

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ  
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Сборник научных статей ежегодной Всероссийской научно-  
практической конференции с международным участием

20–21 декабря 2017 года

Курск 2018

УДК 69(063)  
ББК 38я431  
С 56

Рецензент

Доктор технических наук, завкафедрой электротехники и электроэнергетики  
Курской сельскохозяйственной академии имени И. И. Иванова, профессор  
*В. И. Серебровский*

Редакционная коллегия:

*Н. Е. Семичева*, канд. техн. наук, доцент (отв. редактор)

*Н. В. Бредихина*, ст. преподаватель

*Е. Г. Пахомова*, канд. техн. наук, доцент

*В. С. Ежов*, доктор техн. наук, профессор

**С 56**      **Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения:** сборник научных статей ежегодной Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / редкол.: Н. Е. Семичева [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2018. – 244 с.  
ISBN 978-5-7681-1278-3

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных ученых. Сборник предназначен для научно-технических работников, ИТР, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

ISBN 978-5-7681-1278-3

© Юго-Западный государственный университет, 2018

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция 1. АРХИТЕКТУРА. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО.....</b>	<b>5</b>
<i>Поздняков А. Л., Позднякова Е. В., Звягинцева М. М., Барсова О.Ю</i> Системный анализ как общеметодологическая основа градостроительного проектирования.....	6
<i>Поздняков А. Л., Позднякова Е. В.</i> Комплексная оценка взаимодействия антропогенных и природных факторов расселения .....	15
<i>Поздняков А. Л.</i> Принципы формирования экологической программы районной планировки.....	24
<i>Пахомова Е. Г., Дородных А. А.</i> Анализ факторов, влияющих на работоспособность железобетонных конструкций инженерных сооружений при воздействии агрессивных сред.....	34
<b>Секция 2. НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ОСНОВАНИЙ. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>42</b>
<i>Демьянов А. И., Колчунов В. И.</i> Динамические догрузки в продольной и поперечной арматуре при мгновенном образовании пространственной трещины железобетонного элемента при кручении с изгибом.....	42
<i>Кузьмичева И. Г., Ишутин А. А.</i> Исследование свойств бетона с добавлением резиновой крошки.....	53
<i>Ступишин Л. Ю., Колесников А. Г., Никитин К. Е.</i> Определение оптимальных форм пологих оболочек на упругом основании .....	59
<i>Турков А. В., Карпова Е. В.</i> Исследование коэффициента жесткости шва в зависимости от количества симметрично расставленных связей сдвига в овальной двухслойной пластине....	71
<i>Турков А. В., Абашина Н., Ветрова О. А.</i> Прогибы и частоты собственных колебаний составных двухслойных изотропных пластин круглого очертания при изменении толщины одного из слоев.....	83
<b>Секция 3. КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖКХ.....</b>	<b>95</b>
<i>Томаков В. И., Томаков М. В., Пахомова Е. Г., Семичева Н. Е., Бредихина Н. В.</i> Исследование причин и последствий аварий с кранами для подъема и перемещения грузов на промышленных предприятиях и строительных площадках Российской Федерации .....	95
<i>Томаков В. И., Томаков М. В., Пахомова Е. Г., Семичева Н. Е.</i> Проблемы рационального использования и защиты подземных вод на территории Российской Федерации.....	104

<b>Секция 4. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ, НЕДВИЖИМОСТЬЮ И ЖКХ.....</b>	<b>122</b>
<i>Гривас Н. В.</i> Бухгалтерский и налоговый учет расходов на страхование строительных рисков .....	122
<i>Гостев А. В., Пыхтин А. И.</i> Распределение затрат в технологиях возделывания зерновых культур различного типа .....	138
<i>Бредихина Н. В.</i> Основные закономерности формирования территориального производственно-технического потенциала организаций строительной отрасли региона .....	148
<b>Секция 5. СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>157</b>
<i>Панова В. Ф., Камбалина И. В., Панов С. А., Карпачева А. А.</i> Получение пеностекла из местного сырья в трехъярусной печи .....	157
<i>Агеев Е. В., Алтухов А. Ю., Пыхтин А. И., Емельянов И. П.</i> Рентгеноспектральный микроанализ спеченных образцов из электроэрозионных кобальтохромовых порошков .....	165
<i>Ермаков С. А.</i> Использование пенобетона для возведения стен домов.....	173
<b>Секция 6. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ. ОБЪЕКТЫ ЖКХ.....</b>	<b>179</b>
<i>Пахомова Е. Г., Томаков В. И., Томаков М. В.</i> Формирование рынка зелёного строительства в городах России .....	179
<i>Корелина Е. В.</i> Выбор наиболее целесообразной энергоэффективной конструкции индивидуального жилого дома.....	191
<i>Ежов В. С., Семичева Н. Е., Березин С. В., Махова В. В., Бурцев А. П., Брежнев А. В., Дрожжин Р. С.</i> Автономный источник электроснабжения станции катодной защиты трубопроводов от коррозии .....	198
<i>Бредихин В. В., Акульшин А. А., Бредихина Н. В.</i> Математическое описание процесса фильтрования суспензий через плоские пористые перегородки .....	207
<i>Бредихин В. В., Акульшин А. А., Бредихина Н. В., Переверзева В.</i> Методика определения коэффициентов фильтрации водозабора инфильтрационного типа г. Курска .....	217
<b>Секция 7. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ЭЛЕКТРОНИКА.....</b>	<b>226</b>
<i>Яковенко И. А., Колчунов В. И.</i> Развитие гипотез механики разрушения применительно к расчету железобетонных конструкций по второй группе предельных состояний.....	226

## Секция 5. СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 666.189.3

**В. Ф. Панова**, канд. техн. наук, профессор, **И. В. Камбалина**, канд. техн. наук, доцент, **С. А. Панов**, канд. техн. наук, доцент, **А. А. Карпачева**, канд. техн. наук, доцент

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк  
(Россия)

### ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ В ТРЕХЪЯРУСНОЙ ПЕЧИ

*В работе разработаны оптимальный состав шихты и технология получения пеностекельных блоков из боя стекла и известняка Гурьевского месторождения. Описана конструкция печи производства пеностекла, состоящая из трех ярусов, смонтированных на одном каркасе. Дана техническая характеристика трехъярусной печи. Приведен подбор оборудования, даны основные свойства и характеристики готовых изделий.*

**Ключевые слова:** пеностекло, стеклобой, известняк, технология, печь, ярусы, средняя плотность, теплопроводность.

#### **Введение**

Пеностекло, как и любой материал, имеет свои достоинства и недостатки. Данный материал отличается долговечностью и прочностью по сравнению с традиционными теплоизоляционными изделиями. Отсутствие в составе органических соединений обеспечивает их стойкость к биологическим воздействиям. Материал стоек к воздействию влаги и химических агрессивных сред. Пеностекло является экологически чистым теплоизоляционным материалом. К недостаткам можно отнести высокую себестоимость, малую паропроводимость, хрупкость [1, 2].

**Цель работы** – подобрать состав, разработать и описать технологию получения пеностекла и изделий из него с применением трехъярусной печи. Изучить свойства сырья и готовых изделий.

### **Способы получения пеностекла:**

- вспенивание порошка измельченного стекла, содержащего газообразующие вещества, с последующим его спеканием (порошковый метод);
- формование стекломассы, вспененной газообразователями в процессе варки стекла;
- вспенивание размягченного стекла под вакуумом;
- вспенивание смеси порошка стекла с пенообразователем с последующим спеканием (двухстадийный метод).

В настоящее время основной технологией производства пеностекла является так называемая «порошковая».

Основным сырьем при производстве пеностекла могут служить обычные материалы для стекольного производства, отходы от производства стекла и стеклотбой изделий, вторичной стеклотбой, собранный у населения или на предприятиях общественного питания. В качестве вспомогательных материалов-газообразователей применяют карбонаты, сульфаты, уголь [3].

Еще одной важной особенностью технологии производства пеностекла является возможность использовать различные виды энергии: природный газ, мазут и др. Применение различных видов энергоносителей для вспенивания стекла дает возможность организовать производство в различных регионах страны и выбрать наиболее экономически эффективный источник энергии для данного региона.

Известные способы получения пеностекла показывают, что они имеют ряд достоинств и недостатков. Наиболее эффективным является производство его в туннельной печи в виде непрерывной ленты. Однако эти печи занимают большие площади, что усложняет их обслуживание.

Предлагаем применить компактную печь, состоящую из трех ярусов, энергоноситель – газ (рис. 1). Техническая характеристика печи приведена в таблице 1.

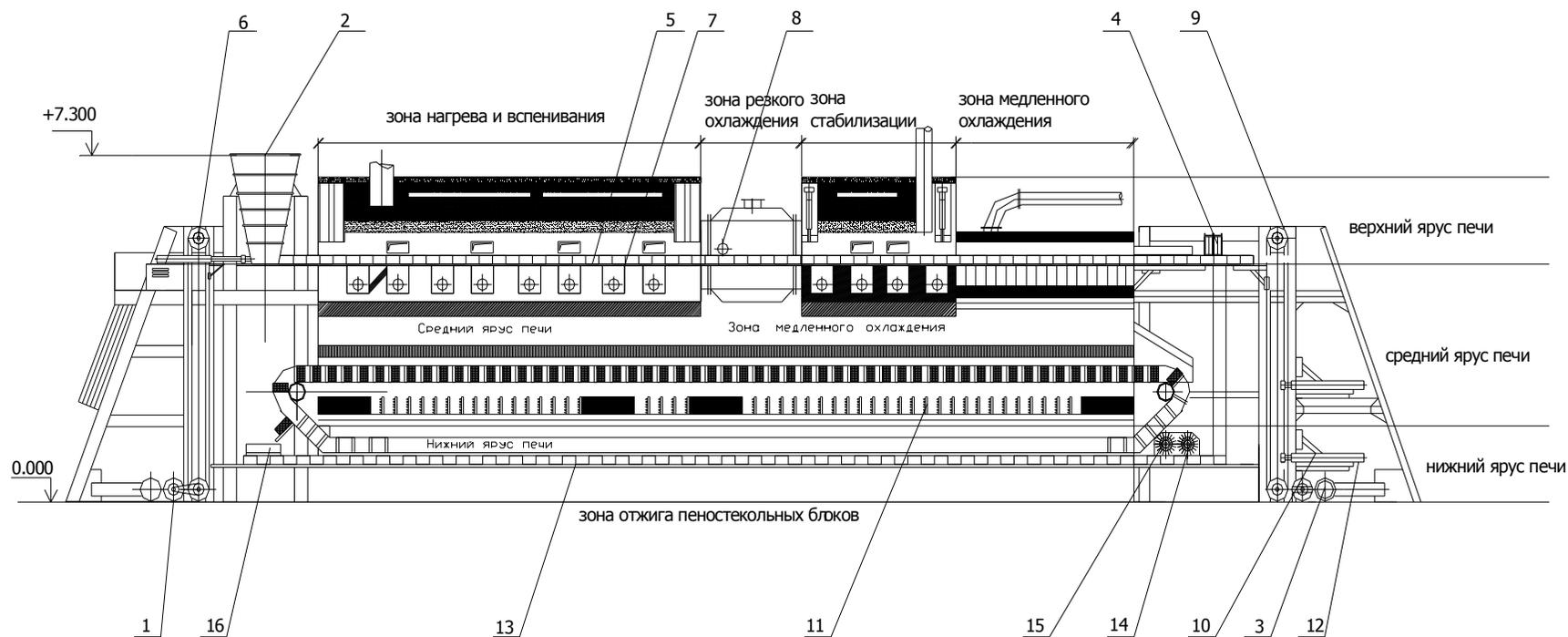


Рис. 1. Печь трехъярусная на одном каркасе для получения массива пеностекла:

- 1 – подъемник для пустых поддонов; 2 – расходный бункер; 3 – снижатель поддонов с массивом пеностекла; 4 – устройство для резки массива; 5 – поддоны с пеностеклом; 6 – толкатель пустых поддонов под загрузку шихтой; 7 – направляющие движения поддонов; 8 – прикатывающий валик; 9 – толкатель массива под разрезку; 10 – толкатель подачи массива на отжиг; 11 – конвейер цепной вильчатый; 12 – отрезное устройство; 13 – линия возврата пустых поддонов; 14 – механизм очистки поддонов; 15 – механизм смазки поддонов; 16 – конвейер подачи блоков

Техническая характеристика трехъярусной печи

Наименование	Единицы измерения	Показатель
1. Печь вспенивания		
1.1. Ширина ковра	мм	1600
1.2. Толщина ковра	мм	120
1.3. Режим вспенивания	час	3
1.4. Объем материала на поддоне	м <sup>3</sup>	0,1
1.5 Длина зон печи вспенивания		
– подогрева	м	6
– выдержки	м	6
– резкого охлаждения	м	2,2
– стабилизации	м	3,6
– отжига	м	30
1.6. Режим проталкивания поддонов	мин	4
1.7. Скорость проталкивания массива	м <sup>3</sup> /час	7,5
2. Печь отжига		
2.1. Ширина конвейера	мм	1000
2.2. Толщина блоков	мм	120
2.3. Режим отжига (снижение температуры)	°С час	не более 52
2.4. Длина зоны отжига	м	30
2.5 Скорость движения конвейера	м/час	2,4
2.6. Время отжига	час	12,5
3. Количество ярусов	шт	3
4. Полезная длина трехъярусной печи	м	24
5. Установленная мощность	кВт	165
Общая масса печи	т	190

**Описание технологии производства пеностекла в трехъярусной печи**

В качестве исходных материалов для изготовления пеностекла предусмотрены однородные по химическому составу и не загрязненные примесями бой оконного или бутылочного стекла, в качестве газообразователя принят известняк Гурьевского месторождения Кемеровской области (табл. 2) [4].

Определен оптимальный состав шихты: бой стекла – 98%, известняк – 2%. Данный состав обеспечивает образование максимального количества пор до 85...90%.

Установлено, что поры замкнутые размером 1...4 мм и равномерно распределенные (рис. 2), что обеспечивает повышенную теплоизоляцию материалу.

Таблица 2

Химический состав известняка Гурьевского месторождения

Состав известняка, %				
CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>	Σ
93,5	0,5	3	3	100



Рис. 2. Ячеистая структура пеностекла

Производство пеностекла делится на следующие производственные этапы:

- приготовление шихты;
- вспенивание и отжиг пеностекла;
- обработка и упаковка блоков.

Бой стекла и известняк доставляются в цех автотранспортом и загружаются поочередно в приемный бункер. Из приемного бункера сырье скребковым конвейером направляется в щековую дробилку СМД-116, где производится измельчение сырья до фракции 0-20 мм, а далее конвейером с погружными скребками КПС-500М транспортируется в расходные бункеры. Предусматривается три бункера (один для хранения известняка и два для хранения боя стекла). Емкость бункеров обеспечивает непрерывную работу мельниц в течение пяти суток.

Из бункеров запаса сырья известняк и дробленный бой стекла одновременно дозируются весовыми дозаторами непрерывного действия, и скребковым конвейером смесь стекла и известняка направляется в расходный бункер перед шаровой мельницей СМ-456. Емкость расходного бункера обеспечивает непрерывную работу мельницы в течение 6 часов. Из расходного бункера смесь шлюзовым питателем подается в шаровую мельницу, где производится измельчение ее до фракции 0-1 мм и тщательное перемешивание. Измельченный материал скребковым конвейером транспортируется в вибромельницу СВМ-45\110, где производится домол шихты до удельной поверхности  $250 \text{ м}^2/\text{кг}$  ( $2500 \text{ см}^2/\text{г}$ ).

Готовая шихта пневмотранспортом подается в 3 бункера запаса шихты, емкость которых обеспечивает непрерывную работу печи в течение трех суток. Из бункеров запаса шихта ячейковыми питателями и пневмотранспортом транспортируется в расходный бункер, расположенный непосредственно перед печью, под которыми непрерывной лентой через каждые четыре минуты и проталкиваются поддоны.

Выходное отверстие расходного бункера выполнено так, чтобы материал, выходя из него, ложился ровным слоем по всей ширине поддона. Высота слоя может регулироваться в пределах 30-50 мм. Емкость расходного бункера обеспечивает непрерывную работу печи в течение 5 часов.

Вспенивание стекла производится в трехъярусной печи в зоне вспенивания на поддонах шириной 1600 мм, длиной 500 мм, высотой 200 мм, которые, стыкуясь между собой, образуют общую постель, перемещаемую толкателем, на которой и образуется непрерывная лента пеностекла. Ритм проталкивания поддонов 4 минуты.

Выходящие из зоны вспенивания поддоны перегружаются в зону отжига. Отжиг пеностеклянных блоков производится в течение 12,5 часов.

Ограждением для зоны вспенивания является шамотный легковес, минеральная вата; внутренняя часть футеруется шамотом. Печь вспенивания отапливается природным газом, который подается через нижнюю часть и соединяется с туннелем печи каналами.

Печь состоит из зон нагрева, вспенивания, резкого охлаждения, стабилизации и зоны медленного охлаждения.

В зоне нагрева происходит нагрев материала до температуры вспенивания, в зоне вспенивания материал вспенивается при температуре 850-890°C.

Газообразователем является известняк, который разлагается с выделением углекислого газа по реакции:



Для того чтобы вспененная масса не осела, предусматривается зона резкого охлаждения, где температура снижается с 890°C до 610°C.

Из зоны резкого охлаждения лента пеностекла поступает в зону стабилизации, где поддерживается температура 610°C. Процесс стабилизации длится около 20 минут.

Из зоны стабилизации лента пеностекла поступает в зону медленного охлаждения, где начинается отжиг пеностекла и температура снижается с 610°C до 57°C.

Печь отжига пеностеклянных блоков представляет собой туннель, имеющий стеновое ограждение из металлических панелей, заполненных минеральной ватой. В печи отжига температура постепенно снижается с 575°C до 50°C. Поддержание температуры осуществляется за счет подачи смеси горячего (из печи вспенивания) и холодного воздуха.

Разрежение в зонах печей вспенивания и отжига создается дымососами ДН-9, подача воздуха к горелкам печи вспенивания осуществляется вентилятором ВДН-8-3000. Подача холодного воздуха к зонам охлаждения производится вентиляторами ВР-300-45-2,5. Дымососы и вентиляторы располагаются на площадках печи и устанавливаются на виброоснованиях.

Вышедшее из печи отжига пеностекло транспортером направляются к форматному станку, где производится распиловка на блоки необходимых размеров, укладка их в пакеты, обвязка пакетов. Пакеты с блоками подвесным краном транспортируются на склад готовой продукции.

Отходы, полученные при порезке, измельчаются в комбинированной дробилке и скребковым конвейером транспортируются в бункер, расположенный за пределами цеха. Из бункера по мере накопления дробленая крошка отправляется потребителю как мелкий теплоизоляционный материал.

Полученные изделия с размерами  $475 \times 400 \times 120$  мм и массой 4,56 кг имеют следующие характеристики: среднюю плотность ( $\gamma$ ) – 200 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность ( $\lambda$ ) – 0,04...0,08 Вт/(м·С) при +10°C, прочность при сжатии – 2,5 МПа ( $R_{сж}$ ), пористость 85%. К теплоизоляционным изделиям относят изделия с  $\gamma < 600$  кг/м<sup>3</sup> и  $\lambda < 0,175$  Вт/(м·С), поэтому полученный материал можно отнести к высокоэффективному теплоизоляционному. Блоки с массой около 5 кг рекомендуется применять как при кровельных работах, так и для каркасных трехслойных стеновых конструкций.

### **Выводы**

Получен высокоэффективный теплоизоляционный строительный материал из оптимальной шихты с содержанием стеклобоя 98% и известняка 2%, обладающий достаточной прочностью, необходимой для монтажа (прочность при сжатии – 2,5 МПа ( $R_{сж}$ )). Структура полученного пеностекла представлена замкнутыми, равномерно распределенными порами, размер которых составляет 1...4 мм, теплопроводность материала ( $\lambda$ ) – 0,04...0,08 Вт/(м·С) при +10°C. Технологический процесс получения пеностекла осуществлен в компактной трехъярусной печи, смонтированной на едином каркасе.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Комкова А. В., Рачинская М. П. Пеностекло и его применение в России. – Минск: Изд-во «Современные научные исследования и инновации», 2017. – 189 с.
2. Шевченко В. В. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал. – Минск: Изд-во «Фундаментальные исследования», 2009. – С. 21–22.
3. Горлов Ю. П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.

4. Панова В. Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.

**V. F. Panova**, Candidate of Engineering Sciences, Professor,  
**I. V. Kambalina**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
**S. A. Panov**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
**A. A. Karpachova**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

*Siberian State Industrial University, Novokuznetsk (Russia)*

## **PREPARATION OF FOAM GLASS FROM LOCAL RAW MATERIALS IN THE THREE-TIERED FURNACE**

*In this paper we developed an optimal charge composition and technology of production of cullet blocks of broken glass and limestone "Guryevsk field". The design of furnace production of foam glass, which consists of three tiers, mounted on a single frame. The technical characteristics of three deck ovens are given in the article. Equipment selection, the basic properties and characteristics of the finished products are described in the work.*

**Key words:** *foam glass, glass fight, limestone, technology, baking, tiers, average density, heat conductivity.*

УДК 621.762.27

**Е. В. Агеев**, д-р техн. наук, профессор, **А. Ю. Алтухов**, канд. техн. наук, доцент, **А. И. Пыхтин**, канд. техн. наук, проректор, **И. П. Емельянов**, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск (Россия)

## **РЕНТГЕНСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ СПЕЧЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ КОБАЛЬТОХРОМОВЫХ ПОРОШКОВ**

*Для разработки технологий повторного использования порошков-сплавов, полученных из отходов кобальтохрома, и оценки эффективности их использования требуется проведение ком-*

*Научное издание*

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ  
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Сборник научных статей ежегодной Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

20–21 декабря 2017 года

Редактор *О. А. Петрова*  
Компьютерная верстка и макет *О. В. Кофановой*

Подписано в печать 18.01.2018. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 14,2. Уч.-изд. л. 12,8. Тираж 100 экз. Заказ 4.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.  
Отпечатано в ЮЗГУ.