



**научно-  
производственное  
предприятие**

*Чернов Михаил Ефимович,  
Главный инженер, к.т.н.*

---

# **Керамические изделия и технологии НПП «ЭКОН»**

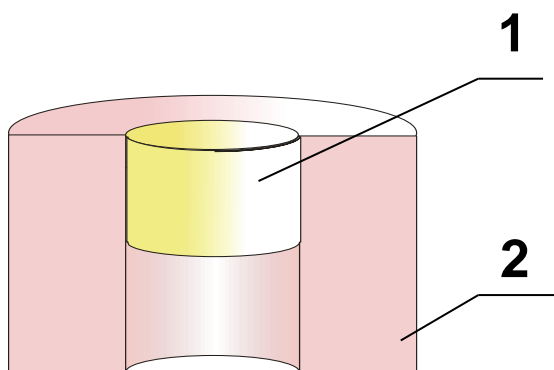
---

**«ИЗДЕЛИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**Круглый стол, 12 сентября 2019 года, г. Обнинск**

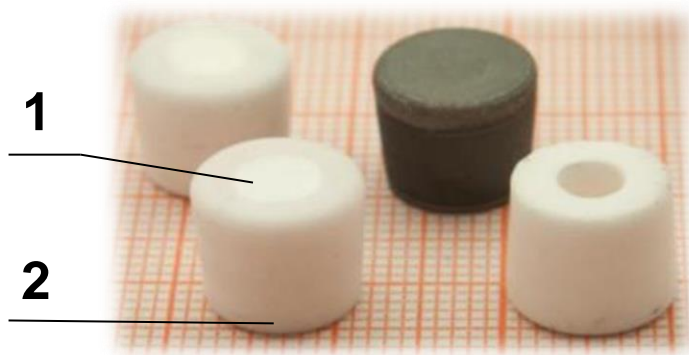
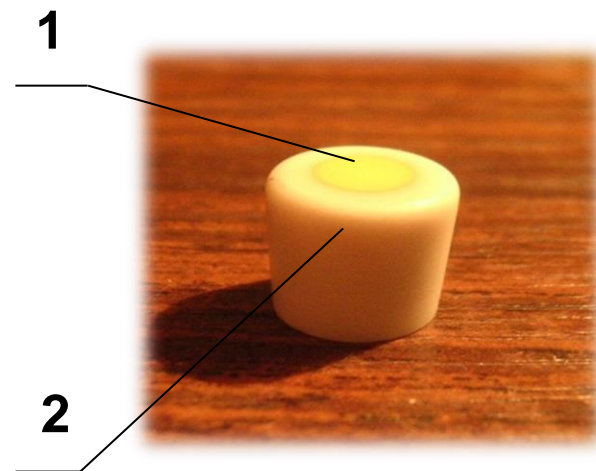


## Основа наших газоанализаторов – керамический сенсор собственной разработки и изготовления



**1** - твёрдый электролит  
из стабилизированного  
диоксида циркония

**2** - изолятор из  
алюмомагнезиальной  
шпинели





## Зависимость ЭДС ( $E$ ) гальванической ячейки от парциального давления кислорода

$$E = \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln \frac{P_{\text{измер}}}{P_{\text{эталон}}}, \text{ где:}$$

$R$  – универсальная газовая постоянная;

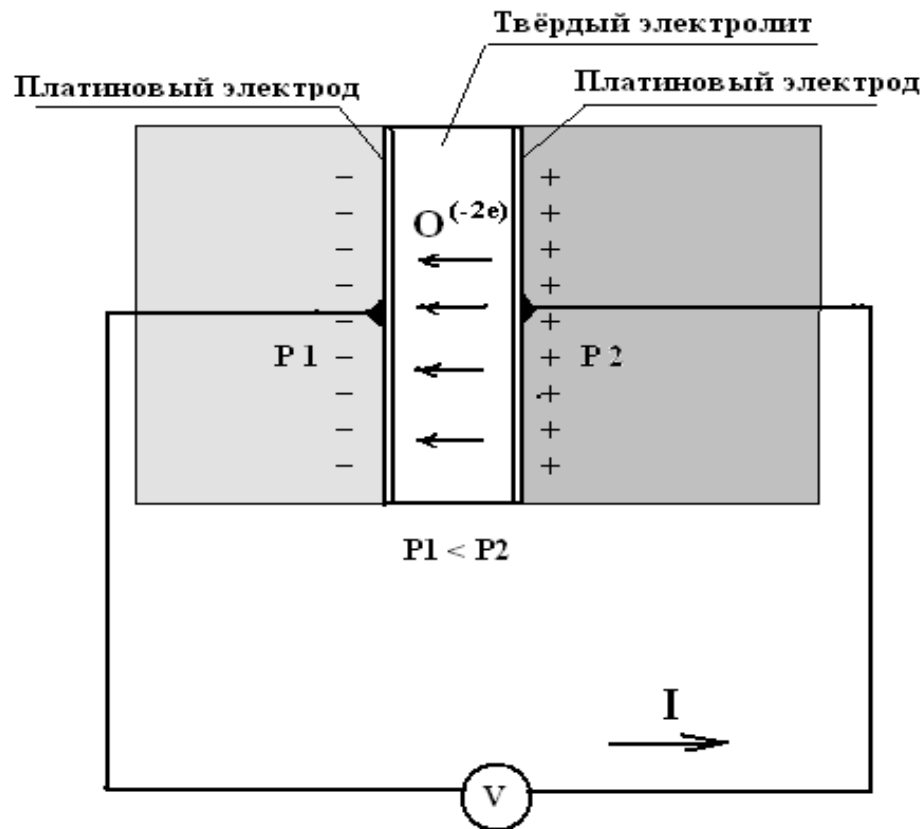
$T$  – температура, К;

$F$  – число Фарадея;

$n$  – количество электронов, участвующих в реакции;

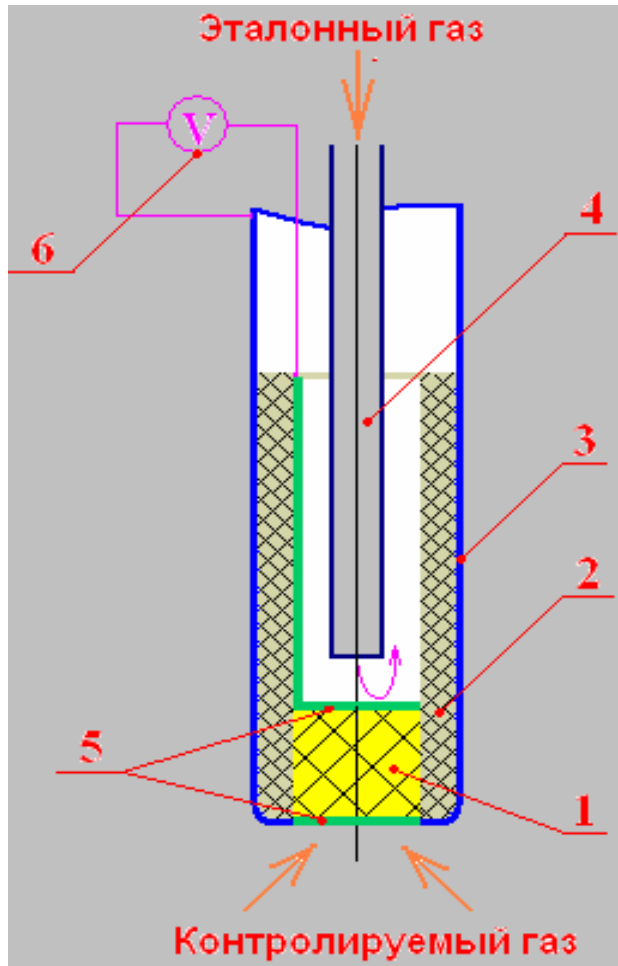
$P_{\text{измер}}$  – парциальное давление кислорода в исследуемой среде;

$P_{\text{эталон}}$  – парциальное давление кислорода в воздухе.





## Конструкция чувствительного элемента ЭКОН



- 1 – керамический твёрдый электролит  $ZrO_2+Y_2O_3$
- 2 – изолирующая керамическая втулка
- 3 – металлический корпус
- 4 – подвод эталонного воздуха
- 5 – пористый металлический электрод
- 6 – система измерения э.д.с.

*АО «ЭКОН» является единственным малым предприятием среди десятка отечественных предприятий, разрабатывающих и производящих техническую керамику на основе диоксида циркония, обладающих соответствующим оборудованием и технологиями.*





## Стабилизированный диоксид циркония

Контроль химического и фазового состава сырья

Измельчение  
Контроль удельной поверхности

Приготовление формовочной массы  
Контроль вязкости

Формование  
Прессование Горячее литьё  
Контроль плотности

Обжиг  
Контроль плотности

## Изолятор из АМШ

Контроль потери при прокаливании, фазового состава исходного сырья

Синтез АМШ, контроль фазового состава

Измельчение  
Контроль удельной поверхности

Приготовление формовочной массы  
Контроль вязкости

Формование  
Прессование Горячее литьё  
Контроль плотности

Удаление связки

Сборка заготовки сенсора

Совместное спекание. Контроль герметичности

Мехобработка



**научно-  
производственное  
предприятие**

# **Собственное керамическое производство**

## **НИОКР И МЕЛКОСЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**



**Полный цикл изготовления  
керамического изделия:**

- подготовка порошков;*
- формование заготовки;*
- термообработка изделия;*
- мехобработка детали*



**«ИЗДЕЛИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**Круглый стол, 12 сентября 2019 года, г. Обнинск**





**По применению:** *техническая керамика (функциональная и конструкционная)*

**По материалам:** *оксидная керамика ( $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$  и др.)*

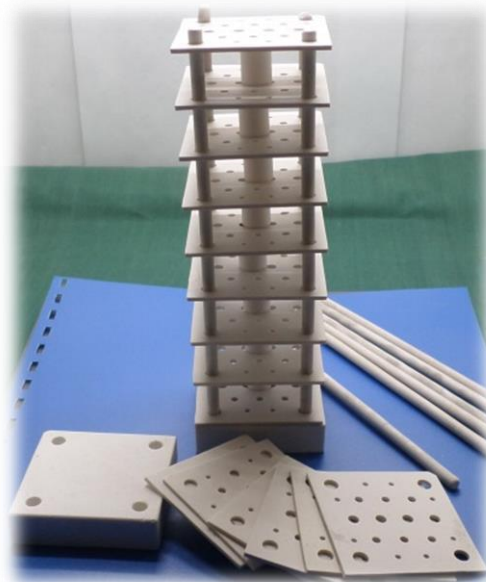
**По конфигурации и форме:** *от простых до сложных (стержни, шары, цилиндры, пластины, соломка, пробирки, резьбы)*

**Технология формообразования:** *прессование порошков, мундштучное прессование, литьё под давлением, литьё на движущуюся подложку, соединение слоёв.*



**Целевое назначение изделий (конструкционная и функциональная керамика):**

- электролиты (для датчиков, ТОТЭ, кислородных насосов и др.);
- изоляторы, подставки;
- тигли, чашки;
- чехлы, пробирки;
- фильтры







**Разные свойства  
керамических изделий для  
различных применений :**

- *химическая чистота  
и отсутствие примесей  
или контролируемые примеси*
- *контролируемая пористость  
и плотность*
- *термостойкость*
- *прочность при высоких температурах*
- *специфические контролируемые характеристики (ионная проводимость,  
электросопротивление, и др.)*





## Освоено производство керамики из материалов:

- Твёрдые электролиты  $ZrO_2 + Y_2O_3$ ;  $HfO_2 + Gd_2O_3$
- Высокоглинозёмистая керамика на основе  $Al_2O_3$  95...99%
- Оксид магния  $MgO$ ;
- Алюмомагнезиальная шпинель  $MgAl_2O_4$ ;
- Алюмосодержащие материалы: кордиерит, муллит, др.

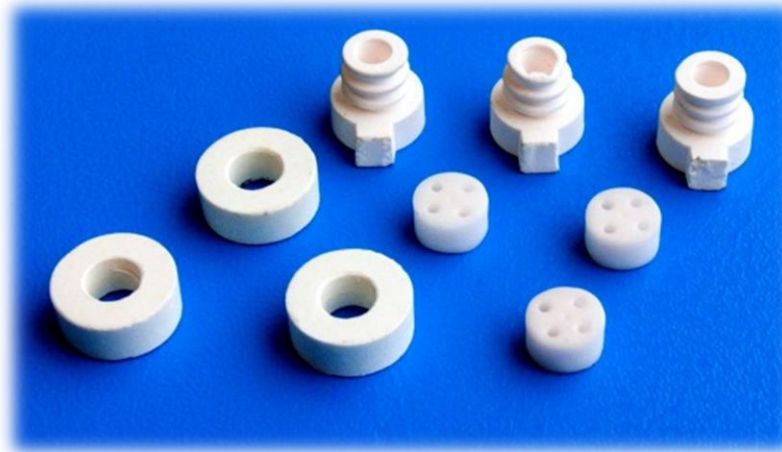
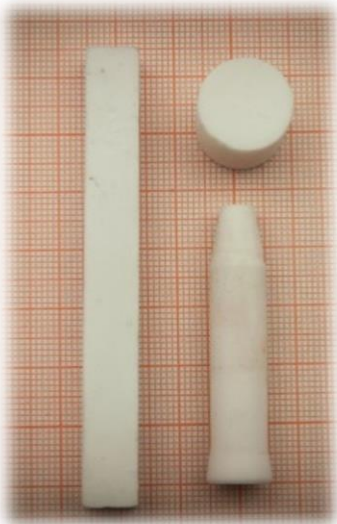




**научно-  
производственное  
предприятие**

# Конфигурация и форма

от простых до сложных:  
*стержни, шары, цилиндры, пластины, соломка,  
пробирки, резьбы.*



**Размеры изделий:**

*длина – до 200 мм,  
поперечный размер  
– до 100 мм.*



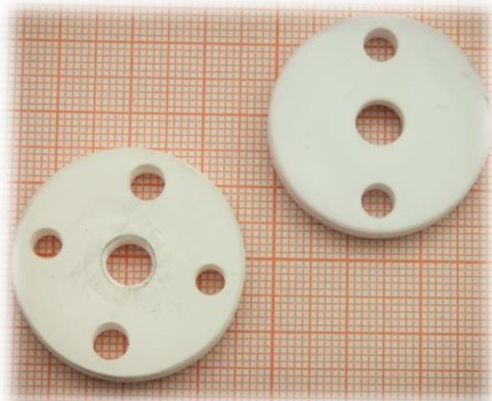
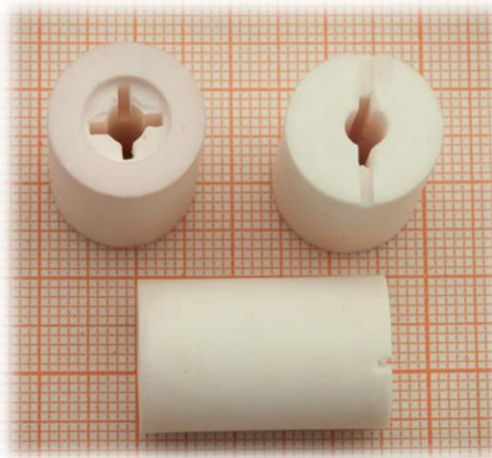
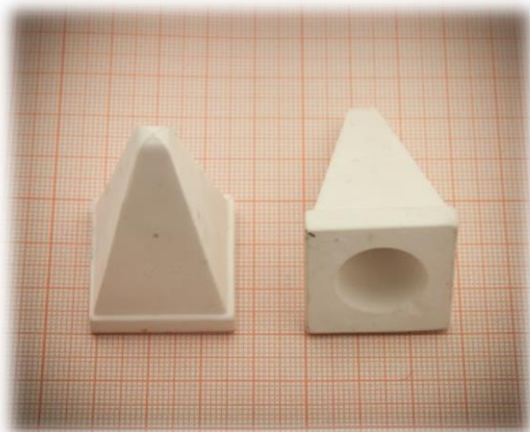
**«ИЗДЕЛИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**Круглый стол, 12 сентября 2019 года, г. Обнинск**





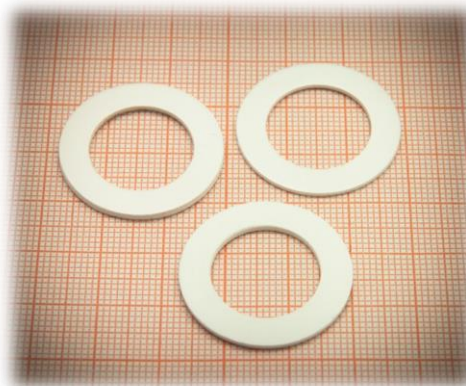
**Изделия различной конфигурации получены разными методами**





- **прессование порошков**  
(детали простой формы:  
*шары, цилиндры*)
- **мундштучное прессование**  
(длинные детали: *стержни,  
трубки, соломка*)
- **литьё под давлением**  
(детали сложной формы,  
*тонкостенные*)
- **литьё на движущуюся  
подложку** (*плёнка, пластинки*)
- **мехобработка** (*плоское,  
внутреннее, наружное,  
торцевое шлифование*)

## Метод формования заготовок:





## Преимущества:

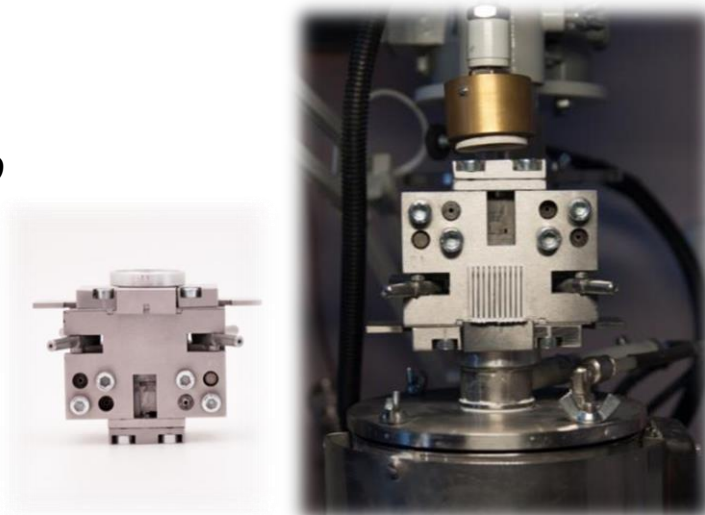
*Сложная конфигурация изделия, точность, качество поверхности, снижение операционного времени*

## Ограничения метода:

*размеры изделия, размер зерна порошка.*

## Основные этапы технологического процесса

- *Проектирование и изготовление формы*
- *Подготовка шликера (в литьевой машине)*
- *Формование (в литьевой машине)*
- *Разборка формы и извлечение детали*
- *Удаление связующего*
- *Обжиг*







## Функции литьевой машины:

*Приготовление, разогрев и термостатирование шликера, вакуумирование и перемешивание в ручном и автоматическом режиме, литьё под давлением в форме*

## Основные технические характеристики:

Рабочая температура, °С	от комнатной до 130
Объем шликерного бака, л	0,9
Максимальный объем отливаемого изделия, л	0,7
Максимальные габаритные размеры используемой литьевой формы, мм	Ø 150, высота 150
Для вакууммирования шликера литьевая машина снабжена вакуумным насосом, обеспечивающим предельное давление, МПа	-0,09
Частота вращения активатора, об/мин	50 – 200
Давление при формовании, ати	0,5 – 6,0
Габаритные размеры литьевой машины, мм, не более	1200x750x1500
Масса литьевой машины, кг, не более	100
Максимальный необходимый расход сжатого воздуха, м³/ч	10

***На литьевой установке могут изготавливаться детали типа стержней, пробирок, пластин, колец, втулок, дисков и т.п. с размерами: длина – до 100 мм, поперечный размер – до 100 мм.***





## Метод:

*Литьё на движущуюся подложку керамического шликера на основе минеральных порошков и связующего - поливинилбутираля (ПВБ).*

## Преимущества:

*Планарная технология, технологичность.*

## Ограничения метода:

*Размеры плёнки (длина около 1000 мм, ширина 100...200 мм, толщина от 0,1 до 0,5 мм)*

## Основные этапы технологического процесса

- *Подготовка шликера*
- *Отливка и сушка плёнки*
- *Отделение от лавсановой подложки*
- *Вырезка в размер*
- *Обжиг*

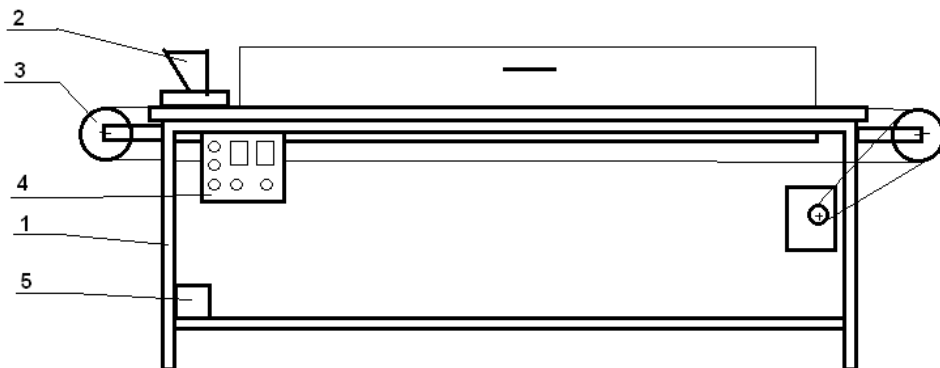




**Предназначение установки:** *Литьё на движущуюся подложку и просушивания плёнки из керамического шликера, связующе - поливинилбутираль (ПВБ).*

## Основные параметры:

Скорость движения ленты:	0,2...1,0 м/мин
Толщина отливаемой плёнки:	0,1...0,5 мм
Размеры отливаемой плёнки (дхш):	1000х100...200 мм
Объём фильеры:	100...300 см <sup>3</sup>
Температура стола:	до 50 °С



- 1 – стол
- 2 – фильера
- 3 – ленто-протяжный механизм
- 4 – щит управления
- 5 - другие системы





**научно-  
производственное  
предприятие**

# Литьевая установка ЭКОН-УЛКП

**ЭКОН-УЛКП** предназначена для использования в лабораториях для отработки технологии, экспериментальных исследований, единичного и мелкосерийного производства.







## **Литьевые машины ЭКОН-УГШЛ и ЭКОН-УЛКП используются в:**

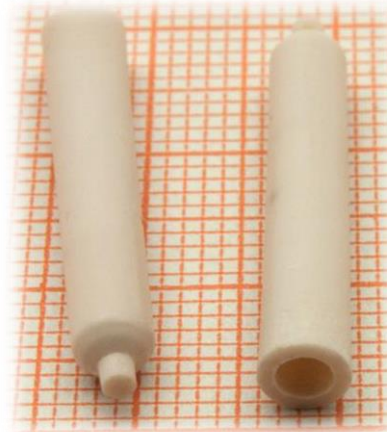
- ФГУП "НИИИС им. Ю.Е. Седакова", г. Нижний Новгород;
- Институт высокотемпературной электрохимии уральского отделения РАН, г. Екатеринбург;
- Московский индустриальный государственный университет, г. Москва;
- НТЦ «БАКОР», г. Москва;
- Институт металлургии и материаловедения РАН, г. Москва;
- ГНЦ РФ ФЭИ, г. Обнинск
- АО «СВЕТЛАНА-ЭЛЕКТРОНПРИБОР», г. Санкт-Петербург;
- ОАО Поликор, г. Кинешма;
- ФГУП НИИ НПО Луч, г. Подольск;
- и в других организациях.

## **Техподдержка:**

- Презентация работы установки на нашем предприятии;
- Обучение специалистов работе на литьевых установках.
- Сервисное и постгарантийное обслуживание;
- Рекомендации по технологиям изготовления изделий на установке;
- Возможность доработки установки под потребности заказчика;
- Разработка технологий литья изделий заказчика;
- Разработка и производство литьевых форм.



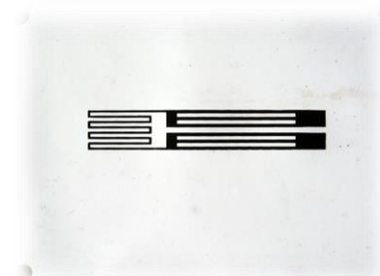
**Герметичное  
соединение  
разнородных  
керамических  
материалов**



**Герметичное  
соединение  
металл -  
керамика**



**Нанесение  
покрытий  
и электродов**







- **Изготовление керамических деталей по чертежам заказчика;**
- **Поставка установок, комплектующих к ним;**
- **Разработка и изготовление литьевых форм под изделия заказчика;**
- **Отработка разных керамических материалов и технологических связей по техническому заданию;**
- **Разработка технологических режимов формования и обжига для керамического материала заказчика.**



**научно-  
производственное  
предприятие**

*Калужская обл., г. Обнинск, ул. Лесная, д. 9,  
тел./факс (484) 396-62-66  
e-mail: [econ@econobninsk.ru](mailto:econ@econobninsk.ru); [www.econobninsk.ru](http://www.econobninsk.ru)*

**ИССЛЕДОВАНИЯ И СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ**

РАЗРАБАТЫВАЕМ ТЕХНОЛОГИЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ И НЕОБХОДИМУЮ ДЛЯ ЭТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ОСНАСТКУ	ПРОИЗВОДИМ МАЛЫЕ СЕРИИ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ И НАЗНАЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ КОНСТРУКЦИОННУЮ, ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННУЮ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННУЮ КЕРАМИКУ	ИЗГОТОВЛИВАЕМ КЕРАМИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ КАК МАКСИМАЛЬНО ПЛОТНЫЕ, ТАК И ОБЛАДАЮЩИЕ ЗАКРЫТОЙ ИЛИ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТЬЮ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ЗАКАЗЧИКА	ЯВЛЯЕМСЯ ОДНИМ ИЗ НЕМНОГИХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗРАБАТЫВАЮЩИХ И ПРОИЗВОДЯЩИХ ТЕХНИЧЕСКУЮ КЕРАМИКУ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ
---	--	---	---

**Приглашаем Вас к взаимовыгодному  
сотрудничеству!**

**«ИЗДЕЛИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»  
Круглый стол, 12 сентября 2019 года, г. Обнинск**