и аудит (в коммерческих и некоммерческих организациях)»,
специализация 1-25 01 08-03 14 «Бухгалтерский учет, анализ
и аудит в промышленности строительных материалов»;**
**1-26 02 02 «Менеджмент (по направлениям)»,
направление специальности 1-26 02 02-03 «Менеджмент
(в коммерческих и некоммерческих организациях)»,
специализация 1-26 02 02-03 02 «Менеджмент
в промышленности строительных материалов»;**
**1-26 02 03 «Маркетинг», специализация 1-26 02 03 16 «Маркетинг
в промышленности строительных материалов»**

Минск 2019

УДК 666.9+691.5(076.1)(075.8)

ББК 35.41я73

X85

Рассмотрен и рекомендован к изданию редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой промышленной безопасности
ГУО «Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» *В. А. Бирюк*;
кандидат технических наук, заведующая научно-исследовательской
лабораторией физико-химических и теплофизических исследований
ГП «Институт НИИСМ» *А. Г. Губская*

Хотянович, О. Е.

X85 Технология и оборудование производства строительных материалов на основе вяжущих веществ: сборник задач для студентов специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии», специализация 1-25 01 07 26 «Экономика и управление в промышленности строительных материалов»; 1-25 01 08 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит (по направлениям)», направление специальности 1-25 01 08-03 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит (в коммерческих и некоммерческих организациях)», специализация 1-25 01 08-03 14 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит в промышленности строительных материалов»; 1-26 02 02 «Менеджмент (по направлениям)», направление специальности 1-26 02 02-03 «Менеджмент (в коммерческих и некоммерческих организациях)», специализация 1-26 02 02-03 02 «Менеджмент в промышленности строительных материалов»; 1-26 02 03 «Маркетинг», специализация 1-26 02 03 16 «Маркетинг в промышленности строительных материалов» / О. Е. Хотянович. – Минск : БГТУ, 2019. – 38 с.
ISBN 978-985-530-731-1.

Сборник задач содержит тексты задач по основным разделам курса «Технология и оборудование производства строительных материалов на основе вяжущих веществ». Издание может использоваться для подготовки к практическим занятиям и контрольным работам по дисциплине «Технология и оборудование производства строительных материалов на основе вяжущих веществ», а также для выполнения технологического раздела дипломного и курсового проектов.

УДК 666.9+691.5(076.1)(075.8)

ББК 35.41я73

ISBN 978-985-530-731-1

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2019

© Хотянович О. Е., 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник задач предназначен для студентов, обучающихся по специализациям 1-25 01 07 26 «Экономика и управление в промышленности строительных материалов», 1-25 01 08-03 14 «Бухгалтерский учет, анализ и аудит в промышленности строительных материалов», 1-26 02 02-03 02 «Менеджмент в промышленности строительных материалов», 1-26 02 03 16 «Маркетинг в промышленности строительных материалов», для подготовки к практическим занятиям и контрольным работам по дисциплине «Технология и оборудование производства строительных материалов на основе вяжущих веществ», а также может использоваться при выполнении технологического раздела дипломного и курсового проектов. Издание будет полезно студентам специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» и учащимся строительных специальностей. Как показывает опыт преподавания указанной дисциплины, решение задач, включающих материальные расчеты, является эффективной формой повышения знаний и практических навыков студентов, в связи с этим основная цель сборника – привитие студентам навыков инженерных расчетов технологических процессов, без которых невозможно производство вяжущих веществ и строительных материалов на их основе.

Материальные расчеты, как известно, базируются на физико-химических принципах осуществления технологических процессов и сводятся к их количественной интерпретации. Они включают расчеты материальных потоков, расходных коэффициентов по сырью, составление материальных балансов. Составление материального баланса необходимо как при проектировании нового, так и при анализе работы действующего производства. Материальные балансы служат для определения выхода продукта, расходных коэффициентов, технологических потерь сырья и готового продукта, для планирования объемов поставок сырья и готовой продукции.

В сборник включены задачи по производству гипсовых вяжущих веществ, строительной извести, портландцемента, а также изделий на их основе.

1. ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И ИЗДЕЛИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

1.1. Рассчитать массу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, образующегося при термической обработке 1 т дигидрата сульфата кальция.

1.2. Определить выход полугидрата сульфата кальция из 150 т гипсового камня, содержащего 89% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,9.

1.3. Рассчитать выход строительного гипса, который образуется при дегидратации 2 т гипсового камня, содержащего в сухом виде 92% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – неразлагающиеся примеси.

1.4. Определить выход полугидрата сульфата кальция и строительного гипса при термической обработке 10 т гипсового камня с карьерной влажностью 5%. Содержание примесей в сухом гипсовом камне – 8%.

1.5. Определить расход природного гипса с влажностью 4% для получения 3 т строительного гипса, содержащего 92% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси.

1.6. Определить выход полугидрата сульфата кальция и строительного гипса, полученного из 5 т природного гипсового камня с влажностью 5%. Содержание примесей в сухом сырье – 11%. Степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,89.

1.7. Определить количество гипсового камня, необходимое для получения 300 кг строительного гипса, содержащего 80% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 10% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси. Гипсовый камень имеет влажность 8%.

1.8. Строительный гипс сразу после варки содержал 80% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 6% CaSO_4 , 4% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10% негидратирующихся примесей. После вылеживания в бункере томления в составе гипса ангидрит отсутствовал. Определить состав строительного гипса после томления.

1.9. При обжиге природного гипса на эстрих-гипс в составе конечного продукта содержалось 78% CaSO_4 , 4% CaO , 0,5% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, остальное – неразлагающиеся примеси. Определить содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в исходном сырье.

1.10. Рассчитать массу гипсового камня, необходимую для получения 1 т строительного гипса, включающего 82% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$,

3% CaSO_4 , 2% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси. Определить состав сухого гипсового сырья. Влажность гипсового камня – 6%. Составить материальные балансы процессов сушки и дегидратации гипсового камня.

1.11. Составить материальный баланс получения строительного гипса. Сырье – природный гипсовый камень состава: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 85%, неразлагающиеся примеси – 5%; влажность – 10%. Степень дегидратации дигидрата сульфата кальция – 0,9. Пылеунос – 1,5% от массы готового продукта.

1.12. Сухой природный гипс содержит 91% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси. Потеря массы сухого гипсового камня при термообработке в шахтной мельнице составляет 1,5%. Определить степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и состав гипсовой муки (%), поступающей в гипсоварочный котел. Составить материальные балансы процессов сушки и дегидратации природного гипса в шахтной мельнице. Влажность гипсового сырья – 5,5%.

1.13. Определить расход природного гипса с влажностью 8% для получения 1 т строительного гипса. Состав сухого природного гипса: 88% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси. Степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – 0,93, до CaSO_4 – 0,04. Определить состав строительного гипса после вылеживания в бункере томления, если ангидрит в нем отсутствовал. Составить материальные балансы процессов дегидратации и томления.

1.14. Сухой природный гипс содержит 86% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси. После совместного помола и тепловой обработки дымовыми газами в шахтной мельнице степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – 0,08. Составить материальный баланс процесса варки гипса в гипсоварочном котле, если общая степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – 0,95, до CaSO_4 – 0,03.

1.15. Определить расход природного гипсового камня с влажностью 7% для получения 1 т строительного гипса. Состав сухого природного гипса: 91% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3% $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, 2% $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – неразлагающиеся примеси. Степень дегидратации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – 0,94, до CaSO_4 – 0,04. Определить состав строительного гипса после вылеживания в бункере томления, если ангидрит в нем отсут-

ствовал. Составить материальные балансы процессов дегидратации и томления.

1.16. Определить расход природного гипса с влажностью 6% для получения 1 т ангидритового вяжущего. Состав сухого природного гипса: 90% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 6% $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, остальное – неразлагающиеся примеси. При обжиге разлагается 55% MgCO_3 и 10% CaCO_3 . Составить материальный баланс процесса обжига. Пылеунос – 1,5% от массы сухого сырья.

1.17. Определить расход природного гипса с влажностью 7% для получения 1 т эстрих-гипса. Состав сухого природного гипса: 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 4% $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, 2% CaCO_3 , остальное – неразлагающиеся примеси. Степень разложения CaSO_4 – 0,05, CaCO_3 – 0,88, MgCO_3 – 1. Составить материальный баланс процесса обжига. Пылеунос – 1% от массы сухого сырья.

1.18. Сухой природный гипс содержит 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 6% SiO_2 , 4% $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, 3% $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2% CaCO_3 . Влажность природного гипса – 4%. Определить состав полученного из него эстрих-гипса (%), если степень разложения MgCO_3 – 1, CaCO_3 – 0,75, CaSO_4 – 0,06. Составить материальный баланс процесса обжига. Пылеунос – 2% от массы сухого сырья.

1.19. Эстрих-гипс содержит 88% CaSO_4 , 5,4% CaO , 1,5% MgO , остальное – неразлагающиеся примеси. Определить состав исходного природного гипса. В сырье в качестве разлагающейся примеси присутствует $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Влажность природного гипса – 9%. Составить материальный баланс процесса обжига. Пылеунос – 2% от массы эстрих-гипса.

1.20. Эстрих-гипс содержит 82% CaSO_4 , 4% CaO , 1,5% MgO , остальное – CaCO_3 и неразлагающиеся примеси. Степень разложения MgCO_3 – 1, CaCO_3 – 0,85. Определить состав исходного сырья. Учесть, что CaCO_3 находится в составе $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Составить материальный баланс процесса обжига, если влажность природного гипса – 8%. Пылеунос – 0,4% от массы эстрих-гипса.

1.21. Определить теоретическое количество воды, необходимое для гидратации 100 кг строительного гипса. Гипс содержит 4% негидратирующихся примесей.

1.22. На полную гидратацию 10 кг строительного гипса израсходовано 1,75 л воды. Определить содержание примесей в исходном гипсовом вяжущем.

1.23. Определить расход воды для гидратации 15 кг строительного гипса, содержащего 12% примесей. Степень гидратации полугидрата сульфата кальция составляет 0,88.

1.24. Строительный гипс содержит 78% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 3% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2% CaSO_4 , остальное – негидратирующиеся примеси. Водогипсовое отношение – 0,65. Влажность гипсовых изделий после сушки – 5%. Составить материальный баланс процесса изготовления гипсовых изделий.

1.25. Влажность гипсовых изделий после завершения процесса гидратации – 28%, после сушки – 3%. Строительный гипс содержит 90% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 1,5% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1% CaSO_4 , остальное – негидратирующиеся примеси. Составить материальный баланс процесса получения гипсовых изделий.

1.26. Определить расход строительного гипса и воды на получение 1 т гипсовых изделий с остаточной влажностью после сушки 2,5%. Водогипсовое отношение составляет 0,62. Строительный гипс содержит 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 2% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1,5% CaSO_4 , остальное – негидратирующиеся примеси. Составить материальный баланс процесса получения гипсовых изделий.

1.27. Составить материальный баланс процесса получения гипсовых изделий. На получение 1 т гипсовых изделий с остаточной влажностью после сушки 2% расходуется 500 л воды. 95% избыточной влаги испаряется в процессе сушки. Определить содержание в строительном гипсе $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, учитывая, что CaSO_4 в нем отсутствует.

1.28. Составить материальный баланс процесса получения гипсовых изделий. Определить расход строительного гипса и воды для получения 1 т гипсовых изделий с остаточной влажностью после сушки 3%. Водогипсовое отношение составляет 0,60. Строительный гипс содержит 83% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 2% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1,5% CaSO_4 , остальное – негидратирующиеся примеси.

1.29. Влажность гипсовых изделий после завершения процесса гидратации – 31,5%, после сушки – 2,5%. Сухое гипсовое изделие содержит 93,5% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – негидратирующиеся примеси. В строительном гипсе содержится 2,5% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а ангидрит отсутствует. Составить материальный баланс процесса получения гипсовых изделий.

1.30. Определить водогипсовое отношение при получении гипсовых изделий с влажностью после завершения процесса гидратации 30%, после сушки – 2,5%. Сухое гипсовое изделие содержит 92% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – негидратирующиеся примеси. Принять, что дигидрат сульфата кальция и ангидрит в строительном гипсе отсутствуют. Составить материальный баланс процесса получения гипсовых изделий.

1.31. Получены гипсовые изделия с влажностью после сушки 4%. Сухое гипсовое изделие содержит 92% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, остальное – примеси. Водогипсовое отношение – 0,6. Определить состав исходного строительного гипса (%), если содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в нем – 2,5%, а CaSO_4 отсутствует. Составить материальный баланс процесса изготовления гипсовых изделий.

2. СТРОИТЕЛЬНАЯ ИЗВЕСТИЬ

2.1. Рассчитать массу CaO, полученного при обжиге 100 кг CaCO₃.

2.2. Рассчитать выход CaO при полном обжиге 1 т известняка с влажностью 3%. Сухой известняк содержит 18% примесей. Определить расход известняка для получения 1 т воздушной строительной извести.

2.3. Рассчитать выход CaO при обжиге 1 т мела с влажностью 28%. Сухой мел содержит 12% примесей. Степень декарбонизации CaCO₃ составляет 0,96.

2.4. Определить расход чистого известняка для получения 800 кг CaO, если степень декарбонизации составляет 0,92. Влажность известняка – 2,5%.

2.5. Сухой известняк содержит 5% глинистых примесей (Al₂O₃ · 4SiO₂ · 4H₂O). Определить выход извести из 10 т известняка с влажностью 6%.

2.6. Определить расход известняка для получения 5 т негашеной извести. Влажность известняка – 10%. Содержание CaCO₃ в сухом известняке – 91%.

2.7. Определить выход извести при обжиге 9000 кг известняка влажностью 6%. Сухой известняк содержит 92% CaCO₃ и 4,3% MgCO₃. Степень декарбонизации CaCO₃ – 0,85, MgCO₃ – 0,98.

2.8. Продукт обжига известняка содержит 74% CaO, 18% CaCO₃, 8% 2CaO · SiO₂. Определить содержание CaCO₃ в исходном сырье (мас. %).

2.9. При использовании 800 т мелового шлама получили 220 т извести состава: CaO – 73%, CaCO₃ – 15%, MgO – 4%, остальное – неразлагающиеся примеси. Определить влажность исходного мелового шлама.

2.10. Определить расход карьерного мела с влажностью 26% для получения 1 т комовой извести. Состав сухого мела: 93% CaCO₃, 3% MgCO₃, остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации CaCO₃ – 0,91, MgCO₃ – 1. Определить активность извести.

2.11. Рассчитать массу CaO, образующегося при обжиге 100 кг известняка с влажностью 4,5%. Сухой известняк содержит 83% CaCO₃, 12% SiO₂, остальное – неразлагающиеся примеси. Степень

декарбонизации – 0,95. Учесть, что при обжиге 50% SiO_2 вступает в реакцию с CaO с образованием $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Определить активность полученной извести.

2.12. Определить выход строительной извести из 1 т известняка, содержащего в сухом виде 6% кремнезема и 8% глинистых примесей ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Карьерная влажность известняка – 5%. Степень разложения карбоната кальция составляет 0,95. Учесть, что образующийся CaO вступает во взаимодействие с SiO_2 и Al_2O_3 каолинита. Рассчитать активность извести.

2.13. Определить активность извести, полученной при обжиге известняка, содержащего 92% CaCO_3 , 4% SiO_2 , 0,5% лимонита ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации CaCO_3 – 0,95. Учесть, что при обжиге образуются $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. В реакцию вступает 20% от массы кремнезема и весь Fe_2O_3 .

2.14. Определить выход извести при обжиге 600 т мелового шлама с влажностью 45%. Мергель содержит 85% CaCO_3 , 8% SiO_2 и 7% $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Определить содержание CaO в извести, если степень декарбонизации CaCO_3 – 0,92, а при обжиге образуются $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

2.15. Известь содержит 83% CaO , 2,5% $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 1,8% MgO , 0,5% $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, остальное – SiO_2 и другие примеси. При обжиге связалось 24% свободного кремнезема. Определить степень декарбонизации CaCO_3 . Рассчитать минералогический состав исходного сырья. Учесть, что весь Al_2O_3 находится в составе каолинита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

2.16. Выявить химический состав сырья, использованного для получения гидравлической извести, если в ее составе содержится 9% $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 8% $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 8% $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$, 3% SiO_2 , 3% CaCO_3 , остальное – свободный CaO . Учесть, что в сырье Al_2O_3 присутствовал в виде каолинита, а Fe_2O_3 – в составе лимонита.

2.17. Составить материальный баланс получения извести по полусухому способу из мела с карьерной влажностью 21%. Известь содержит 82% CaO , 5% CaCO_3 , 0,5% MgO , остальное – примеси. Рассчитать степень декарбонизации CaCO_3 . Пылеунос – 0,3% от массы извести.

2.18. Составить материальный баланс получения извести по мокрому способу. Известь содержит 72% CaO , 5,5% CaCO_3 , 1,5%

MgO, остальное – примеси. Влажность мелового шлама – 40%. Пылеунос – 0,2% от массы извести.

2.19. Определить расход мелового шлама для получения 200 т воздушной строительной извести. Влажность шлама – 39%, пылеунос – 2% от массы извести. Известь содержит 75% CaO, 20% CaCO₃, остальное – неразлагающиеся примеси. Рассчитать степень декарбонизации CaCO₃. Составить материальный баланс процесса получения извести.

2.20. Составить материальный баланс получения извести по мокрому способу. Карьерная влажность мела – 24%, влажность мелового шлама – 40%. Состав сухого мела: 93,5% CaCO₃, 2,1% MgCO₃, остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации CaCO₃ – 0,91, MgCO₃ – 1. Пылеунос – 0,4% от массы сухого мела. Определить активность полученной извести.

2.21. Составить материальный баланс получения извести по сухому способу. Карьерная влажность известняка – 4%. Состав сухого известняка: CaCO₃ – 92%, свободный SiO₂ – 4,5%, MgCO₃ – 2,1%, примеси – остальное. Степень декарбонизации CaCO₃ – 0,95, MgCO₃ – 1. При обжиге 15% SiO₂ взаимодействует с CaO с образованием 2CaO · SiO₂. Пылеунос – 0,2% от массы сухого известняка. Определить активность полученной извести.

2.22. Составить материальный баланс получения извести по мокрому способу. Влажность мелового шлама – 38%. Сухой мел содержит 92% CaCO₃, 0,45% каолинита (Al₂O₃ · 2SiO₂ · 2H₂O), остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации CaCO₃ – 0,95. Определить активность полученной извести. Учесть, что при обжиге образуется 2CaO · SiO₂ и CaO · Al₂O₃. Пылеунос – 0,7% от массы сухого мела.

2.23. Рассчитать расход мела с влажностью 26% и воды для получения 1 т строительной извести. Влажность мелового шлама – 40%. Сухой мел содержит 87% CaCO₃, 7% SiO₂, 3% MgCO₃, остальное – Al₂O₃ · 4SiO₂ · 4H₂O. Степень декарбонизации CaCO₃ – 0,9, MgCO₃ – 1. Определить активность полученной извести. Учесть, что весь Al₂O₃ и 75% SiO₂ в процессе обжига вступает во взаимодействие с CaO с образованием 2CaO · SiO₂ и CaO · Al₂O₃. Составить материальный баланс процесса получения строительной извести.

2.24. Составить материальный баланс получения извести по мокрому способу. Влажность мелового шлама – 38%. Состав

сухого мела: 93,4% CaCO_3 , 2,6% MgCO_3 , остальное – неразлагающиеся примеси. При обжиге потеря массы сухого мела составляет 37,6%. Определить степень декарбонизации CaCO_3 , состав и активность полученной извести.

2.25. Составить материальный баланс получения извести по мокрому способу. Влажность мелового шлама – 40%. Потеря массы при полной декарбонизации сухого мела составляет 42,5%. При получении извести потеря массы сухого мела составила 38%. В составе мела находится 3% MgCO_3 . Определить состав мела и полученной извести (%), а также степень декарбонизации CaCO_3 .

2.26. Определить выход молотой извести, которая получена в результате тонкого помола комовой воздушной извести с добавлением 10% кварцевого песка. Для получения комовой извести израсходовали 2000 т мелового шлама с влажностью 40%. Технологические потери шлама – 1,5%. Сухой мел содержит 95% CaCO_3 , 2% SiO_2 , остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации CaCO_3 – 0,92. Потери при помоле – 0,4% от массы материала. Составить материальные балансы процессов обжига и помола извести.

2.27. Определить выход извести-пушонки, содержащей 2,1% воды, из 1 т извести активностью 85%.

2.28. Определить выход известкового теста, содержащего 50% воды, из 2 т строительной извести с активностью 81%.

2.29. Определить количество известкового теста (по массе и по объему), содержащего 60% воды и полученного из 300 кг строительной извести, активность которой 90%. Плотность известкового теста – 1420 кг/м³.

2.30. Рассчитать массу испарившейся воды при гашении 300 кг извести с активностью 80%. На гашение извести израсходовано 85 л воды.

2.31. Определить расход воды для получения 1 т известкового теста консистенции известь : вода = 1 : 1. Активность негашеной извести – 72%. Испарением воды при гашении извести пренебречь.

2.32. Определить выход извести-пушонки из 5 т строительной извести, содержащей 88% активных CaO и 2,3% MgO , если влажность гидратной извести равна 1,5%.

2.33. Определить выход известкового теста (по массе и объему) из 5 т негашеной извести, если она содержит 75% CaO ,

3,4% MgO, остальное – примеси. Содержание воды в известковом тесте – 40%, а его средняя плотность – 1400 кг/м^3 .

2.34. Рассчитать выход сухой извести-пушонки при гашении 120 кг комовой извести, содержащей 72% CaO и 4% MgO. Рассчитать массу воды, необходимую для гашения. Учесть, что 20% от массы используемой воды испаряется за счет экзотермии реакции.

2.35. Определить расход негашеной извести для получения 1000 кг извести-пушонки с влажностью 3,5%. Состав негашеной извести: 81% CaO, 1,5% MgO, остальное – примеси. При гашении испаряется 75% воды от массы, необходимой на химические реакции. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.36. Определить расход воды для приготовления 2 м^3 известкового молока с объемной массой $1,15 \text{ г/см}^3$. Негашеная известь содержит 80% CaO, остальное – примеси. При гашении испаряется 15% воды от массы, необходимой для химических реакций. Влажность известкового молока – 85%.

2.37. Определить содержание гидратной извести и воды в 50 м^3 известкового теста, если средняя плотность последнего равна 1450 кг/м^3 . Истинная плотность гидратной извести – 2100 кг/м^3 .

2.38. Определить содержание извести-пушонки (мас. %) в 1 м^3 известкового теста со средней плотностью 1300 кг/м^3 . Истинная плотность гидратной извести – 2200 кг/м^3 .

2.39. Определить истинную плотность гидратной извести, если известковое тесто содержит 75% воды и имеет среднюю плотностью 1220 кг/м^3 .

2.40. Определить влажность известкового теста, если его средняя плотность – 1250 кг/м^3 , а истинная плотность гидратной извести – 2150 кг/м^3 .

2.41. Рассчитать выход извести-пушонки с влажностью 2%, полученной при гашении 1000 кг строительной извести состава: 85% CaO, 3% MgO, остальное – примеси. Учесть, что при гашении испаряется 60% воды от массы, необходимой на химические реакции. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.42. Определить влажность извести-пушонки, образующейся при гашении извести, содержащей 72% CaO, 2% MgO, остальное – примеси. На гашение расходуется 35% воды от массы извести. Во время гашения испаряется 24% от массы используемой воды. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.43. Определить массу воды для приготовления известкового теста с влажностью 35%. Негашеная комовая известь содержит 88% CaO, 1,2% MgO, остальное – примеси. При гашении испарилось 20% от массы воды, необходимой для химических реакций. Составить материальный баланс процесса получения известкового теста.

2.44. Получено известковое тесто с влажностью 30%. Сухая гидратная известь содержит 76% Ca(OH)₂, 3% Mg(OH)₂, остальное – примеси. Определить активность исходной негашеной извести. Составить материальный баланс процесса гашения. Учесть, что при гашении испаряется 35% воды от массы, необходимой на химические реакции.

2.45. Определить, сколько воды (в процентах от всей массы) испаряется при гашении, если на получение 1000 кг известково-пушонки с влажностью 2,5% расходуется 390 л воды. Состав негашеной извести: 78% CaO, 3% MgO, остальное – примеси. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.46. Определить, сколько воды (в процентах от всей массы) испаряется при гашении извести, если на получение 1 т известково-пушонки с влажностью 2% расходуется 380 л воды. Состав сухой гашеной извести: 88% Ca(OH)₂, 3% Mg(OH)₂, остальное – примеси. Определить активность исходной негашеной извести. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.47. Определить расход негашеной извести и воды на приготовление 1 м³ известкового молока с плотностью 1,15 г/см³. Негашеная известь содержит 71% CaO, 2,5% MgO, остальное – примеси. Истинная плотность гидратной извести – 2,28 г/см³. При гашении испаряется 15% воды от массы, необходимой на химические реакции. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.48. Определить влажность и плотность известкового молока, если для приготовления 1 м³ его используется 250 кг извести, содержащей 79% CaO, 2,5% MgO, остальное – примеси. Истинная плотность гидратной извести – 2,35 г/см³. При гашении испаряется 15% воды от массы, необходимой на химические реакции. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.49. Рассчитать, сколько известкового молока (по объему и по массе) с влажностью 60% можно получить при использовании 1 т известково-пушонки с влажностью 2%. Истинная плотность сухой

гидратной извести – $2,3 \text{ г/см}^3$. Определить плотность полученного продукта. Составить материальный баланс процесса приготовления известкового молока.

2.50. Определить расход известкового теста с плотностью $1,4 \text{ г/см}^3$ и воды для приготовления 1 м^3 известкового молока с плотностью 1250 кг/м^3 . Истинная плотность сухой гидратной извести – 2400 кг/м^3 . Составить материальный баланс процесса приготовления известкового молока.

2.51. На гидратацию 1000 кг извести и получения известкового молока с влажностью 60% расходуется 2348 л воды, из которой 8% испаряется в процессе гашения. Определить активность исходной негашеной извести. Содержанием MgO в извести пренебречь. Составить материальный баланс процесса гашения.

2.52. Рассчитать, в каком соотношении по массе необходимо смешать гашеную известь и трепел. Известь содержит $88\% \text{ Ca(OH)}_2$, $6\% \text{ CaCO}_3$, остальное – примеси. Трепел содержит 65% аморфного SiO_2 , остальное – примеси. Влажность гашеной извести – 2% , трепела – $2,5\%$. Водотвердое отношение раствора составляет $0,25$. В результате взаимодействия Ca(OH)_2 с SiO_2 образуется $\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. 80% избыточной влаги испаряется в процессе твердения; $5\% \text{ Ca(OH)}_2$ подвергается карбонизации с образованием CaCO_3 . Составить материальный баланс процесса твердения известкового раствора.

2.53. Доломитовая известь содержит $36\% \text{ MgO}$, $25\% \text{ CaO}$, $11\% \text{ CaCO}_3$, $6\% 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Определить содержание CaCO_3 и MgCO_3 в исходном сырье.

2.53. Составить материальный баланс получения магнезиального вяжущего обжигом доломита по сухому способу. Карьерная влажность доломита – 8% . Состав сухого доломита: $89\% \text{ CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, $6\% \text{ CaCO}_3$, остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации MgCO_3 – $0,98$, CaCO_3 – $0,05$. Определить состав полученного вяжущего вещества. Пылеунос – $0,5\%$ от массы сухого доломита.

2.55. Определить массу и состав (мас. %) магнезиальной извести, образующейся при обжиге 2000 т доломита с влажностью 6% . Состав сухого доломита: $88\% \text{ CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, $5\% \text{ CaCO}_3$, остальное – SiO_2 и другие примеси. Учесть, что при обжиге образуется $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Степень разложения MgCO_3 составляет 1 , CaCO_3 – $0,03$.

2.56. Составить материальный баланс получения магниального вяжущего из доломита по сухому способу. Карьерная влажность доломита – 8%. Вяжущее содержит 64,6% CaCO_3 , 23,5% MgO , 1,6% CaO , остальное – примеси. Определить состав доломита (%). Пылеунос – 0,8% от массы магниального вяжущего.

2.57. Определить влажность известкового теста, если на гашение 150 кг доломитовой извести израсходовано 125 л воды. Известь содержит 52% CaO , 38% MgO , остальное – примеси. При гашении испаряется 10% воды от массы, необходимой для химических реакций.

2.58. Определить массу воды, необходимую для гашения 100 кг доломитовой извести в тесто с влажностью 70%. Доломитовая известь содержит 44% CaO , 35% MgO , остальное – примеси. При гашении испаряется 15% от массы воды, необходимой для химических реакций.

3. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ

3.1. Состав сухой сырьевой смеси для получения портландцементного клинкера, мас. %: мел – 75,5, глина – 19,3, зола – 2,5, пиритные огарки – 2,7. Исходные материалы имеют влажность, мас. %: мел – 28, глина – 25, зола – 12, огарки – 10. Определить расход сырьевых материалов и воды для получения 1000 кг цементного сырьевого шлама с влажностью 39%.

3.2. Рассчитать массу сырьевой смеси влажностью 19%, полученной фильтр-прессованием 5000 кг цементного сырьевого шлама влажностью 40%.

3.3. Рассчитать сырьевую смесь и минералогический состав портландцементного клинкера, если $КН = 0,87$. Химический состав сырьевых компонентов представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав сырьевых компонентов

Материал	Содержание оксида, мас. %						
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	п.п.п
Известняк	52,3	2,6	0,8	0,5	0,2	0,7	42,9
Глина	2,5	64,0	15,8	8,5	0,5	1,5	7,2

3.4. Рассчитать сырьевую смесь и минералогический состав портландцементного клинкера с $КН = 0,92$ и $n = 2,1$. Химический состав сырьевых компонентов для расчета сырьевой смеси представлен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав сырьевых компонентов

Материал	Содержание оксида, мас. %						
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	п.п.п
Мел	55,1	1,4	0,2	0,2	0,2	0,3	42,6
Глина	7,4	64,9	11,8	6,2	0,1	1,8	7,8
Пиритные огарки	3,4	13,3	3,0	77,3	2,4	0,6	–

3.5. Определить выход цементного клинкера из 8000 т сырьевого шлама с влажностью 41%. Потери при прокаливании сухой сырьевой смеси – 35,5%. Пылеунос – 2,5% от массы клинкера.

3.6. Определить расход сырьевого шлама для получения 150 т портландцементного клинкера. Влажность шлама – 42%, пылеунос – 2,5% от массы сухого сырья, потери при прокаливании сухой сырьевой смеси – 34%.

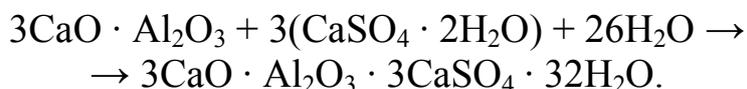
3.7. Определить объем сырьевого шлама с плотностью 1650 кг/м^3 и влажностью 42% для получения 3000 т цементного клинкера. Потери при прокаливании сухой сырьевой смеси – 36%, а пылеунос – 2% от массы сухого сырья.

3.8. Рассчитать расход клинкера, природного гипса и гранулированного доменного шлама для получения 100 т портландцемента. Портландцемент содержит 3% гипса и 17% доменного гранулированного шлама. Пылеунос при помоле составляет 0,5% от массы клинкера, 0,7% от массы шлама, 0,9% от массы гипса.

3.9. Определить расход клинкера, природного гипса, трепела и гидрофобной добавки для получения 10 т гидрофобного портландцемента. Цемент содержит 10% трепела и 5% гипса. Гидрофобная добавка вводится в количестве 0,15% от массы клинкера.

3.10. Рассчитать расход пластифицирующей гидрофильной добавки для получения 20 т пластифицированного портландцемента. Добавка содержит 50% сухого вещества и 50% воды. Пластифицирующая добавка вводится в состав цемента в количестве 0,2% (в пересчете на сухое вещество) от его массы.

3.11. Рассчитать массу портландцемента, полученного при помоле клинкера, если для регулирования сроков схватывания использовали 300 т гипса. Клинкер содержит 5% $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. С дигидратом сульфата кальция взаимодействует 50% $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Гипсовый камень содержит 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и имеет влажность 3%. Реакция протекает согласно уравнению



3.12. Составить материальный баланс процесса приготовления цементного сырьевого шлама с влажностью 38%. Сухая сырьевая смесь содержит 76% мела, 21,5% глины и 2,5% пиритных огарков. Карьерная влажность мела – 28%, глины – 24%, пиритных огарков – 12%. Технологические потери – 0,2% от массы каждого компонента.

3.13. Составить материальный баланс процесса приготовления цементной сырьевой муки с влажностью 0,8%. Сухая сырьевая смесь содержит 33,6% высокого мергеля, 65,2% низкого мергеля и

1,2% пиритных огарков. Карьерная влажность высокого мергеля – 33%, низкого мергеля – 31%, пиритных огарков – 8%. Технологические потери – 0,8% от массы каждого компонента.

3.14. Составить материальные балансы процессов получения цементной сырьевой муки и портландцементного клинкера. Состав сухой сырьевой смеси, мас. %: мел – 63,4, мергель – 35,1, пиритные огарки – 1,5. Влажность сырьевой муки – 0,9%. Карьерная влажность мела – 28,5%, мергеля – 29,0%, пиритных огарков – 18,3%. Потери при прокаливании мела составляют 40,8%, мергеля – 26,5%, пиритных огарков – 1,2%. Безвозвратные технологические потери мела – 3%, мергеля – 3%, пиритных огарков – 1%.

3.15. Составить материальный баланс процесса обжига цементного клинкера по сухому способу. Влажность сырьевой муки – 0,9%. Сухая мука содержит 78% известняка, 20% глины и 2% пиритных огарков. Потери при прокаливании известняка – 40,1%, глины – 12,5%, пиритных огарков – 0,8%. Пылеунос – 0,5% от массы клинкера.

3.16. Рассчитать влажность сырьевого шлама, если для получения 1 т портландцементного клинкера используется 1,6 м³ сырьевого шлама с плотностью 1,68 г/см³. Потери при прокаливании сухой части шлама – 36,1%, пылеунос – 2% от массы сухого сырья и 1,5% от массы портландцементного клинкера. Составить материальный баланс процесса обжига клинкера.

3.17. Составить материальный баланс процесса получения портландцементного клинкера по мокрому способу. Расчетный состав сырьевой смеси, мас. %: мел – 78, глина – 20, пиритные огарки – 2. Химический состав исходных компонентов представлен в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав сырья

Материал	Содержание оксида, мас. %						
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	п.п.п
Мел	55,2	1,4	0,2	0,2	0,2	0,2	42,6
Глина	9,8	49,5	14,5	7,1	0,3	3,5	15,3
Пиритные огарки	2,4	13,2	3,9	77,7	2,3	0,5	–

Влажность сырьевого шлама – 40%. Влажность исходных материалов, мас. %: мел – 28, глина – 24, пиритные огарки – 10.

3.18. Составить материальный баланс процесса обжига цементного клинкера по мокрому способу. Влажность шлама – 39%. Сухая сырьевая смесь содержит 76% мела, 21,5% глины и 2,5% пиритных огарков. Мел содержит 95% CaCO_3 , 3% свободного SiO_2 , 2% MgCO_3 . Глина содержит 30% свободного SiO_2 , 28% монтмориллонита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), 8% CaCO_3 , 5% лимонита ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), остальное – неразлагающиеся примеси. Пиритные огарки содержат 77% Fe_2O_3 , 8% SiO_2 , 6% CaO , 4% Al_2O_3 , остальное – неразлагающиеся примеси. Пылеунос при обжиге – 2% от массы сухого сырья.

3.19. Составить материальные балансы процессов термообработки сырьевой муки с влажностью 1,5% в циклонном теплообменнике и во вращающейся печи. Сырьевая мука включает 78% известняка, 20,2% глины и 1,8% пиритных огарков. Известняк содержит 90% CaCO_3 , 4% свободного SiO_2 , 2% MgCO_3 , остальное – каолинит. Глина содержит 28% свободного SiO_2 , 24,5% каолинита, 3% MgCO_3 , 7% CaCO_3 , 4% лимонита, остальное – неразлагающиеся примеси. Пиритные огарки содержат 78% Fe_2O_3 , 5% SiO_2 , 2% Al_2O_3 , 2% CaO , остальное – неразлагающиеся примеси. Степень декарбонизации CaCO_3 после циклонного теплообменника – 0,21, MgCO_3 – 0,8.

3.20. Составить материальные балансы процессов термообработки сырьевой муки в циклонном теплообменнике с декарбонизатором и во вращающейся печи. Сырьевая мука включает 78% известняка, 20% глины и 2% пиритных огарков. Известняк содержит 91% CaCO_3 , 2% SiO_2 , 3% MgCO_3 , остальное – каолинит. Глина содержит 28% свободного SiO_2 , 15,5% каолинита, 9% монтмориллонита, 8% CaCO_3 , 3% лимонита, остальное – неразлагающиеся примеси. Пиритные огарки содержат 78% Fe_2O_3 , 5% SiO_2 , 2% Al_2O_3 , 3% CaO , остальное – неразлагающиеся примеси. Влажность сырьевой муки – 1,2%. Потеря массы сухого сырья после запечного теплообменного устройства – 28,45%. Определить степень декарбонизации CaCO_3 .

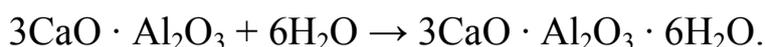
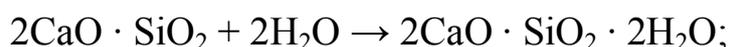
3.21. Рассчитать выход портландцементного клинкера из 1 м^3 сырьевого шлама с плотностью 1700 кг/м^3 и влажностью 38%. Потери при прокаливании сухой части шлама – 35,8%, безвозвратный пылеунос – 1,5% от массы клинкера. Составить материальные балансы процессов обжига клинкера и помола цемента, содержащего 5% природного гипса и 20% минеральной

добавки. Потери при помоле составляют 0,7% от массы каждого компонента.

3.22. Рассчитать массу и объем сырьевого шлама для получения 1 т цементного клинкера. Влажность шлама – 41%, плотность – 1,62 г/см³, пылеунос – 0,7% от массы сухого сырья и 0,5% от массы клинкера. Потери при прокаливании сухой части шлама – 36,5%. Составить материальные балансы процессов обжига клинкера и помола цемента, включающего 4% природного гипса и 40% минеральной добавки. Потери при помоле – 0,3% от массы каждого компонента.

3.23. Рассчитать потери при прокаливании сухой части шлама, если для получения 1 т цементного клинкера используется 1,53 м³ шлама с плотностью 1,7 г/см³ и влажностью 37%. Пылеунос при обжиге – 3% от массы сухого сырья и 3% от массы клинкера. Составить материальные балансы процессов обжига клинкера и помола цемента, включающего 5% природного гипса, 10% трепела и 10% доменного гранулированного шлака. Потери при помоле – 0,4% от массы каждого компонента.

3.24. Определить теоретическое количество воды (в килограммах и процентах к массе цемента) для полной гидратации 1 кг цемента, включающего 62% 3CaO · SiO₂, 15% 2CaO · SiO₂ и 5% 3CaO · Al₂O₃. Гидратация происходит по следующим уравнениям:

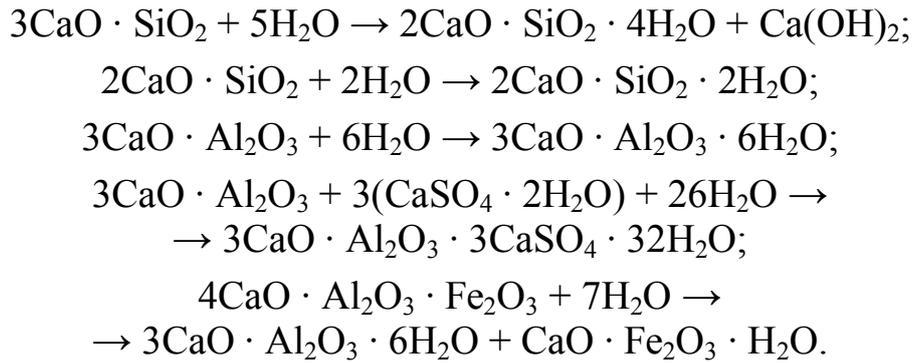


Остальными гидратационными процессами пренебречь.

3.25. Рассчитать, сколько Ca(OH)₂ выделится при гидратации 10 кг портландцемента, содержащего 54% 3CaO · SiO₂, если степень гидратации алита – 65%. Ca(OH)₂ при гидратации алита выделяется по реакции

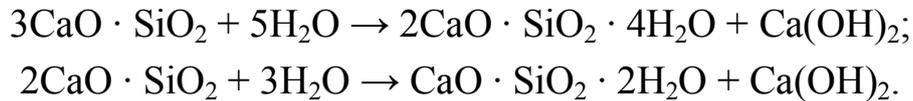


3.26. Составить материальный баланс процесса гидратации портландцемента, содержащего 57% 3CaO · SiO₂, 18% 2CaO · SiO₂, 4% 3CaO · Al₂O₃, 15% 4CaO · Al₂O₃ · Fe₂O₃, 3% CaSO₄ · 2H₂O, остальное – примеси. Водоцементное отношение составляет 0,35. 75% избыточной влаги испаряется в процессе твердения. Гидратация протекает по следующим реакциям:



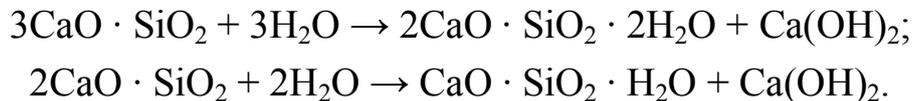
Степень гидратации алита – 0,88, белита – 0,2, трехкальциевого алюмината – 0,95, четырехкальциевого алюмоферрита – 0,8.

3.27. Рассчитать, в каком соотношении необходимо смешать цемент и гидравлическую добавку, содержащую 50% активного SiO_2 , если в цементе 20% алита и 60% белита, а $\text{Ca}(\text{OH})_2$ выделяется по реакциям:



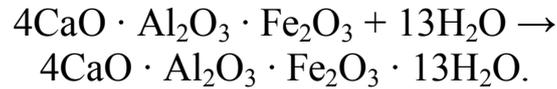
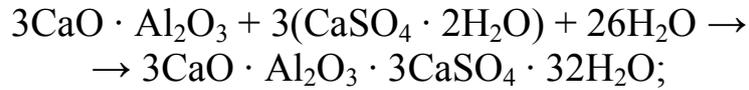
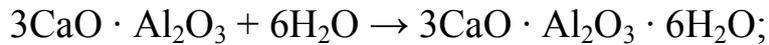
Степень гидратации алита – 0,7, белита – 0,35. При взаимодействии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с SiO_2 образуется $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

3.28. Определить содержание примесей в пуццолановой добавке, если портландцемент и добавка смешиваются в соотношении 1 : 0,25. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при гидратации цемента выделяется по реакциям:



Цемент содержит 58% алита и 17% белита. Степень гидратации алита – 0,9, белита – 0,3. При взаимодействии SiO_2 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

3.29. Составить материальный баланс процесса гидратации портландцемента с активными минеральными добавками. Цемент содержит 76,5% портландцементного клинкера, 20% трепела и 3,5% природного гипса. В состав клинкера входит 60% $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 17% $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 15% $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 5% $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, остальное – примеси. Активная минеральная добавка содержит 69% аморфного SiO_2 , остальное – примеси. В составе природного гипсового камня содержится 92% основного вещества. Степень гидратации алита – 0,9, белита – 0,38, трехкальциевого алюмината – 0,98, четырехкальциевого алюмоферрита – 0,6. Реакции гидратации протекают по следующим уравнениям:



Водоцементное отношение составляет 0,3. В процессе твердения испаряется 60% избыточной влаги.

При взаимодействии SiO_2 с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

4. СИЛИКАТНЫЙ КИРПИЧ

4.1. Рассчитать расход строительной извести с активностью 82% и песка для получения 5 т известково-песчаного вяжущего активностью 34%.

4.2. Рассчитать активность комовой извести, используемой в производстве силикатного кирпича, если при получении известково-песчаного вяжущего с активностью 36% соотношение между известью и песком составляет 0,8 : 1. Рассчитать соотношение между вяжущим и песком-заполнителем для получения силикатной смеси с активностью 8,5%.

4.3. В производстве силикатного кирпича используется строительная известь, полученная совместным помолом с песком. Содержание песка в извести – 18%. Активность бездобавочной извести – 73%. Рассчитать соотношение между добавочной известью и песком для получения силикатной смеси с активностью 7,5%.

4.4. Определить расход строительной извести, песка и воды для получения 1000 шт. условного кирпича-сырца плотностью 1900 кг/м^3 . Влажность силикатной смеси – 8%. Активность извести – 78%, силикатной смеси – 5,5%. Содержанием в извести MgO пренебречь.

4.5. Рассчитать, в каком соотношении необходимо смешать песок-заполнитель и известково-песчаное вяжущее с активностью 36% для получения силикатной смеси с активностью 8,8%. Рассчитать содержание кристаллогидратной воды в сухом кирпиче, если при автоклавной обработке образуется $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Содержанием в извести MgO пренебречь.

4.6. Рассчитать расход воды для получения 1000 шт. одинарного силикатного кирпича-сырца с влажностью 6% и средней плотностью 1850 кг/м^3 . Активность извести – 72%, известково-песчаного вяжущего – 36%, негашеной силикатной смеси – 9%. Известь содержит 2,5% активного MgO. Карьерная влажность песка – 5%. При гашении силикатной смеси испаряется 38% воды от массы, необходимой на химические реакции.

4.7. Рассчитать расход материалов по массе и объему (количество извести, воды для гашения, песка сухого и влажного) для изготовления 1000 шт. одинарного силикатного кирпича. Средняя

плотность силикатного кирпича – 1800 кг/м^3 , влажность – 4%. Содержание СаО в сухой силикатной смеси – 8,5%. Активность извести – 84%. Карьерная влажность песка – 6%. Плотность строительной извести, песка сухого и влажного – соответственно 1,8, 1,6 и $1,72 \text{ г/см}^3$.

4.8. В производстве силикатного кирпича используется известь, полученная совместным помолом с песком. Содержание песка в извести – 20%. Активность бездобавочной извести – 74%. Рассчитать соотношение между добавочной известью и песком для получения силикатной смеси с активностью 7,5%. Составить материальный баланс получения 1000 шт. пустотелого полуторного кирпича с объемной массой 1550 кг/м^3 и влажностью 6%. Учесть, что при автоклавировании образуется $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Содержанием в извести MgO пренебречь. Карьерная влажность песка – 5%.

4.9. Рассчитать, сколько штук полуторного силикатного кирпича можно получить при использовании 1 т строительной извести с активностью 84%. Плотность кирпича – 1600 кг/м^3 . Активность негашеной силикатной смеси – 8,5%. Активность известково-песчаного вяжущего – 35%. Содержание кристаллогидратной воды в сухом кирпиче – 2,8%. Влажность полученного кирпича – 5%. Карьерная влажность песка – 4%. Технологические потери – 0,2% от массы каждого компонента. Составить материальный баланс получения 1000 шт. условного кирпича.

4.10. Рассчитать, сколько штук полуторного силикатного кирпича с плотностью 1550 кг/м^3 можно получить при использовании 1 т песка с влажностью 7%. Активность извести – 72%, известково-песчаного вяжущего – 35,5%, негашеной силикатной смеси – 7,8%. Содержание кристаллогидратной воды в сухом кирпиче – 2,7%. Влажность полученного кирпича – 5,5%. Технологические потери – 0,5% от массы каждого компонента. Составить материальный баланс получения силикатного кирпича.

4.11. Рассчитать, сколько штук одинарного силикатного кирпича с плотностью 1500 кг/м^3 можно получить при использовании 1 т известково-песчаного вяжущего с активностью 38%. Активность извести – 71%, известково-песчаного вяжущего – 35%, сухой силикатной смеси – 9%. Содержание кристаллогидратной воды в сухом кирпиче – 3,2%. Влажность полученного кирпича – 6%. Карьерная влажность песка – 4%. Технологические потери –

0,5% от массы каждого компонента. Составить материальный баланс получения силикатного кирпича.

4.12. Составить материальный баланс получения силикатного кирпича. Рассчитать, сколько штук полуторного силикатного кирпича с плотностью 1700 кг/м^3 и влажностью 5,5% можно получить при использовании 1 т силикатной смеси с активностью 9%. Активность извести – 75%, известково-песчаного вяжущего – 37%. Содержание кристаллогидратной воды в сухом кирпиче – 3%. Карьерная влажность песка – 6%.

4.13. Рассчитать возможное увеличение выпуска силикатного кирпича (%) при переходе с извести с активностью 71% на известь с активностью 83%. Плотность силикатного кирпича – 1750 кг/м^3 , влажность – 5%. Активность известково-песчаного вяжущего – 38%, активность негашеной силикатной смеси – 8,5%. Содержание кристаллогидратной воды в сухом кирпиче – 2,8%. Карьерная влажность песка – 5%.

4.14. Рассчитать экономию сырья при выпуске пустотелого полуторного силикатного кирпича с плотностью 1450 кг/м^3 вместо одинарного с объемной массой 1900 кг/м^3 . Активность извести – 73%, известково-песчаного вяжущего – 38%, негашеной силикатной смеси – 8%. Содержание кристаллогидратной влаги в сухом кирпиче – 2,7%. Влажность кирпича – 4,5%, карьерная влажность песка – 9%.

5. ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН

5.1. Рассчитать, сколько кубометров ячеистого бетона можно получить при использовании 10 кг алюминиевой пудры. Коэффициент использования газообразователя – 0,85. Средняя плотность бетона – 600 кг/м^3 . Истинная плотность гидросиликатного камня – 2300 кг/м^3 .

5.2. Определить пористость ячеистого бетона (%) с плотностью 500 кг/м^3 . Истинная плотность бетона – $2,65 \text{ г/см}^3$. Рассчитать расход алюминиевой пудры на 1 м^3 бетона. Коэффициент использования газообразователя – 0,92. Учесть, что 6% объема пор образуется за счет испарения влаги. Рассчитать массы Ca(OH)_2 и негашеной извести с активностью 81% на 1 м^3 бетона, необходимые для реакции газовой выделения. Содержанием в извести MgO пренебречь.

5.3. Рассчитать расход алюминиевой пудры на 1 м^3 ячеистого бетона с пористостью 75%. Учесть, что 4% объема пор образуется за счет испарения воды. Коэффициент использования газообразователя – 0,85. Рассчитать экономию алюминиевой пудры (%) при увеличении указанного коэффициента до 0,95. Рассчитать массы Ca(OH)_2 и негашеной извести с активностью 71% на 1 м^3 бетона, необходимые для реакции газовой выделения. Содержанием в извести MgO пренебречь.

5.4. Рассчитать, сколько кубических метров ячеистого бетона и сколько штук блоков размером $200 \times 300 \times 500$ мм можно получить при использовании 100 кг алюминиевой пудры. Пористость бетона – 82%. Учесть, что 4,5% объема пор образуется за счет испарения воды. Коэффициент использования газообразователя – 0,93. Рассчитать массы негашеной извести с активностью 73% и Ca(OH)_2 на 1 м^3 бетона, необходимые для реакции газовой выделения. Содержанием в извести MgO пренебречь (см. табл. 1 приложения).

6. ТЯЖЕЛЫЙ БЕТОН

6.1. При просеивании 1 кг сухого песка через стандартный набор сит получены следующие частные остатки на ситах (табл. 4).

Таблица 4

Частные остатки песка на ситах

Размер отверстий сит, мм	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Менее 0,16
Частный остаток на сите, г	0	148	242	198	226	106	80

Определить группу крупности песка (см. табл. 2 приложения).

6.2. При расसेве песка получены следующие результаты (табл. 5).

Таблица 5

Частные остатки песка на ситах

Размер отверстий сит, мм	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Менее 0,16
Частный остаток на сите, г	0	0	60	120	260	320	240

Определить группу крупности песка (см. табл. 2 приложения).

6.3. Определить модуль крупности и соответствие его по гранулометрическому составу требованиям ГОСТ 8736–2014 (см. табл. 2 приложения), если при рассева песка на ситах получены результаты (табл. 6).

Таблица 6

Частные остатки песка на ситах

Размер отверстий сит, мм	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Менее 0,16
Частный остаток на сите, г	0	40	310	360	170	100	20

6.4. После рассева пробы песка получены следующие результаты (табл. 7).

Таблица 7

Частные остатки песка на ситах

Размер отверстий сит, мм	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	Менее 0,16
Частный остаток на сите, г	0	52	154	272	272	106	144

Определить модуль крупности и соответствие его по гранулометрическому составу требованиям ГОСТ 8736–2014 (см. табл. 2 приложения). Определить пустотность песка, если его истинная плотность – 2680 кг/м^3 , а насыпная – 1560 кг/м^3 .

6.5. Рассчитать объем 50 т песка при увлажнении его до 7%, если насыпная плотность сухого песка – 1200 кг/м^3 , а увлажненного – 1400 кг/м^3 .

6.6. Определить объем 10 т песка при увлажнении его до 30%, если насыпная плотность сухого песка составляет 1500 кг/м^3 , а влажного – 2160 кг/м^3 .

6.7. Рассчитать объем 1 м^3 песка при его увлажнении до 5% и 28%. Насыпная плотность сухого песка составляет 1250 кг/м^3 , при влажности 5% – 1360 кг/м^3 , 28% – 2180 кг/м^3 .

6.8. Рассчитать объем доставляемого на предприятие гранитного щебня железнодорожным составом из 15 полувагонов, грузоподъемностью 60 т каждый, если насыпная плотность щебня – 1430 кг/м^3 .

6.9. Определить расход воды и химической добавки, поступающей на предприятие в сухом виде, для получения 100 кг рабочего раствора с концентрацией 10%.

6.10. Рассчитать расход воды для получения 10 кг раствора химической добавки с концентрацией 10%. Добавка поступает на завод в виде концентрированного 50%-ного раствора.

6.11. Определить расход безводного хлорида кальция и раствора 33%-ной концентрации ($\rho = 1,315 \text{ г/см}^3$) на 1 м^3 бетона для ускорения твердения, если расход цемента равен 380 кг на 1 м^3 бетона, а расход хлорида кальция – 1,5% от массы цемента.

6.12. Определить расход суперпластификатора 10%-ной концентрации ($\rho = 1404 \text{ кг/м}^3$) и воды на 1 м^3 бетона, если расход добавки составляет 0,25% от массы цемента (в расчете на сухое вещество). На 1 м^3 бетона расходуется 350 кг цемента, водоцементное отношение составляет 0,5.

6.13. Определить расход материалов на 1 м^3 бетона, если его состав по массе выражается соотношением Ц : П : Щ = 1 : 2 : 4 при В/Ц = 0,5 и средней плотности бетонной смеси 2480 кг/м^3 .

6.14. Состав бетона (по массе) выражается соотношением Ц : П : Щ = 1 : 1,5 : 4,5 при В/Ц = 0,5, плотность бетонной смеси – 2400 кг/м^3 . Определить расход материалов на 1 м^3 бетона.

6.15. Определить расход материалов на 200 м^3 бетона, если его лабораторный состав по массе выражается соотношением Ц : П : Щ = 1 : 1,5 : 3,5 при В/Ц = 0,45 и средней плотности бетонной смеси 2380 кг/м^3 .

6.16. Рассчитать расход материалов для лабораторного замеса объемом 7 л, если состав бетона по массе выражается соотношением Ц : П : Щ = 1 : 2,5 : 4,0; В/Ц = 0,5. Плотность бетонной смеси – 2400 кг/м^3 .

6.17. Определить расход сырьевых материалов для приготовления 100 м^3 бетонной смеси, если соотношение компонентов Ц : П : Щ = 1 : 2,44 : 5,7, водоцементное отношение – 0,57. Влажность песка – 3%, щебня – 1,2%. Плотность бетонной смеси – 2400 кг/м^3 .

6.18. На 1 м^3 бетона расходуется 320 кг цемента, 560 кг песка, 1350 кг щебня и 180 л воды. Выразить состав бетона в виде соотношения между массами составляющих и определить В/Ц.

6.19. При проектировании состава цементного бетона в лаборатории средняя плотность его оказалась 2450 кг/м^3 , состав по массе выражался соотношением Ц : П : Щ = 1 : 1,9 : 4,1 при В/Ц = 0,45. Определить расход составляющих материалов на 1 м^3 бетона, если в момент приготовления бетонной смеси влажность песка составляла 9%, а щебня – 4%.

6.20. Рассчитать прочность бетона, полученного из портландцемента с активностью 44 МПа и заполнителей высокого качества при водоцементном отношении 0,65 (см. табл. 3 приложения).

6.21. Для приготовления тяжелого бетона с прочностью 20 МПа использовался портландцемент с активностью 34 МПа и заполнители среднего качества. Рассчитать водоцементное отношение бетонной смеси (см. табл. 3 приложения).

6.22. Определить активность портландцемента для получения бетона с прочностью 20 МПа на заполнителях низкого качества и при водоцементном отношении 0,58 (см. табл. 3 приложения).

6.23. Определить расход цемента активностью 32 МПа для изготовления бетона прочностью 20 МПа из рядового щебня и гравия. Максимальный размер зерен крупных заполнителей – 10 мм. Осадка конуса бетонных смесей – 5 см (см. табл. 4 приложения).

6.24. Рассчитать прочность бетона (МПа) и построить график функции $R_6 = f(R_{ц})$ при использовании цемента с активностью 53 МПа, заполнителей хорошего качества и водоцементном отношении 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8.

6.25. Определить расход материалов для изготовления бетона прочностью 30 МПа: портландцемента активностью 44 МПа (истинная плотность – 3100 кг/м³, насыпная плотность – 1200 кг/м³); крупнозернистого кварцевого песка (истинная плотность – 2650 кг/м³, насыпная плотность – 1600 кг/м³); гранитного щебня с крупностью зерна 40 мм (истинная плотность – 2700 кг/м³, насыпная плотность – 1450 кг/м³). Осадка конуса бетонной смеси – 4 см (см. табл. 3–5 приложения).

6.26. На 1 м³ бетона расходуется 310 кг цемента, 590 кг песка, 1350 кг щебня и 160 л воды. Насыпная плотность цемента – 1300 кг/м³, песка – 1450 кг/м³, щебня – 1550 кг/м³. Рассчитать коэффициент выхода бетона.

6.27. Расход сырьевых материалов на 1 м³ бетона: 350 кг цемента, 640 кг песка, 1300 кг щебня и 180 л воды. Насыпная плотность цемента – 1320 кг/м³, песка – 1550 кг/м³, щебня – 1500 кг/м³. Рассчитать коэффициент выхода бетона.

6.28. Рассчитать коэффициент выхода бетонной смеси и расход материалов на один замес бетоносмесителя вместимостью 500 л. Состав бетона по массе – Ц : П : Щ = 1 : 2 : 4 при В/Ц = 0,5. Расход цемента составляет 320 кг/м³. Насыпная плотность цемента – 1305 кг/м³, песка – 1500 кг/м³, щебня – 1520 кг/м³.

6.29. Расход материалов на 1 м³ бетона: цемента – 300 кг, песка – 600 кг, щебня – 1200 кг, воды – 180 л. Определить расход материалов на 1 замес бетоносмесителя емкостью 1500 л при насыпной плотности материалов: цемента – 1300 кг/м³, песка – 1500 кг/м³, щебня – 1600 кг/м³.

6.30. Состав лабораторного замеса бетона: цемент – 2,5 кг; песок – 4,5 кг; щебень – 10,0 кг; В/Ц = 0,7. В результате получена бетонная смесь с плотностью 2420 кг/м³. Рассчитать производственный состав бетона и расход материалов на 1 замес бетоносмесителя вместимостью 500 л. Песок имеет влажность 5% и насыпную

плотность 1555 кг/м^3 ; щебень имеет влажность $1,5\%$ и насыпную плотность 1610 кг/м^3 .

6.31. Рассчитать расход материалов на 1 замес бетоносмесителя объемом 750 л при использовании песка с влажностью 7% и щебня – 2% , если лабораторный состав бетона по массе – $\text{Ц} : \text{П} : \text{Щ} = 1 : 1,9 : 3,8$ при $\text{В/Ц} = 0,62$ и плотность бетонной смеси – 2450 кг/м^3 . Коэффициент выхода бетонной смеси – $0,65$.

6.32. Рассчитать число замесов бетоносмесителя вместимостью 2400 л для приготовления 50 м^3 бетона, если коэффициент выхода бетона равен $0,65$.

6.33. Лабораторный состав бетона следующий (кг/м^3): цемент – 380 , песок – 610 , щебень – 1250 , вода – 190 . Как изменится прочность бетона на сжатие, если в производственных условиях не будет учтена влажность щебня 2% и влажность песка 5% ?

6.34. Определить прочность бетона, если расход цемента в равноподвижной бетонной смеси увеличили в $1,5$ раза – с 260 до 390 кг/м^3 . Активность цемента – 40 МПа . Водопотребность бетонной смеси – 180 л/м^3 .

6.35. На предприятии изготавливают изделия из бетона с прочностью 30 МПа с использованием высококачественных заполнителей и цемента активностью 45 МПа при расходе воды 180 л на 1 м^3 бетона. Рассчитать расход вяжущего вещества, если на завод поступит цемент того же вида, но с активностью 33 МПа . Расход воды остается без изменения.

6.36. Рассчитать экономию портландцемента активностью 43 МПа на каждом кубометре тяжелого бетона с прочностью 32 МПа , если производственные условия позволяют, не изменяя водоцементного отношения, перейти от малоподвижной (жесткость 25 с) к жесткой бетонной смеси (жесткость 100 с). Для изготовления бетона применен гранитный щебень с наибольшей крупностью зерен 20 мм .

6.37. Рассчитать экономию цемента в бетоне прочностью 22 МПа , если для его изготовления применяют портландцементы с активностью $32,5, 42,5, 52,5 \text{ МПа}$, сохраняя при этом жесткость бетонной смеси 50 с . Заполнители бетона рядового качества. Максимальная крупность зерен гранитного щебня – 10 мм . Построить график функции $\text{Ц} = f(R_{\text{ц}})$.

6.38. Определить экономию шлакопортландцемента с активностью 41 МПа на 1 м^3 бетона с прочностью 35 МПа при переходе

от заполнителей пониженного качества к высококачественным. Жесткость бетонной смеси – 30 с. Максимальный размер зерен гранитного щебня – 10 мм.

6.39. Для изготовления бетона применяли средnezернистый песок и щебень крупностью до 40 мм, расходуя на 1 м^3 300 кг цемента активностью 33,4 МПа и 180 л воды. Замена средnezернистого песка местным мелкозернистым привела к увеличению водопотребности на 15 л/м^3 . Определить изменение прочности бетона при равноподвижных смесях и неизменном расходе цемента. Рассчитать перерасход цемента в равнопрочном бетоне из равноподвижной смеси на мелкозернистом песке. Коэффициент A принять 0,6 для среднего и 0,55 для мелкого песка.

6.40. Усовершенствование процесса формования позволило перейти от применения подвижной бетонной смеси ($ОК = 8 \text{ см}$) к малоподвижной ($ОК = 2 \text{ см}$). Рассчитать экономию цемента на 1000 м^3 бетона прочностью 22,5 МПа. Для изготовления бетона использовались цемент активностью 27,8 МПа, гранитный щебень с максимальной крупностью зерна 40 мм и речной песок средней крупности.

6.41. Определить расход цемента активностью 45 МПа на 1 м^3 бетона прочностью 40 МПа, если расход воды в пластичной смеси – 185 л, а в жесткой – 145 л. Рассчитать экономию портландцемента при изготовлении 1 млн. м^3 бетона при переходе от применения подвижной смеси к жесткой.

6.42. Для бетона прочностью 30 МПа использовался портландцемент активностью 45 МПа при расходе воды 186 л на 1 м^3 бетона. Активность поступившего на предприятие нового цемента – 35 МПа, при этом расход воды составил 195 л на 1 м^3 бетона (при неизменных высококачественных заполнителях). Определить, как изменится расход вяжущего вещества на 1 м^3 бетона при переходе на новый цемент.

6.43. Бетонные изделия прочностью 30 МПа изготавливают из высококачественных заполнителей и цемента активностью 40 МПа. Определить, как изменится расход цемента, если на предприятие поступят заполнители пониженного качества, при этом водопотребность бетонной смеси увеличится с 175 до 185 л/м^3 .

6.44. Фундамент из бетона прочностью 20 МПа имеет форму правильного параллелепипеда с длиной ребер $4,0 \times 6,0 \times 2,0 \text{ м}$. Определить расход портландцемента для изготовления этого фундамента,

если активность цемента составляет 38,5 МПа, заполнители – среднего качества, а расход воды на 1 м³ бетона равен 170 л.

6.45. Рассчитать суточную потребность в цементе активностью 43 МПа для производства железобетонных изделий В15 с годовой производительностью технологической линии 30 000 м³ из бетонной смеси с осадкой конуса 5–6 см, В25 с годовой производительностью 41 000 м³ из бетонной смеси с осадкой конуса 1–2 см и В30 с годовой производительностью 38 500 м³ из бетонной смеси жесткостью 10 с.

6.46. Лабораторный состав цементного бетона по массе выражается соотношением Ц : П : Щ = 1 : 2,5 : 4,5, В/Ц = 0,48. На 1 м³ бетона расход цемента составляет 320 кг. Влажность песка и щебня в момент приготовления бетонной смеси соответственно равна 5 и 3%. Составить материальный баланс приготовления 185 м³ бетонной смеси.

6.47. Определить состав бетона по массе и объему при расходе цемента 300 кг/м³ и водоцементном отношении 0,6. Насыпная плотность цемента – 1300 кг/м³, песка – 1600 кг/м³, щебня – 1400 кг/м³. Соотношение между песком и щебнем по массе – 0,45. Истинная плотность цемента – 3,1 г/см³, песка – 2,62 г/см³, щебня – 2,7 г/см³. Составить материальный баланс получения бетона.

6.48. Определить состав бетона для дорожного покрытия с прочностью 40 МПа. Для получения бетонной смеси использовались портландцемент с активностью 44 МПа и истинной плотностью 3100 кг/м³; песок средней крупности с истинной и насыпной плотностью 2650 и 1650 кг/м³ соответственно; гранитный щебень с наибольшей крупностью зерен 20 мм с истинной и насыпной плотностью 2650 и 1540 кг/м³ соответственно. Осадка конуса бетонной смеси – 1–2 см. Технологические потери составляют 0,5% от массы сухих компонентов. Составить материальный баланс получения бетона.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Соотношение между кремнеземистым компонентом и вяжущим веществом в ячеистобетонной смеси

Вид вяжущего	Отношение кремнеземистого компонента к вяжущему веществу по массе в ячеистобетонной смеси ($C = P_{кр} / P_{вяж.в}$)	
	для автоклавного бетона	для безавтоклавного бетона на золе-уноса
Цементное	0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0	0,75; 1,0; 1,25
Известковое	3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0	–
Известково-белитовое	1,0; 1,25; 1,5; 2,0	–
Известково-шлаковое	0,6; 0,8; 1,0	0,6; 0,8; 1,0
Высокоосновное зольное	0,75; 1,0; 1,25	–
Шлакощелочное	0,1; 0,15; 0,2	–

Таблица 2

Группа песка в зависимости от модуля крупности M_k

Группа песка	Модуль крупности M_k	Полный остаток на сите № 063, %
Очень крупный	Более 3,5	Более 75
Повышенной крупности	3,0–3,5	65–75
Крупный	2,5–3,0	45–65
Средний	2,0–2,5	30–45
Мелкий	1,5–2,0	10–30
Очень мелкий	1,0–1,5	Менее 10
Тонкий	0,7–1,0	Не нормируется
Очень тонкий	Менее 0,7	Не нормируется

Таблица 3

Значение коэффициентов A и A_1

Качество заполнителей и цемента	A	A_1
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,60	0,40
Пониженного качества	0,55	0,37

Примечание. К высококачественным материалам относятся щебень из плотных горных пород высокой прочности, песок оптимальной крупности, портландцемент высокой активности без добавок или с минимальным количеством добавки в его составе. Заполнители должны быть чистые и фракционированные.

Рядовые материалы включают материалы среднего качества, в том числе гравий, портландцемент средней активности, высокомарочный шлакопортландцемент.

Материалы пониженного качества подразделяются на крупные заполнители низкой прочности, мелкие пески, цементы низкой активности.

Таблица 4

Водопотребность бетонной смеси

Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход воды, л, на 1 м ³ бетонной смеси при наибольшей крупности заполнителя, мм					
Подвижность ОК, см	Жесткость Ж, с	Гравий			Щебень		
		10	20	40	10	20	40
–	31 и более	150	135	125	160	150	135
–	30–20	160	145	130	170	160	145
–	20–11	165	150	135	175	165	150
–	10–5	175	160	145	185	170	155
1–2	–	185	170	155	195	180	165
3–4	–	195	180	165	205	190	175
5–6	–	200	185	170	210	195	180
7–8	–	205	190	175	215	200	185
9–10	–	215	200	185	225	220	195

Примечание. Расход приведен для смеси на портландцементе с нормальной густотой цементного теста 26–28% и на песке с модулем крупности $M_{кр} = 2$.

При изменении нормальной густоты цементного теста на каждый процент в меньшую сторону расход воды уменьшается на 5 л/м³, в большую сторону – увеличивается на 5 л/м³.

При изменении модуля крупности песка на каждые 0,5 в меньшую сторону расход воды увеличивается на 5 л/м³, в большую сторону – уменьшается на 5 л/м³.

Таблица 5

Значение коэффициента раздвижки $K_{разд}$ пластичных бетонных смесей

Расход цемента, кг/м ³	Значение водоцементного отношения					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	–	–	–	1,26	1,32	1,38
300	–	–	1,3	1,36	1,42	–
350	–	1,32	1,38	1,44	–	–
400	1,31	1,4	1,46	–	–	–
500	1,44	1,52	–	–	–	–
600	1,52	1,56	–	–	–	–

Примечание. При других значениях Ц и В/Ц коэффициент $K_{разд}$ находится интерполяцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов, К. Н. Строительные материалы и изделия / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Высшая школа, 2001. – 367 с.
2. Примеры и задачи по строительным материалам / П. Ф. Шубенкин [и др.]; под ред. П. Ф. Шубенкина. – М.: Высшая школа, 1970. – 232 с.
3. Мечай, А. А. Сборник задач по химической технологии вяжущих веществ и строительных материалов на их основе / А. А. Мечай, М. И. Кузьменков. – Минск: БГТУ, 2006. – 58 с.
4. Грушко, И. М. Дорожно-строительные материалы: сборник задач / И. М. Грушко, Н. Ф. Глущенко, А. В. Космин. – Харьков: Издательство при Харьковском государственном университете издательского объединения «Вища школа», 1987. – 96 с.
5. Сакович, А. А. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / А. А. Сакович. – Минск: БГТУ, 2008. – 110 с.
6. Конопленко, А. И. Технология бетона. Расчеты и задачи / А. И. Конопленко. – Киев: Вища школа, 1975. – 248 с.
7. Хотянович, О. Е. Технология и оборудование производства вяжущих материалов / О. Е. Хотянович. – Минск: БГТУ, 2014. – 166 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Гипсовые вяжущие вещества и изделия на их основе.....	4
2. Строительная известь	9
3. Портландцемент	17
4. Силикатный кирпич	24
5. Ячеистый бетон	27
6. Тяжелый бетон.....	28
Приложение	35
Литература	37

Учебное издание

Хотянович Оксана Евгеньевна

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Сборник задач

Редактор *О. П. Приходько*
Компьютерная верстка *О. П. Приходько*
Корректор *О. П. Приходько*

Подписано в печать 21.01.2019. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 2,3.
Тираж 90 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.