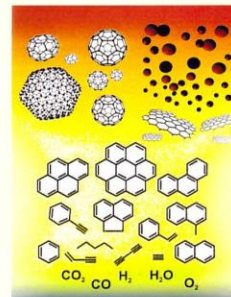
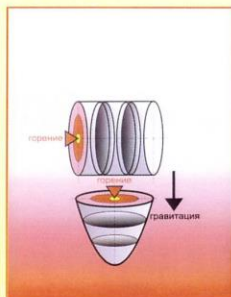


Ministry of Education & Science of the Republic of Kazakhstan / Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым Министрлігі  
Министерство Образования и Науки Республики Казахстан  
al-Farabi Kazakh National University / әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби



# Proceedings of the Joint International VIII Symposium “Combustion & Plasmochemistry”

The Institute of Combustion Problem. Институт проблем горения. МОН РК - Комитет Науки



and

# Scientific & Technical Conference “Energy Efficiency-2015”

National Academy of Science of Ukraine / The Gas Institute  
Українаың Ұлттық Ғылыми академиясы / Газ Институты  
Национальная академия наук Украины / Институт газа



Бірлескен VIII “ЖАНУ ЖӘНЕ ПЛАЗМОХИМИЯ” халықаралық симпозиумы  
мен “ЭНЕРГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІК-2015” ғылыми техникалық конференциясы

Совместный VIII международный симпозиум “ГОРЕНИЕ И ПЛАЗМОХИМИЯ”  
и научно-техническая конференция “ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ-2015”

September, 16-18, 2015, Almaty, Republic of Kazakhstan

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
INSTITUTE OF COMBUSTION PROBLEMS

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
ЖАНУ ПРОБЛЕМАЛАРЫНЫҢ ИНСТИТУТЫ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ГОРЕНИЯ

---

«ЖАНУ және ПЛАЗМОХИМИЯ»  
VIII халықаралық симпозиум  
мен «ЭНЕРГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІК»  
ғылыми-техникалық конференциясының  
МАТЕРИАЛДАРЫ  
16-18 қыркүйек 2015 ж.

МАТЕРИАЛЫ  
VIII международного симпозиума  
«ГОРЕНИЕ И ПЛАЗМОХИМИЯ»  
и научно-технической конференции  
«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ-2015»  
16-18 сентября 2015 г.

PROCEEDINGS  
of VIII international symposium  
«COMBUSTION & PLASMOCHEMISTRY»  
and scientific & technical conference  
«ENERGY EFFICIENCY-2015»  
September, 16-18, 2015

Алматы  
«Қазак университеті»  
2015

VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

---

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |   |
|--|---|
| ОРГКОМИТЕТ .....                                   | 3 |
| ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО.....                          | 5 |
| ПРОГРАММА ЗАСЕДАНИЙ, ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ..... | 6 |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ЗАСЕДАНИЙ.....                   | 7 |

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

|  |    |
|--|----|
| МАКРОКИНЕТИКА СВС В ПОЛЕ ВНЕШНИХ СИЛ<br>Г.И.Ксандопуло.....  | 13 |
| AUTOIGNITIONS OF SURROGATE DIESEL FUELS AT HIGH TEMPERATURES<br>AND PRESSURES<br>O.G. Penyazkov, K.L.<br>Sevrouk.....  | 16 |
| ТЕПЛО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ФРОНТА<br>ФИЛЬТРАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА<br>Салганский Е.А., Глазов С.В., Кислов В.М., Рабинович О.С., Малиновский А.И.,<br>Салганская М.В., Пилипенко Е.Н., Колесникова Ю.Ю..... | 18 |
| НЕКОТОРЫЕ РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ ГОРЕНИЯ<br>З.А. Мансуров.....   | 22 |
| ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ<br>ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ<br>Ю.В. Суровикин.....  | 35 |
| ГОРЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ.<br>ОБЗОР МЕХАНИЗМОВ<br>В.Е. Зарко.....  | 39 |
| ЭЛЕКТРОДУГОВЫЕ ПЛАЗМОТРОНЫ, ПЛАЗМЕННЫЕ РЕАКТОРЫ И ПЕЧИ ДЛЯ<br>ПЕРЕРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ И ОТХОДОВ<br>А. Л. Моссэ.....   | 41 |



VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

---

|  |    |
|--|----|
| WASTE PLASTICS OIL CONTINUAL REFINING EQUIPMENT<br><u>Nurzai Erezhep, Ablikim Kerim</u> .....                    | 44 |
| ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ<br><u>В.Е. Мессерле, А.Л. Моссэ, А.Б. Устименко</u> ..... | 47 |

### УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

|   |    |
|---|----|
| МЕХАНОАКТИВАЦИЯ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br>ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ СВС - ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ<br>СИСТЕМ<br><u>Н.Н. Мофа, Т.В. Черноглазова, Б.С. Садыков</u> .....                           | 52 |
| САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ<br>КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ $ZrB_2-Al_2O_3$<br><u>Абдулкаримова Р.Г., Камунур К, Айткалиева А.А.</u> .....  | 57 |
| САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ<br>ПОРИСТОЙ СИАЛОНОВОЙ КЕРАМИКИ В РЕЖИМЕ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ<br>ФИЛЬТРАЦИИ РЕАКЦИОННОГО ГАЗА<br><u>А.С. Мазной, А.И. Кирдяшкин, Р.М. Габбасов</u> .....        | 61 |
| ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ НА ПРОЦЕСС СВС<br>В СЛОЕВЫХ ОКСИДНЫХ СИСТЕМАХ<br><u>Г.И. Ксандопуло, А.Н. Байдельдинова, Л.В. Мухина, Е.А. Пономарева</u> .....  | 65 |
| EFFECT OF EXTERNAL FACTORS ON THE OBTAINING OF $MgB_2$ PREPARED BY SHS<br><u>S. Tolendiuly, S.M. Fomenko, A.A. Baideldinova, Z.A. Mansurov</u> .....  | 68 |
| CHALLENGES FOR NEW CONCEPT COMBUSTION TECHNOLOGIES<br>HOW SMALL, HOW LEAN AND HOW MILD CAN WE BURN?<br><u>Kaoru MARUTA</u> .....  | 71 |
| НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫЕ ПОРОДЫ КАК НЕТРАДИЦИОННЫЙ ВИД<br>УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ<br><u>Е.К. Онгарбаев, Е.И. Иманбаев, Е. Тилеуберди, З.А. Мансуров, Б.К. Тулеутаев,<br/>Е.Б. Кривцов, А.К. Головки</u> .....        | 72 |
| DEVELOPMENT OF $Y_2O_3$ /GRAPHENE/COPPER HETEROSTRUCTURE AS A<br>SUBSTRATE MATERIAL FOR GaN EPILAYERS<br><u>R. Beisenov, Z. A. Mansurov, R. Ibrahim, D. Muratov, S. Zh. Tokmoldin and A. Ignatiev</u> ..... | 76 |
| DIFFUSION COMBUSTION MODE OF PREMIXED GASES<br><u>Sergey Minaev, Roman Fursenko, Kaoru Maruta</u> .....   | 79 |

VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

---

|   |     |
|---|-----|
| РЕЖИМЫ КОНВЕРСИИ УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА<br>ПРИ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ<br><u>Г.И. Худякова, А.Ф. Рыжков</u> .....   | 82  |
| СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА<br>ПОГЛОЩАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ<br>СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ<br><u>Приходько Н.Г., Смагулова Г.Т., Рахымжан Н.Б., Нажипкызы М.,<br/>Ким С., Лесбаев Б.Т., Мансуров З.А.</u> ..... | 86  |
| РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ НАСОСА ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ВОДЫ НА<br>ЗАДАННУЮ ВЫСОТУ ЗА СЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА<br><u>Е.Т. Алиев, М.И.Родин, У.С. Мусабеков, З.А. Мансуров</u> .....  | 90  |
| ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО<br>ПРОЦЕССА<br><u>Ж.Р. Уалиев, Н.Б. Усенбаев, А.О. Кабдолдина</u> .....  | 93  |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ФРОНТА<br>ФИЛЬТРАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ<br><u>Кислов В.М., Салганский Е.А., Зайченко А.Ю., Глазов С.В.</u> .....  | 100 |
| ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО ЭНТЕРОСОРБЕНТА ПУТЕМ ЩЕЛОЧНОЙ<br>АКТИВАЦИИ КАРБОНИЗОВАННОГО ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ<br><u>Ж.М. Жандосов, Б. К. Кошер, М.Р. Керимкулова, А.Ж. Байменов,<br/>Д.И. Ченчик, С. Азат, З.А. Мансуров, С.В. Михаловский</u> .....                                    | 105 |
| СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ<br>СО СТРУКТУРОЙ «ЯДРО/ОБОЛОЧКА»: $Fe_3O_4@SiO_2@TiO_2$<br><u>Ж.М. Жандосов, Д. И. Ченчик, А.Т. Агишев,<br/>З.А. Мансуров, Ж. К. Укибаев, Т.С. Нургожин</u> .....   | 110 |
| КОНЦЕНТРАТОРНАЯ ФОТОВОЛЬТАИК-ТЕРМАЛЬНАЯ СОЛНЕЧНАЯ<br>УСТАНОВКА<br><u>Нестеренков П.А., Нестеренков А.Г., Нестеренкова Л.А.</u> .....  | 115 |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СЖИГАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО<br>ТОПЛИВА УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ<br><u>Зейфман В.М., Шишкин Арк.А., Шишкин Анд.А.</u> .....  | 120 |
| ПЕРЕМЕШИВАНИЕ МАТЕРИАЛА ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ РЕАКТОРЕ КАК ФАКТОР<br>СТАБИЛИЗАЦИИ ФРОНТА ГОРЕНИЯ<br><u>Колесникова Ю.Ю., Кислов В.М., Подлесный Д.Н.</u> .....   | 123 |
| EFFICIENCY OF THE MICROCHANNEL THERMO-ELECTRICAL GENERATOR<br>WITH GAS COMBUSTION<br><u>Taisia Miroshnichenko, Sergey Minaev</u> .....  | 126 |



VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

---

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА  
ПОГЛОЩАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

**Приходько Н.Г., Смагулова Г.Т., Рахымжан Н.Б., Нажипкызы М.,  
Ким С., Лесбаев Б.Т., Мансуров З.А.**

РГП «Институт проблем горения», Казахстан, Алматы, 050012, ул. Богенбай Батыра, 172  
E-mail: nik99951@mail.ru

**Аннотация**

Приведены результаты по исследованию композитных материалов на основе углеродных структур с добавками наночастиц металлов, оксидов металла и солей металлов на поглощающую способность солнечной энергии, полученных пиролизом, электроспиннингом и CVD-методом.

Задача получения солнечных коллекторов с повышенной поглощающей способностью солнечной энергии имеет большое прикладное значение, так как при одних и тех значениях эффективной площади поглощения солнечного коллектора, теплосъем с единицы площади поглощения повышается. А учитывая тот факт, что коллектор является основным компонентом солнечного водонагревателя и составляет большую часть стоимости всей системы, то становится очевидным вопрос повышения его эффективности.

В данной работе для покрытия солнечных коллекторов исследуются композитные материалы на основе углеродных структур. Предварительные исследования показали возможность и перспективность получения композитных материалов на основе пиролиза сажи, предварительно перемешанной с солями металлов, а также композитных материалов, полученных методом электроспиннинга из смеси раствора углеводородного сырья с солями каталитических металлов. Отработка метода и условий образования композитных материалов и их применение для солнечных коллекторов с целью повышения поглощающей способности солнечного излучения, внесет существенный вклад в повышение эффективности использования солнечных коллекторов.

В качестве поглощающего материала для покрытия моделей солнечных коллекторов использовали углеродные нанотрубки, полученные пиролизом на основе различных каталитических частиц металлов.

Для эффективного и массового синтеза УНТ необходимо иметь развернутую структуру исходных каталитических частиц металлов с размером менее 50 нм. Для этой цели применяли различные пористые структуры, а именно: полученную на основе нефтяного шлама и сажи; песок в смеси с сажой; шунгит. Пористые структуры насыщались солями металлов (кобальт хлористый 6-водный  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , лантан нитрат 6 водный  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , нитрат никеля 6 водный  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), а затем проводили пиролиз в инертной среде. Присутствующий углерод или сажа в пористой структуре является восстановительной средой, позволяющей восстанавливать соли металлов до частиц металлов наноразмерной величины. Полученные наночастицы металлов в последующем использовали в качестве катализаторов-зародышей для выращивания УНТ путем пиролиза углеводородного топлива.

Были получены результаты по исследованию поглощающей способности солнечной радиации ультратонкими композитными волокнами на основе 3 % дихлорэтанового раствора полиметилметакрилата (ПММА) с добавками сажи, солей металлов, оксидов металла.

VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

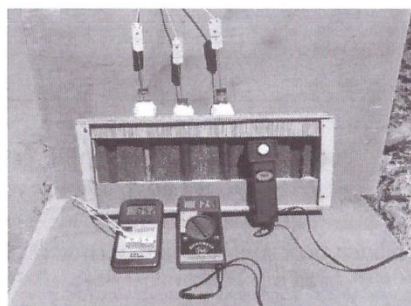
---

используемых в качестве покрытия моделей солнечных коллекторов. Для получения ультратонких волокон с добавками солей металлов применяли метод электроспиннинга.

Полученные композитные материалы исследовали на поглотительную способность солнечного излучения. Для этого была создана модель солнечного коллектора, состоящая из двух стеклянных трубок, что показано на рисунке 1 (а). Трубка, с нанесенным на поверхность поглощающим материалом, помещалась внутрь трубки большего размера и герметизировалась. Это исключало конвективные потери тепла в процессе эксперимента. Модели тепловых трубок с разными покрытиями помещались в устройство и наполовину диаметра утапливались в теплоизоляционный материал, как показано на рисунке 1 (б).



а



б

Рис. 1 – Общий вид модели солнечного коллектора (а) и помещенные в устройство с теплоизоляционным материалом для проведения эксперимента (б)

Во внутреннюю трубку наливалась дистиллированная вода в количестве  $25 \text{ см}^3$ . Трубка закрывалась резиновой пробкой, через которую проходила хромель-алюмелевая термопара. Термопара доходила до середины высоты покрытой поверхности и не соприкасалась со стенкой трубки. Эксперимент проводили на улице в солнечную погоду при стабильной интенсивности солнечного излучения. Интенсивность солнечного излучения ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) замеряли прибором типа PL-110SM (Solar Radiation Measuring Instrument) или замеряли освещенность ( $\text{Лк}$ ) люксметром типа «ТКА-ЛЮКС» с переводом в интенсивность солнечного излучения ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ). Поглотительная способность солнечного излучения моделью солнечного коллектора, покрытого опытным материалом, оценивалась в течение 30 минут, исходя из температуры нагрева дистиллированной воды.

Количество тепловой энергии  $Q_v$ , которое поглощается водой в модели солнечного коллектора за 30 минут эксперимента, определялось по формуле:

$$Q_v = c_v \cdot M_v \cdot (T_k - T_n), \text{ кДж}$$

где  $c_v$  – теплоемкость воды,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;  $M_v$  – количество нагреваемой воды,  $\text{кг}$ ;  $T_n$ ,  $T_k$  – начальная и конечная температура воды,  $\text{К}$ .

Количество тепловой энергии  $Q_c$ , которое поглощается стеклом внутренней трубки коллектора за 30 минут эксперимента, определялось по формуле:

$$Q_c = c_c \cdot M_c \cdot (T_k - T_n), \text{ кДж}$$

где  $c_c$  – теплоемкость стекла,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;  $M_c$  – масса стеклянной трубки,  $\text{кг}$ ;  $T_n$ ,  $T_k$  –



VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

начальная и конечная температура стеклянной трубки, принимаемая равной температуре воды, К.

Общее количество тепла, поглощенное исследуемым покрытием за 30 минут эксперимента, равнялось:

$$\sum Q = Q_v + Q_c, \text{ кДж}$$

Расчет удельной величины теплопоглощения единицей площади исследуемого покрытия за 30 минут эксперимента рассчитывалось по формуле:

$$q = \sum Q/S, \text{ кДж/см}^2$$

где  $S = \pi \cdot d_c \cdot H_c/2$  – тепловоспринимающая площадь исследуемого материала, принимаемая равной половине общей площади внутренней трубки коллектора, так как она утоплена наполовину диаметра в теплоизоляционный материал,  $\text{см}^2$ ;  $d_c$  – диаметр внутренней трубки покрытия, см;  $H_c$  – высота покрытия трубки исследуемым материалом, см.

Коэффициент эффективности  $\eta$  теплопоглощения исследуемой поверхности рассчитывался по следующей формуле:

$$\eta = q/q_{\text{макс}} \cdot 100, \%$$

где  $q_{\text{макс}}$  – максимальная возможная величина удельного теплопоглощения за 30 минут эксперимента, которая принималась по справочным данным.

Было установлено, что значение  $\eta$  зависит от максимальной величины интенсивности солнечного излучения  $q_{\text{макс}}$ . Поэтому для сравнительной оценки эффективности теплопоглощения различных покрытий был введен удельный коэффициент эффективности теплопоглощения, равный

$$\eta_{\text{уд}} = \eta/q_{\text{макс}}$$

Сравнительные результаты по удельной эффективности теплопоглощения различных покрытий поверхности модели солнечного коллектора представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Удельная эффективность теплопоглощения различных покрытий

| Вид покрытия  | Удельная эффективность, $\eta_{\text{уд}} \cdot 10^{-2}$ | Вид покрытия  | Удельная эффективность, $\eta_{\text{уд}} \cdot 10^{-2}$ |
|---|--|---|--|
| Без покрытия  | 40,23  | ПММА+сажа+ $\text{Co}_3\text{O}_4$  | 49,21  |
| УНТ на основе шунгита с Ni  | 42,31  | ПММА+сажа+ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | 49,94  |
| УНТ на основе ПУМ с Co  | 43,83  | ПММА+сажа+ $\text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$                       | 53,31  |
| УНТ на основе песка и сажи с Ni   | 44,66  | ПММА+сажа+карбон. рисов. шелуха   | 54,55  |
| Сажа  | 46,74  | УНТ (CVD), 10 слоев   | 57,1   |
| ПММА+ $\text{Fe}_2\text{O}_3$   | 41,48  | ПММА+карбон. абрик. косточки  | 60,01  |
| ПММА+сажа+ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | 42,56  | ПММА+сажа+карбон. абрик. косточки   | 60,96  |
| ПММА+сажа+ NiO  | 44,0   |   |  |
| ПММА+сажа   | 45,14  |   |  |
| ПММА+сажа+ $\text{Fe}_2\text{O}_3$  | 47,57  |   |  |



VIII Международный симпозиум  
«Горение и плазмохимия»  
Международная научно-техническая конференция  
«Энергоэффективность-2015»

---

Установлено, что повышенной поглотительной способностью обладают композитные материалы полученные методом электроспиннинга на основе ПММА с добавкой сажи и других составляющих. При этом наибольшей теплопоглощающей способностью обладает композитный материал на основе ПММА с добавкой сажи и карбонизированных абрикосовых косточек.

**Abstract**

Results of the study of composite materials based on carbon structures with additives of metal nanoparticles, metal oxides and metal salts on the absorption capacity of the solar energy received by pyrolysis, electrospinning and CVD.