

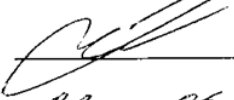
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА « СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА »

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой


С.Н. Ковшар

« 08 » 06 2022 г.

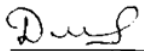
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание степени магистра


« Свойства керамзитопенобетона для монолитного строительства »

Специальность 1-70 80 01 « Строительство зданий и сооружений »

Магистрант


Д. Джумаев

Руководитель
к.т.н., доцент


С.Н. Ковшар

Минск 2022

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач при строительстве и эксплуатации жилищного фонда Республики Беларусь является обеспечение требований к теплоизолирующей функции наружных ограждающих конструкций зданий. Поэтому совершенствование технологии получения энергоэффективных стеновых материалов, которые сочетали бы низкую теплопроводность с достаточными прочностными характеристиками, то есть обеспечивали рациональное сочетание теплоизолирующей и несущей функций, предоставляет собой актуальную задачу.

Приведенным критериям в наибольшей мере соответствуют легкие бетоны поризованной структуры, в частности производимые в нашей стране изделия из автоклавного ячеистого бетона на основе известково-кремнеземистого вяжущего с использованием извести-кипелки. Эта технология ориентирована на производство штучных изделий заводского изготовления. С расширением строительства из монолитного бетона появилась потребность в технологии ячеистого бетона, которая могла бы обеспечить условия возведения ограждающих конструкций с требуемым термическим сопротивлением теплопередаче монолитным способом. Традиционная технология ячеистого бетона эти условия не обеспечивает. В этой связи перспективно применение в монолитном строительстве ячеистого бетона, полученного с использованием пенообразователей, то есть пенобетона.

Однако в процессе исследований и практического использования выявились недостатки пенобетона, которые связаны с нестабильностью свойств пенобетонных смесей, что затем проявляется в повышенной осадке (и усадке) и неоднородности структуры и свойств затвердевшего материала, то есть в уровне и постоянстве его физико-технических показателей, определяющих качество конечной продукции. В настоящей диссертационной работе представлено решение данной задачи путем создания конгломератного материала – керамзито-пенобетона, полученного с применением особо легкого керамзитового заполнителя ($\rho_o^k \leq 400 \text{ кг/м}^3$) и пенобетонного связующего со средней плотностью $\rho_{\text{ср}} \sim 200 \dots 600 \text{ кг/м}^3$, что позволило получить материал с однородной (не подверженной осадке) структурой в диапазоне средней плотности $300 \dots 700 \text{ кг/м}^3$, обеспечивающий требуемые теплофизические и прочностные характеристики для возводимых стеновых (внутренних и наружных) и иных строительных конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жуков, Д. Д. Теплоизоляционные материалы и изделия / Д. Д. Жуков // Белорус. строит. рынок. – 1999. – № 14. – С. 2–7.
2. Завадский, В. Ф. Оптимизация параметров получения газобетона на новых видах дисперсных наполнителей / В. Ф. Завадский // Изв. вузов. Строительство. – 2005. – № 4. – С. 58–63.
3. Наназашвили, И. Х. Ячеистые силикатные материалы / И. Х. Наназашвили // Строительные материалы, изделия и конструкции : справочник / И. Х. Наназашвили. – М., 1990. – С. 140–151.
4. Способ изготовления изделий из ячеистобетонных смесей : а. с. SU 802026 / Э. А. Курносов. – Опубл. 02.07.1981.
5. Ахундов, А. А. Состояние и перспективы развития производства пенобетона / А. А. Ахундов, Ю. В. Гудков // Белорус. строит. рынок. – 2003. – № 10. – С. 22–25.
6. Кузнецов, В. Д. Мелкозернистые и ячеистые бетоны на отходах дробления скальных пород / В. Д. Кузнецов, И. А. Кузнецова / Строит. материалы. – 1994. – № 4 – С. 15–16.
7. Бозылев, В. В. К вопросу повышения эффективности вспучивания сырьевой смеси при изготовлении изделий из ячеистого бетона / В. В. Бозылев, Е. В. Рядчиков // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь : сб. тр. XVI междунар. науч.-метод. семинара, 28–30 мая 2009 г. : в 2 ч. / Брест. гос. техн. ун-т ; под общ. ред. П. С. Пойты, В. В. Тура. – Брест, 2009. – Ч. 2. – С. 59–63.
8. Рязанова, Г. Н. Совершенствование технологии возведения ограждающих конструкций из крупнопористого керамзитобетона в несъемной цементно-стружечной опалубке : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Г. Н. Рязанова. – Пенза, 2008. – 182 л.
9. Маркетинговое агентство ABARUS MR. Рыночные исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.abarus.ru>. – Дата доступа : 23.05.2019.
10. Повидайко, В. Г. Неавтоклавный пенобетон повышенной морозостойкости и стеновые блоки на его основе / В. Г. Повидайко, Г. С. Галузо // Наука – образованию, производству, экономике : материалы Третьей междунар. науч.-техн. конф. : в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2006. – Т. 1 / редкол.: Б. М. Хрусталеv, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. – С. 433–435.
11. Бурангулов, Р. И. Технология получения и применения особо легких и легких полистиролпенобетонов / Р. И. Бурангулов, Т. В. Тэненбауль, Д. М. Хабилов // Строит. материалы. – 2003. – № 12. – С. 20–23.
12. Васильев, В. Д. Опыт использования монолитного пенобетона в строительстве / В. Д. Васильев, И. А. Лундышев // Белорус. строит. рынок. – 2003. – № 10. – С. 25–26.
13. Краева, Е. Проблемы производства пенобетона [Электронный ресурс] / Е. Краева // Стройка Санкт-Петербург. – Режим доступа : <http://library.stroit.ru/articles/probbet/index.html>. – Дата доступа : 24.05.2019.

14. Гусейнова, В. В. Модифицирование неавтоклавных пенобетонов одностадийного приготовления суперпластификатором С-3 и электролитами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / В. В. Гусейнова ; Рост. гос. строит. ун-т. – Ростов н/Д, 2006. – 18 с.
15. Моргун, Л. В. Анализ структурных особенностей пенобетонных смесей / Л. В. Моргун // Строит. материалы. – 2005. – № 12. – С. 44–48.
16. Меркин, Л. П. Особенности структуры и основы технологии получения эффективных пенобетонных материалов / Л. П. Меркин, Т. Е. Кобидзе // Строит. материалы. – 1988. – № 3. – С. 16–18.
17. Баженов, Ю. М. Технология бетона : учеб. пособие / Ю. М. Баженов. – М. : Высш. шк., 1978. – 455 с.
18. Тысячук, В. В. Устройство элементов плоских кровель из монолитного пенобетона / В. В. Тысячук, А. В. Свиначев // Строит. материалы. – 2005. – № 12. – С. 24–27.
19. Jones, M. R. Foamed concrete for energy-efficient foundations and ground slabs / M. R. Jones, A. Giannakou // Concrete. – 2002. – Vol. 36, № 3. – P. 14–16.
20. Марчик, Е. В. Неавтоклавный пенобетон на синтетических пенообразователях / Е. В. Марчик, М. И. Кузьменков // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь : сб. тр. XVI междунар. науч.-метод. семинара, 28–30 мая 2009 г. : в 2 ч. / Брест. гос. техн. ун-т ; под общ. ред. П. С. Пойты, В. В. Тура. – Брест, 2009. – Ч. 2. – С. 52–54.
21. Ицкович, С. М. Легкие бетоны : текст лекций / С. М. Ицкович, Г. С. Галузо. – Минск : [б. и.], 1981. – 25 с.
22. Комиссаренко, Б. С. Керамзитобетон для эффективных ограждающих конструкций : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.05 / Б. С. Комиссаренко ; Самар. гос. архитектур.-строит. акад. – Самара, 2000. – 41 с.
23. Перспективы развития производства керамзита и конструкций на его основе / Б. С. Комиссаренко [и др.] // Строит. материалы – Technology. – 2006. – № 8. – С. 14–16.
24. Прочностные и деформативные свойства бетонов и конструкций на пористых заполнителях юга Украины / В. С. Дорофеев [и др.] // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. тр. II Междунар. симп., Минск, 21–23 окт. 2009 г. : в 2 ч. / Науч.-исслед. респ. унитар. предприятие по стр-ву «Ин-т БелНИИС» ; редкол.: М. Ф. Марковский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2 : Технология бетона. – С. 189–207.
25. Бужевич, Г. А. Исследование распределения средних деформаций и напряжений в составляющих высокопрочного керамзитобетона при различных сочетаниях их модулей упругости / Г. А. Бужевич, Р. К. Житкевич // Структура, прочность и деформация легкого бетона : материалы координац. совещ. / Науч.-исслед. ин-т бетона и железобетона Госстроя СССР ; под ред. Г. А. Бужевича. – М., 1973. – С. 259–265.
26. Бужевич, Г. А. Легкие бетоны на пористых заполнителях / Г. А. Бужевич. – М. : Стройиздат, 1970. – 272 с.

27. Ицкович, С. М. Технология заполнителей бетона : учебник / С. М. Ицкович, Л. Д. Чумаков, Ю. М. Баженов. – М. : Высш. шк., 1991. – 272 с.
28. Симонов, М. З. Основы технологии легких бетонов / М. З. Симонов. – М. : Стройиздат, 1973. – 584 с.
29. Керамзитобетонные блоки «Термокомфорт» [Электронный ресурс] // Керамзит. – Режим доступа : <https://www.keramzit.by/catalog/termokomfort>. – Дата доступа : 23.05.2019.
30. Камни бетонные стеновые. Общие технические условия = Камяні бетонныя сценавыя. Агульныя тэхнічныя ўмовы : СТБ 1008-95. – Взамен ГОСТ 6133-84 ; введ. РБ 15.08.95. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2002. – 18 с.
31. Технологические задачи моделирования процесса возведения ограждающих конструкций из крупнопористого керамзитобетона в несъемной опалубке / Г. Н. Рязанова [и др.] // XXVIII Российская школа по проблемам науки и технологий. Наука и технологии: Межрегион. совет по науке и технологиям, Екатеринбург, 24–26 июня 2008 г. / Урал. отд-ние Рос. акад. наук. – Екатеринбург, 2008. – С. 72–75.
32. Ицкович, С. М. Крупнопористый бетон: технология, структура, свойства, повышение эффективности : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.05 / С. М. Ицкович ; Моск. инженер.-строит. ин-т. – М., 1983. – 37 с.
33. Киселев, Д. П. Поризованные легкие бетоны / Д. П. Киселев, А. А. Кудрявцев. – М. : Стройиздат, 1966. – 83 с.
34. Попов, Н. А. Новые виды легких бетонов: керамзитобетон / Н. А. Попов. – М. : [б. и.], 1939. – 196 с.
35. Попов, Н. А. Пути повышения технико-экономической эффективности применения легких бетонов / Н. А. Попов // Бетон и железобетон. – 1956. – № 4. – С. 118–123.
36. Попов, Н. А. Подбор состава легких бетонов на искусственных пористых заполнителях / Н. А. Попов, М. П. Элинзон, Я. М. Штейн ; под ред. Н. А. Попова. – М. : Стройиздат, 1962. – 84 с.
37. Косых, А. Н. Керамзитобетон, поризованный добавками из побочных продуктов переработки древесины : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / А. Н. Косых ; Ленингр. инженер.-строит. ин-т. – Л., 1989. – 25 с.
38. Ямов, Ю. Л. Керамзитопенобетон с использованием золокарбонатных отходов промышленности : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Ю. Л. Ямов ; Днепропетр. инженер.-строит. ин-т. – Днепропетровск, 1990. – 16 с.
39. Кудряшев, И. Т. Ячеистые бетоны: виды, свойства и применение / И. Т. Кудряшев, В. П. Куприянов. – М. : Госстройиздат, 1959. – 182 с.
40. Моргун, В. Н. Влияние формы компонентов на интенсивность межчастичных взаимодействий в пенобетонных смесях / В. Н. Моргун // Строит. материалы. – 2007. – № 4. – С. 29–33.
41. Моргун, В. Н. О взаимосвязи между расходом ПАВ и качеством пенобетонных смесей / В. Н. Моргун // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. тр. : в 2 ч. / Науч.-исслед. респ. унитар. предприятие по стр-ву

«Институт БелНИИС»; редкол.: М. Ф. Марковский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2 : Технология бетона. – С. 312–319.

42. Тихомиров, В. К. Пены: теория и практика их получения и разрушения / В. К. Тихомиров. – 2-е изд., перераб. – М. : Химия, 1983. – 265 с.

43. Кругляков, П. М. Пена и пенные пленки / П. М. Кругляков, Д. Р. Ексерова. – М. : Химия, 1990. – 425 с.

44. Almgren, F. J. The geometry of soap films and soap bubbles / F. J. Almgren, J. E. Taylor // Sci. Amer. – 1976. – Vol. 235, № 1. – P. 82–93.

45. Физико-химия моющего действия : сб. науч.-иссл. работ / Сектор моющих средств Всесоюз. науч.-исслед. ин-та жиров ; науч. рук. и ред. П. А. Ребиндер. – М. ; Л. : Пищепромиздат, 1935. – 159 с.

46. Взаимосвязь структуры пены, технологии и свойств получаемого пенобетона / Т. Е. Кобидзе [и др.] // Строит. материалы. – 2005. – № 1. – С. 26–29.

47. Способ приготовления пеномассы : а. с. SU 925043 / А. П. Меркин, Б. М. Румянцев, Л. Э. Вительз, Т. Е. Кобидзе, З. В. Михайлова, О. В. Бевз. – Оpubл. 07.03.1986.

48. Розенфельд, Л. М. Физико-химия стойких воздушно-механических пен, применяемых в пожаротушении / Л. М. Розенфельд ; под ред. П. А. Ребиндера. – М. ; Л. : Изд-во Наркомхоза РСФСР, 1941. – 76 с.

49. Деревягин, Б. В. Упругие свойства пен // Журнал физической химии. – 1931. – Т. 2. – № 6. – С. 745–753.

50. Ружинский, С. Пенообразователи из природных соединений органического происхождения [Электронный ресурс] / С. Ружинский // Строй-Бетон. – Режим доступа: <http://www.ibeton.ru/a23.php>. – Дата доступа: 24.03.2019.

51. Ружинский, С. Пенообразователи из нефтяных кислот [Электронный ресурс] / С. Ружинский // Строй-Бетон. – Режим доступа : <http://www.ibeton.ru/a25.php>. – Дата доступа : 24.05.2019.

52. Коротышевский, О. В. Новая ресурсосберегающая технология по производству высокоэффективных пенобетонов / О. В. Коротышевский // Строит. материалы. – 1999. – № 2. – С. 32–33.

53. Способ приготовления пенобетонной смеси : а. с. RU 2064913 / Ю. П. Гладких, В. И. Завражина. – Оpubл. 10.08.1996.

54. Способ получения пенобетона : а. с. RU 2128154 / А. А. Ахундов, Ю. П. Баталин, А. Я. Беккер, Ю. В. Гудков, В. В. Иваницкий, В. В. Слесарев, О. Н. Хмыз. – Оpubл. 27.03.1999.

55. Кобидзе, Т. Е. Получение низкоплотного пенобетона для производства изделий и монолитного бетонирования / Т. Е. Кобидзе, В. Ф. Коровяков, С. А. Самборский // Строит. материалы. – 2004. – № 10. – С. 56–58.

56. Миронов, А. С. Ускорение твердения бетона. Пропаривание бетона в заводских условиях / А. С. Миронов, Л. А. Малинина. – М. : Госстройиздат, 1961. – 224 с.

57. Горяйнов, К. Э. Деструкция в твердеющем бетоне раннего возраста при нагреве и способы уменьшения ее интенсивности / К. Э. Горяйнов, Е. С. Векслер // Труды Международной конференции по проблемам ускорения твердения бетона при изготовлении сборных железобетонных конструкций /

Междунар. союз лаб. по испытанию и исслед. материалов и конструкций (РИЛЕМ) ; редкол.: А. В. Волженский [и др.]. – М., 1968. – С. 56–63.

58. Шахова, Л. Д. Ускорение твердения пенобетонов / Л. Д. Шахова, Е. С. Черноситова // Строит. материалы. – 2005. – № 5. – С. 1–8.

59. Кравченко, И. В. О структуре цементного камня при пропаривании / И. В. Кравченко, М. Т. Власова // Науч. сообщ. / Гос. всесоюз. науч.-исслед. ин-т цемент. пром-сти. – М., 1960. – № 8. – С. 13–18.

60. Шейкин, А. Е. Специальные цементы для гидротехнического бетона / А. Е. Шейкин // Труды / Моск. ин-т инженеров ж.-д. трансп. – М., 1964. – Вып. 191 : Строительные материалы (специальные цементы и бетоны). – С. 85–109.

61. Цементы. Методы испытаний. Общие положения (с изменением № 1) [Электронный ресурс] : ГОСТ 310.1-76. – Взамен ГОСТ 310-60 в части общих положений ; введ. 14.10.76 // Кодекс. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901707806>. – Дата доступа : 24.05.2019.

62. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема (с Изменением № 1) [Электронный ресурс] : ГОСТ 310.3-76. – Взамен ГОСТ 310-60 в части определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема ; введ. 14.10.76 // Кодекс. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/871001226>. – Дата доступа : 24.05.2019.

63. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии (с Изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс] : ГОСТ 310.4-81. – Взамен ГОСТ 310.4-76 ; введ. 21.08.81 // Кодекс. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/871001227>. – Дата доступа : 24.05.2019.

64. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа [Электронный ресурс] : ГОСТ 5382-91. – Взамен ГОСТ 5382-73, ГОСТ 9552-76 ; введ. 30.01.91 // Кодекс. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/901704800>. – Дата доступа: 24.05.2019.

65. Строительство. Материалы строительные нерудные и заполнители для бетона пористые. Номенклатура показателей = Будаўніцтва. Матэрыялы будаўніцкія нярудныя і запаўняльнікі для бетона порыстыя. Наменклатура паказчыкаў : СТБ 4.211-94 . – Взамен ГОСТ 4.211-80 ; введ. 01.01.95. – Минск : Минстройархитектуры, 1995. – 8 с.

66. Пенообразователь ПБ 2000 : ТУ 2481-185-05744685-01.

67. Кальций хлористый технический. Технические условия : ГОСТ 450-77. – Взамен ГОСТ 450-70 ГОСТ 5.831-71; введ. 01.01.79 – М : Мин. хим. пром. СССР, 1977. – 16 с.

68. Натрий сернокислый технический. Технические условия (с изменениями № 1, 2) [Электронный ресурс] : ГОСТ 6318-77. – Взамен ГОСТ 6318-68 ; введ. 26.05.77 // Кодекс. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200019021>. – Дата доступа : 24.05.2019 .

69. Алюминия сульфат технический очищенный. Технические условия (с изменениями № 1, 2, 3, 4) : ГОСТ 12966-85. – Взамен ГОСТ 12966-75 ; введ. 01.01.87. – Минск, 1985. – 12 с.

70. Добавки для бетонов. Общие технические условия = Дабаўкі для бетонаў. Агульныя тэхнічныя ўмовы : СТБ 1112-98. – Взамен ГОСТ 24211-91 ; введ. 01.01.99. – Минск : [б. и.], 1998. – 23 с.
71. Вода для бетонов и растворов. Технические условия = Вада для бетонаў і раствораў. Тэхнічныя ўмовы : СТБ 1114-98. – Взамен ГОСТ 23732-79 ; введ. 01.01.99. – Минск : [б. и.], 1998. – 12 с.
72. Бетоны. Методы определения плотности : ГОСТ 12730.1-78. – Взамен ГОСТ 12730-67, ГОСТ 11050-64, ГОСТ 12852.2-77 и ГОСТ 4800-59 в части определения плотности ; введ. 01.01.80 // Бетоны. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости : сб. док. – М., 1985. – С. 4–8.
73. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам = Бетоны. Метады вызначэння трываласці па кантрольных узорах : ГОСТ 10180-2012. – Взамен ГОСТ 10180-90 ; введ. РБ 01.02.16. – Минск : Госстандарт, 2015. – 29 с.
74. Бетоны. Метод определения влажности : ГОСТ 12730.2-78. – Взамен ГОСТ 12852.2-77, ГОСТ 11050-64 в части определения влажности ; введ. 01.01.80 // Бетоны. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости : сб. док. – М., 1985. – С. 9–11.
75. Бетоны. Метод определения водопоглощения = Бетоны. Метад вызначэння водапаглынання : ГОСТ 12730.3-78. – Взамен ГОСТ 12370-67 в части определения водопоглощения ; введ. РБ 17.12.92. – Минск : Госстандарт, 2018. – II, 3 с.
76. Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности при стационарном тепловом режиме = Матэрыялы і вырабы будаўнічыя. Метады вызначэння цеплаправоднасці пры стацыянарным цеплавым рэжыме : СТБ 1618-2006. – Взамен на территории РБ ГОСТ 7076-99 ; введ. 01.07.06. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 9 с.
77. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона : ГОСТ 24452-80 ; введ. 01.01.1982. – М : Госстандарт, 1980. – 19 с.
78. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учеб. пособие / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1985. – 327 с.
79. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ : в 2 кн. / Н. Дрейпер, Г. Смит ; пер. с англ.: Ю. П. Адлер, В. Г. Горский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 1986–1987. – Кн. 2. – 1987. – 349 с.
80. Батяновский, Э. И. Особо плотный бетон сухого формования : монография / Э. И. Батяновский. – Мн : НПО «Стринко», 2002. – 224 с.
81. Мчедлов-Петросян, О. П. Расширяющиеся составы на основе портландцемента: химия и технология / О. П. Мчедлов-Петросян, Л. Г. Филатов. – М. : Стройиздат, 1965. – 139 с.
82. Ружинский, С. Все о пенобетоне. – 2-е изд., улучшенное и дополн. / С. Ружинский [и др.] – Спб. : Строй-Бетон, 2006. – 630 с.

83. Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента и цементного камня = Effects of carbon nanomaterials on cement and cement stone properties / Э. И. Батяновский [и др.] // Строительная наука и техника = Construction science and engineering. – Минск : МАИС, 2010. – № 1-2. – С. 3–10.

84. Рябчиков, П. В. Технология и физико-технические свойства тяжелого бетона, модифицированного углеродными наноматериалами: автореф. Дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / П. В. Рябчиков ; Белорусский национальный технический университет. – Минск : БНТУ, 2017. – 22 с.

85. Рябчиков, П. В. Влияние отечественных углеродных наноматериалов на физико-технические свойства тяжелого конструкционного бетона / П. В. Рябчиков, Э. И. Батяновский, В. Д. Якимович // Инновационная подготовка инженерных кадров на основе европейских стандартов (Еврокодов) : материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 30 мая 2017 г.) / [редколлегия: В. Ф. Зверев, С. М. Коледа]. – Минск : БНТУ, 2017. – С. 276–289.

86. Рябчиков, П. В. Перспективы применения отечественных углеродных наноматериалов в технологии тяжелых и высокопрочных бетонов / П. В. Рябчиков, Э. И. Батяновский // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства : сб. науч.-техн. ст. (мат-лы науч.-метод. семинара), 22–23 мая 2013 г. В 2 ч. Ч. 2 / ред. колл.: В. Ф. Зверев [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 159–172.

87. Углерод наноструктурированный технический. Технические условия = Вуглярод нанаструктураваны тэхнічны. Тэхнічныя ўмовы : СТБ 1873-2008 ; введ. 30.04.2008. – Минск : [б. и.], 2008. – 5 с.

88. Смеси бетонные. Методы испытаний = Сумесі бетонныя. Метады выпрабаваньў : СТБ 1545-2005. – Взамен ГОСТ 10181.0-81 ; введ. 01.07.2005. – Минск : [б. и.], 2005. – 20 с.

89. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности = Бетоны. Ультрагукавы метада вызначэння трываласці : ГОСТ 17624-2012. – Взамен ГОСТ 17624-87 ; введ. РБ 01.01.16. – Минск : Госстандарт, 2016. – III, 15 с.

90. Методы исследования строительных материалов : учеб.-метод. пособие / Г. С. Галузо [и др.]. – Минск : Белорус. нац. техн. ун-т, 2008. – 226 с.

91. Елистраткин, М. Ю. Ячеистый бетон на основе ВНВ с использованием отходов КМА : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / М. Ю. Елистраткин. – Белгород, 2004. – 187 л.

92. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования = Будаўнічая цеплатэхніка. Будаўнічыя нормы праектавання : ТКП 45-2.04-43-2006 – Взамен СНБ 2.04.01-97; введ. 01.07.2007. – Минск, 2007. – 53 с.

93. Погорелов, С. А. Ячеистые бетоны на основе отходов витаминного производства : дис. ... канд. техн. наук. / Белгород. гос. технолог. акад. стрит. мат., Белгород, 1998.

94. Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропрооницанию = Матэрыялы і вырабы будаўнічыя. Метады вызначэння супраціўлення парапранікальнасці : ГОСТ 25898-83 ; введ. 01.01.1984. – Минск, 1984. – 8 с.

95. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона: СН 277-80 ; введ. 07.02.1980. – Москва, 1981. – 47 с.
96. Пособие по технологии формирования железобетонных изделий (к СНиП 3.09.01-85) / НИИЖБ. – М. : Стройиздат, 1988. – 112 с.
97. Способ изготовления теплоизоляционных изделий : а.с. SU 1392061 / А. П. Меркин, Б. М. Румянцев, Т. Е. Кобидзе, Е. А. Зудяев. – Опубл. 30.04.1988.
98. Сандан, А. С. Совершенствование технологии поэтапного внесения тепла в керамзитопенобетонную смесь при устройстве ограждающих конструкций: на примере Республики Тыва : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / А. С. Сандан ; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2009. – 18 с.
99. Сандан, А. С. Методы ускорения твердения бетонов и их влияние на структуру бетона // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. – 2013. – 2013/3. – С. 40–46.
100. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности = Бетоны. Правілы кантролю і ацэнкі трываласці : ГОСТ 18105-2010. – Взамен ГОСТ 18105-86 ; введ. 01.11.2013. – Москва, 2013. – 14 с.
101. Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений. Основные требования : ТКП 45-1.03-314-2018 ; – Взамен ТКП 45-5.03-21-2006 ; введ. 01.07.2018. – Минск, 2018. – 131 с.