



МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
«ИНСТИТУТ БЕЛНИИС» (РУП «Институт БелНИИС»)

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «БЕЛСТРОЙТЕСТ»
НИО СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ (НИОСКИ)**

Испытательный центр «БелСтройТест»
аккредитован Государственным предприятием
БГЦА на соответствие требованиям
ГОСТ ISO/IEC 17025-2019
в сфере проведения испытаний,
аттестат № ВУ/112 1.0290
от «12» января 1998 г.,
действителен до «12» июня 2025 г.
Адрес: 220076, г. Минск,
ул. Ф. Скорины, 15 Б
тел. 272-84-65, 272-98-82 факс 351-87-92

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
Испытательного центра
«БелСтройТест»



Т.Н. Кухта

05 февраля 2021 г.

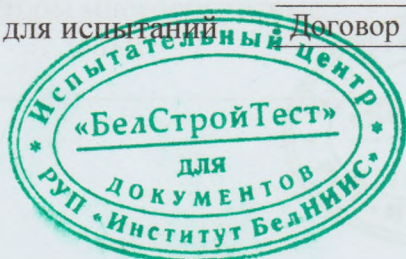
Протокол на 9 страницах
в 3 экземплярах

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ регистрации: **23Н-1**

05 февраля 2021 г.

Наименование продукции	Кладки из блоков керамических пустотелых поризованных КПП 250x120x138-150-900-75-0,209
Обозначение ТНПА на продукцию	СТБ 1719-2007
Изготовитель	ОАО «Радошковичский керамический завод»
Адрес изготовителя	222322, Минская обл., Молодечненский р-н, Радошковичский с/с, 3
Заявитель на проведение испытаний	ОАО «Радошковичский керамический завод»
Обозначение ТНПА на методы испытаний	СТБ EN 772-1-2014, СТБ EN 1052-1-2015, СТБ EN 1052-2-2018, СТБ EN 1052-3-2017
Количество испытываемых образцов и их идентификационные номера	22 образца, идентификационные номера 5/1.1-21/1Н ÷ 5/1.22-21/1Н
Сведения об испытываемых образцах	Блоки керамические пустотелые поризованные КПП 250x120x138-150-900-75-0,209, паспорт № 1 от 30.11.2020 (приложение А); Кладки из блоков, изготовлены 30 ноября - 01 декабря 2020 г.
Наименование организации, проводившей отбор образцов на испытания	—
Акт отбора	—
Основание для испытаний	Договор № 826/1и-20 от 05 ноября 2020 г.



« _____ » _____ 20 _____ г.
(дата выдачи/отправки почтой)

1 Введение

Работа выполнена НИО строительных конструкций и изделий РУП «Институт БелНИИС» на основании договора № 826/11и-20 от 05.11.2020 с ОАО «Радощковичский керамический завод».

2 Программа проведения испытаний

Таблица 1

Наименование объекта испытаний (показателей, характеристик и т.д.)	Наименование ТНПА, устанавливающего метод испытаний, номер пункта
Прочность блоков при сжатии	СТБ EN 772-1-2014
Прочность кладок при сжатии	СТБ EN 1052-1-2015
Прочность кладок на растяжение при изгибе по неперевязанному сечению	СТБ EN 1052-2-2018
Прочность кладок на растяжение при изгибе по перевязанному сечению	СТБ EN 1052-2-2018
Начальная прочность при сдвиге	СТБ EN 1052-3-2017

Даты проведения испытаний: 15.01.2021 – 03.02.2021

Условия проведения испытаний:

- температура окружающей среды – плюс 15-17 °С;
- относительная влажность воздуха – 53-60 %.

Образцы кладки для испытаний на сжатие, на растяжение при изгибе по неперевязанному сечению, на растяжение при изгибе по перевязанному сечению и для определения начальной прочности при сдвиге изготавливались специалистами ОАО «Радощковичский керамический завод» в экспериментальном корпусе РУП «Институт БелНИИС».

Образцы раствора для каждого вида испытаний были отобраны из растворной смеси М100 «Пмах 2100» СТБ 1307-2012, применяемой для изготовления образцов кладки для испытаний (приложение Б на одном листе). Предел прочности образцов раствора при изгибе и сжатии определяли в соответствии с требованиями СТБ EN 1015-11-2012.

3 Испытательное оборудование и средства измерений, применяемые при проведении испытаний

Таблица 2

Наименование испытательного оборудования, средств измерений	Учетный номер	Документ поверки (аттестации), дата	Дата очередной поверки
Рулетка металлическая, 5м	б/н	Клеймо №МН 0405590 от 01.07.2020 РУП «БелГИМ»	01.07.2021
Линейка металлическая, 0-500	б/н	Клеймо № МН 0591346 от 10.2020 РУП «БелГИМ»	10.2021
Манометр МПТИ-У2-160-10МПа-06	912596	Клеймо БН 0117261 от 11.2020 РУП «БелГИМ»	11.2021
Манометр МТИ-160-16МПа-06	53984	Клеймо №МН 0461892 от 06.2020 РУП «БелГИМ»	06.2021
Индикаторы многооборотные 1МИГ	4302,	Паспорта № б/н от 28.02.2020 РУП «БелГИМ»	27.02.2021
	4424		
	4386, 4346	Паспорта № б/н от 31.08.2020 РУП «БелГИМ»	31.08.2021



продолжение таблицы 2

Наименование испытательного оборудования, средств измерений	Учетный номер	Документ поверки РУП «БелГИМ»	Дата очередной поверки
Пресс гидравлический П-125	1556	Клеймо о поверке № МН 0483272-4720 от 18.06.2020 РУП «БелГИМ»	18.06.2021
Машина испытательная Р-20	357	Клеймо о поверке № МН 0483273-4720 от 18.06.2020 РУП «БелГИМ»	18.06.2021
Прибор комбинированный с термопреобразователем Testo 635	01442267/ 711	Свидетельство о поверке № МН0208903-5020 от 22.12.2020 РУП «БелГИМ»	22.12.2021

4 Результаты испытаний

4.1 Прочность блоков при сжатии

Подготовка образцов к испытаниям на прочность блоков при сжатии в воздушно-влажностных условиях обеспечивалась выдерживанием образцов для испытаний в течение не менее 14 суток в лаборатории при температуре не менее 15 °С и относительной влажности воздуха не более 65 %.

Нагружаемые поверхности образцов подготавливали шлифованием.

Результаты испытаний блоков на сжатие приведены в таблице 3

Таблица 3

№ образца	Площадь нетто A_i , мм ²	Разрушающая нагрузка F_i , Н	Отдельное значение прочности при сжатии, f_{bi} , Н/мм ²
1	15400	261250	17,0
2	15360	251250	16,4
3	15340	307500	20,0
4	15300	340000	22,2
5	15380	262500	17,1
6	15370	278250	18,1
Среднее значение прочности при сжатии f_b			18,5
Среднеквадратическое отклонение Б			2,22
Коэффициент вариации V, %			12,0

4.2 Прочность кладок при сжатии

Нагрузку на каждый образец создавали гидравлическим домкратом ДГ-100 и через жесткую стальную балку, уложенную на слой цементно-песчаного раствора, передавали на испытываемый образец. Усилия контролировали по манометру МТИ-160-16МПа-06.

При испытании определялись продольные относительные деформации с помощью индикаторов многооборотных 1МИГ с ценой деления 0,001 мм. База измерений составляла 1/3 от высоты образца.

Схема испытаний образцов кладок на сжатие приведена на рисунке 1.



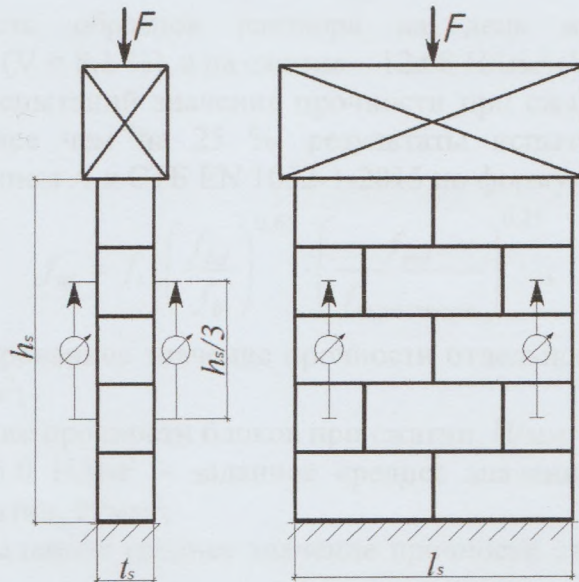


Рисунок 1 – схема испытаний образцов кладки на сжатие

Прочность отдельного испытываемого образца кладки при сжатии f_i , Н/мм², вычисляли по формуле:

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A_i},$$

где $F_{i,max}$ – максимальная нагрузка, воспринимаемая испытываемым образцом, Н;
 A_i – площадь поперечного сечения отдельного испытываемого образца кладки (брутто), мм².

График деформирования образцов каменной кладки при сжатии показан на рисунке 2.

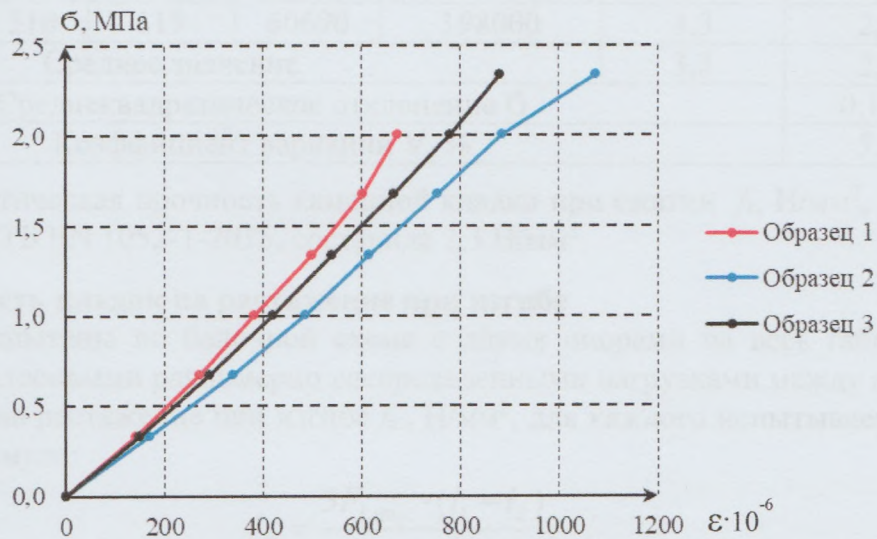


Рисунок 2 – график деформирования каменных кладок

По графику (рисунок 2) устанавливали секущий модуль упругости отдельного испытываемого образца кладки E_i по значению средней относительной деформации, измеренной в четырех точках при нагрузке, равной 1/3 от $F_{i,max}$.



Средняя прочность образцов раствора на день испытания составила: на растяжение – 3,50 Н/мм² (V = 8,1 %), а на сжатие – 12,08 Н/мм² (V = 14,0 %).

Т. к. к моменту испытаний значения прочности при сжатии блоков отличаются от заданных значений менее чем на 25 %, результаты испытаний корректировались в соответствии с приложением А к СТБ EN 1052-1-2015 по формуле

$$f_{id} = f_i \cdot \left(\frac{f_{bd}}{f_b} \right)^{0,65} \cdot \left(\frac{f_{md}}{f_{m \text{ раствора}}} \right)^{0,25},$$

где f_{id} – скорректированное значение прочности отдельного испытываемого образца кладки при сжатии, Н/мм²;

f_b – среднее значение прочности блоков при сжатии, Н/мм²;

$f_{bd} = f_m \text{ блоков} = 15,0$ Н/мм² – заданное среднее значение прочности изделий для каменной кладки при сжатии, Н/мм²;

$f_{md} = 10$ Н/мм² – заданное среднее значение прочности строительного раствора при сжатии;

$f_m \text{ раствора}$ – среднее значение прочности раствора при сжатии в момент испытания каменной кладки.

Разрушение всех образцов носило хрупкий характер.

Результаты определения прочности кладок при сжатии представлены в таблице 4.3.

Таблица 4

№ образца	Высота кладки h_s , мм	Длина кладки l_s , мм	Толщина кладки t_s , мм	Площадь A_i , мм ²	Максимальная нагрузка $F_{i,max}$, Н	Прочность отдельного образца, f_i , Н/мм ²	Скорректированная прочность, f_{id} , Н/мм ²	E, Н/мм ²
1	750	512	119	60928	187000	3,1	2,6	2700
2	752	510	120	61200	215000	3,5	2,9	2100
3	749	510	119	60690	198000	3,3	2,7	2400
Среднее значение						3,3	2,7	2400
Среднеквадратическое отклонение Б							0,153	300
Коэффициент вариации V, %							5,7	12,5

Характеристическая прочность каменной кладки при сжатии f_k , Н/мм², вычисленная согласно п. 10.2 СТБ EN 1052-1-2015, составила 2,3 Н/мм².

4.3 Прочность кладок на растяжение при изгибе

Образцы испытаны по балочной схеме с двумя опорами на весь габарит размера стенки и двумя полосовыми равномерно распределенными нагрузками между ними.

Прочность на растяжение при изгибе f_{xi} , Н/мм², для каждого испытываемого образца вычисляли по формуле:

$$f_{xi} = \frac{3F_{i,max} \cdot (l_1 - l_2)}{2bt_u^2},$$

где $F_{i,max}$ – разрушающая нагрузка при испытании образца, Н;

l_1 – расстояние между наружными опорами, мм;

l_2 – расстояние между внутренними опорами, мм;

b – высота или ширина испытываемого образца кладки, измеренная

перпендикулярно направлению действующих напряжений, мм;

t_u – толщина изделия для каменной кладки, мм.



4.3.1 Прочность кладок на растяжение при изгибе по неперевязанному сечению

Схема испытаний образцов кладок на изгиб по неперевязанному сечению приведена на рисунке 3.

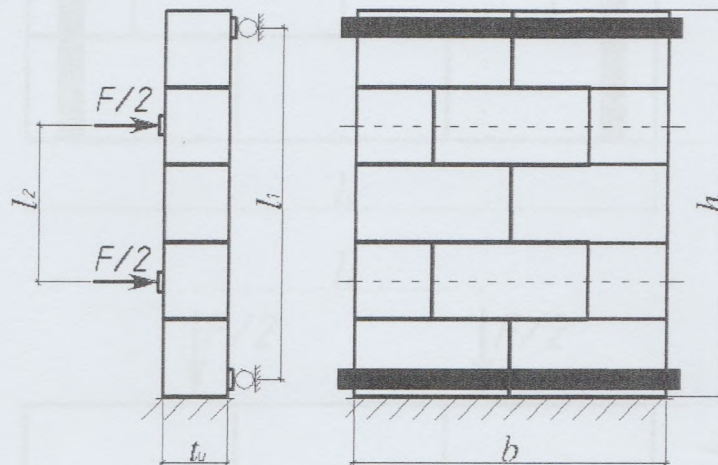


Рисунок 3 – Схема испытаний кладок на изгиб по неперевязанному сечению

Средняя прочность образцов применяемого раствора на растяжение составляла $3,81 \text{ Н/мм}^2$ ($V = 11,0 \%$), а на сжатие – $11,80 \text{ Н/мм}^2$ ($V = 8,7 \%$).

Результаты определения прочности кладок на растяжение по неперевязанному сечению представлены в таблице 5.

Таблица 5

№ п/п	Геометрические параметры					Максимальная нагрузка $F_{i,max}$, Н	Прочность на растяжение при изгибе f_{xi} , Н/мм^2
	l_1 , мм	l_2 , мм	b , мм	h , мм	t_w , мм		
1	695	310	508	749	120	942	0,07
2	695	310	507	751	120	1648	0,13
3	695	310	511	751	119	1884	0,15
4	695	310	508	748	119	1020	0,08
5	695	310	510	748	119	1334	0,11
Средняя прочность f_{mean} , Н/мм^2							0,11
Среднеквадратическое отклонение Б							0,0335
Коэффициент вариации V, %							30,5
Характеристическая прочность f_{xk} , Н/мм^2							0,07

Разрушение всех образцов произошло в результате разрыва шва в зоне чистого изгиба без признаков разрушения блоков.

4.3.2 Прочность кладок на растяжение при изгибе по перевязанному сечению

Схема испытаний образцов кладок на изгиб по перевязанному сечению приведена на рисунке 4.

Средняя прочность образцов применяемого раствора на растяжение составляла $3,75 \text{ Н/мм}^2$ ($V = 6,6 \%$), а на сжатие – $11,62 \text{ Н/мм}^2$ ($V = 8,5 \%$).

Результаты определения прочности кладок на растяжение по перевязанному сечению представлены в таблице 6.



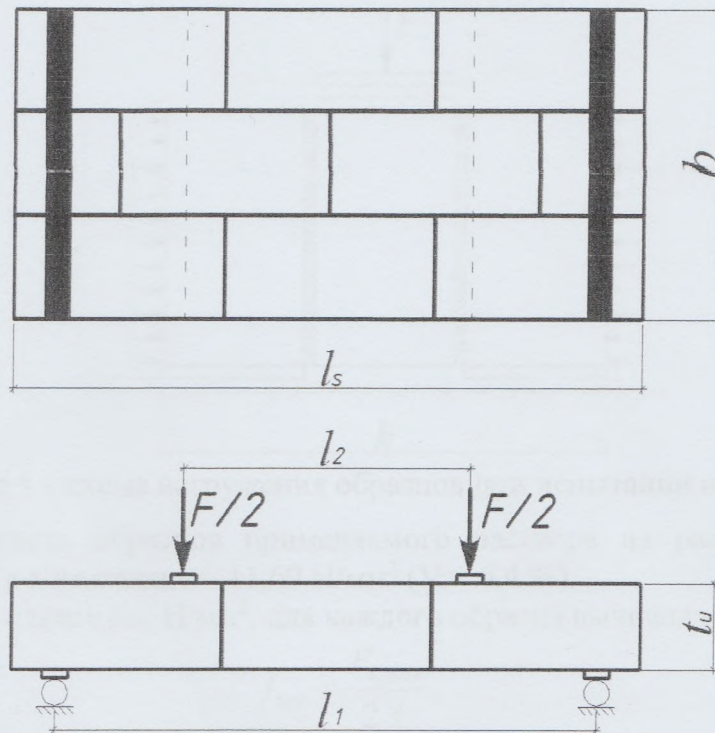


Рисунок 4 – Схема испытаний образцов кладок на изгиб по перевязанному сечению

Таблица 6

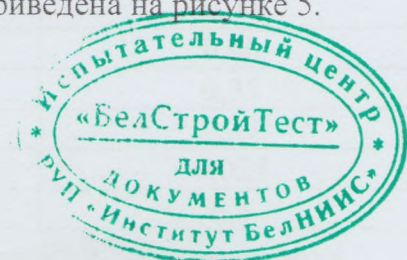
№ п/п	Геометрические параметры					Максимальная нагрузка $F_{i,max}$, Н	Прочность на растяжение при изгибе f_{xi} , Н/мм ²
	l_1 , мм	l_2 , мм	b , мм	l_s , мм	t_u , мм		
1	685	385	442	771	119	5101	0,37
2	685	385	440	771	119	4866	0,35
3	685	385	441	770	120	6200	0,44
4	685	385	441	772	119	5964	0,43
5	685	385	442	771	119	4552	0,33
Средняя прочность f_{mean} , Н/мм ²							0,38
Среднеквадратическое отклонение σ							0,0488
Коэффициент вариации V , %							12,8
Характеристическая прочность f_{xk} , Н/мм ²							0,25

Разрушение всех образцов произошло в зоне чистого изгиба с разрушением блоков и швов.

4.4 Начальная прочность при сдвиге

Начальную прочность при сдвиге определяли на образцах типа I по методу А СТБ EN 1052-3-2017.

Схема нагружения образцов при испытании на сдвиг приведена на рисунке 5.



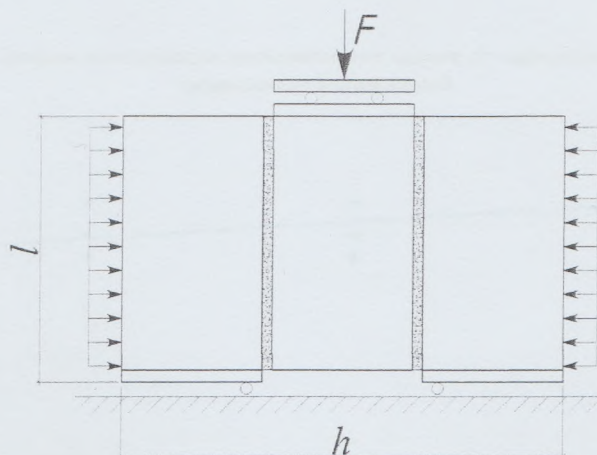


Рисунок 5 – схема нагружения образцов при испытании на сдвиг

Средняя прочность образцов применяемого раствора на растяжение составляла 3,72 Н/мм² (V = 6,4 %), а на сжатие – 11,69 Н/мм² (V = 6,4 %).

Прочность при сдвиге f_{voi} , Н/мм², для каждого образца вычисляли по формуле:

$$f_{voi} = \frac{F_{i,max}}{2A_i}$$

Результаты определения начальной прочности при сдвиге представлены в таблице 7 и на рисунке 6.

Таблица 7

№ п/п	b, мм	l, мм	Площадь A_i , мм ²	Максимальная нагрузка $F_{i,max}$, Н	Прочность при сдвиге f_{voi} , Н/мм ²
Сжимающее напряжение от предварительной нагрузки $f_{pi} = 0,2$ Н/мм ² :					
1	119	248	29512	22014	0,37
2	120	249	29880	20523	0,34
3	119	248	29512	18600	0,32
Среднее значение					0,34
Среднеквадратическое отклонение Б					0,025
Коэффициент вариации V, %					7,4
Сжимающее напряжение от предварительной нагрузки $f_{pi} = 0,6$ Н/мм ² :					
4	118	249	29382	18874	0,32
5	120	249	29880	22171	0,37
6	120	249	29880	20523	0,34
Среднее значение					0,34
Среднеквадратическое отклонение Б					0,025
Коэффициент вариации V, %					7,4
Сжимающее напряжение от предварительной нагрузки $f_{pi} = 1,0$ Н/мм ² :					
7	119	248	29512	21621	0,37
8	119	249	29631	23544	0,40
9	119	249	29631	20523	0,35
Среднее значение					0,37
Среднеквадратическое отклонение Б					0,025
Коэффициент вариации V, %					6,8

Все образцы разрушались по виду А.1 по приложению А к СТБ EN 1052-3-2017





Рисунок 6 – график зависимости прочности при сдвиге от нормальных сжимающих напряжений

Значения характеристической начальной прочности при сдвиге f_{vko} и $tg\alpha_k$, вычисленные согласно п.10.1 СТБ EN 1052-3-2017, составили: $f_{vko} = 0,27$ Н/мм², $\alpha_k = 1,72^\circ$.

5 Выводы

5.1 Прочность испытанных блоков при сжатии соответствует требованиям СТБ 1719-2007.

5.2 Характеристическая прочность испытанных образцов каменной кладки при сжатии составила 2,3 Н/мм². Модуль упругости каменной кладки при сжатии составил 2400 Н/мм².

5.3 Характеристическая прочность испытанных образцов кладок на растяжение при изгибе по непереязанному сечению составила 0,07 Н/мм².

5.4 Характеристическая прочность испытанных образцов кладок на растяжение при изгибе по переязанному сечению составила 0,25 Н/мм².

5.5 Характеристическая начальная прочность испытанных образцов кладок при сдвиге составила 0,27 Н/мм², характеристический угол внутреннего трения – 1,72°.

Результаты испытаний распространяются только на испытанные образцы

Ответственный исполнитель:

Ведущий инженер
(должность)

РУП «Институт БелНИИС»

(подпись)

Р.И. Трубач
(Ф.И.О.)

Протокол проверил:

Зав. НИОСКИ
(должность)

РУП «Институт БелНИИС»

(подпись)

Д.А. Сокольчик
(Ф.И.О.)

Протокол оформлен на 9 страницах в 3 экземплярах, 1 из которых направлен ОАО «Радошковичский керамический завод», 2 – в архив РУП «Институт БелНИИС».

Перепечатка протокола возможна только с разрешения РУП «Институт БелНИИС».

Протокол действителен только с оригинальными печатями и штампами РУП «Институт БелНИИС».

Приложения на двух листах.

