

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



The Institute of Combustion Problems /
Committee of Science MES RK



Voevodsky Institute of Chemical Kinetics and
Combustion / Russian Academy of Sciences

I S T C



М Н Т Ц

International Science
& Technology Center

Proceedings of the Joint IX International Symposium & International Conference

“Physics and Chemistry of Carbon Materials/Nanoengineering”

“Көміртекті материалдардың физикасы мен химиясы / Наноинженерия”

“Физика и химия углеродных материалов / Наноинженерия”



“Nanoenergetic Materials and Nanoenergetics”

“Наноэнергетикалық Материалдар мен Наноэнергетика”

“Наноэнергетические Материалы и Наноэнергетика”

September 13-15, 2016, Almaty, The Republic of Kazakhstan

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПИЛОТНОГО ОБРАЗЦА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА С ПОКРЫТИЕМ ИЗ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

**Н. Г. Приходько^{1,2}, Г. Т. Смагулова¹, Н. Б. Рахымжан¹, Б. Т. Лесбаев¹,
М. Нажипкызы¹, З. А. Мансуров¹**

¹Институт проблем горения, Казахстан, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 172;

²Алматинский университет энергетики и связи, Казахстан, г. Алматы, ул. Байтурсынова, 126
E-mail: nik99951@mail.ru

Приведены результаты по исследованию эффективности работы пилотного образца солнечного коллектора на основе углеродного материала из растительного сырья. Исследования проводились в естественных условиях при солнечной погоде.

В настоящее время получение солнечных коллекторов с повышенной эффективностью поглощения солнечной энергии является актуальной задачей. Применяемые в настоящее время селективные покрытия для солнечных коллекторов обладают хорошей поглощающей способностью, но достаточно сложны в изготовлении и нанесении данного состава на трубки коллектора.

В данной работе проведено исследование модельных образцов солнечного коллектора и пилотного образца с поглотительным материалом на основе карбонизированного растительного сырья из абрикосовых косточек (АК), рисовой шелухи (РШ) и их комбинацией с углеродными нанотрубками (УНТ). Предварительные исследования показали возможность и перспективность использования углеродных структур на основе карбонизированного растительного сырья для поглощающего слоя солнечного коллектора. Отработка условий, метода нанесения и закрепления углеродного материала на трубке солнечного коллектора, позволит, в перспективе, использовать данный материал для коммерческого предложения.

Модельные коллекторы готовились в следующей последовательности. Предварительно очищенные и обезжиренные трубки покрывались слоем смеси жидкого стекла с порошком карбонизированного растительного материала (АК, РШ). Толщина покрытия не превышала 0,8 мм. Образцы готовились в двух экземплярах. Вторые экземпляры покрывались сверху 10 слоями тянущихся УНТ с целью получения комбинированного покрытия, состоящего из карбонизированного растительного сырья и УНТ. Общий вид трубок с покрытием и метод нанесения УНТ приведены на рисунке 1.

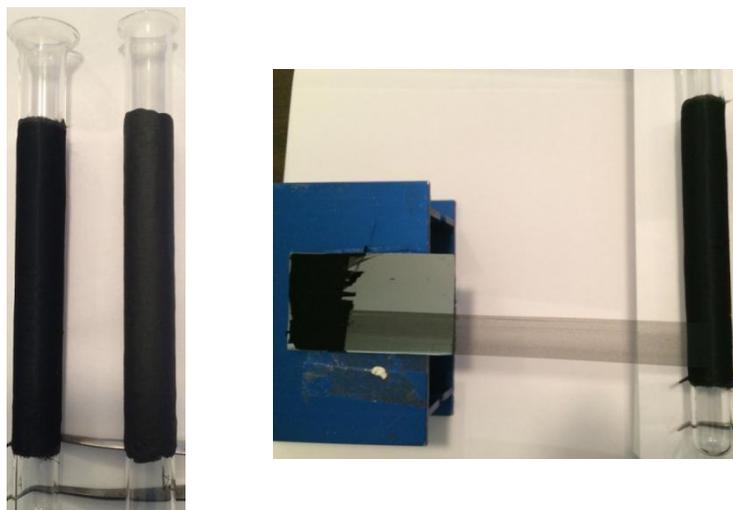


Рисунок 1 – Общий вид модели трубки коллектора с покрытием и метод нанесения УНТ на трубку с предварительно нанесенным покрытием из РШ

**IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
«ФИЗИКА И ХИМИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ / НАНОИНЖЕНЕРИЯ»
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«НАНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОЭНЕРГЕТИКА»**

Далее трубки помещались в трубку большего диаметра и с одной стороны герметично приваривались друг к другу. После вакуумирования образца, конец внешней трубки заваривался. Общий вид готовой вакуумированной модели солнечного коллектора приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Общий вид вакуумированных моделей солнечного коллектора

Полученные солнечных коллекторов исследовали на поглотительную способность солнечного излучения в атмосферных условиях при солнечной погоде. В процессе исследования вакуумированные трубки с разными покрытиями помещались в устройство, как показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общий вид устройства и приборное обеспечение при экспериментальном исследовании моделей солнечных коллекторов

Во внутреннюю трубку наливалась дистиллированная вода в количестве 15 см³. 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 инсоляции солнечного излучения. Интенсивность солнечного излучения (Вт/м²) замеряли прибором типа PL-110SM (Solar Radiation Measuring Instrument). 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_B , которое поглощается водой в модели солнечного коллектора за 30 минут эксперимента, определялось по формуле:

$$Q_B = c_B \cdot M_B (T_k + T_n), \text{ кДж} , \text{ кДж}$$

**IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
«ФИЗИКА И ХИМИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ / НАНОИНЖЕНЕРИЯ»
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«НАНОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОЭНЕРГЕТИКА»**

где c_v – теплоемкость воды, кДж/(кг · К); M_v – количество нагреваемой воды, кг; T_n , T_k – начальная и конечная температура воды, К.

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

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

где c_c – теплоемкость стекла, кДж/(кг · К); M_c – масса стеклянной трубки, кг; T_n , T_k – 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 утеплена наполовину диаметра в теплоизоляционный материал, см²; d_c – диаметр внутренней трубки с покрытием, см; H_c – высота покрытия трубки исследуемым материалом, см.

Коэффициент эффективности η теплопоглощения исследуемой поверхности рассчитывался по следующей формуле:

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

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

Сравнительные результаты по эффективности теплопоглощения различными покрытиями поверхности модели солнечного коллектора представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность теплопоглощения солнечной энергии различными покрытиями

Вид покрытия	Эффективность теплопоглощения η , %	Вид покрытия	Эффективность теплопоглощения η , %
РШ	85,53	АК (тройное стекло)	83,33
РШ+10 слоев УНТ	84,39	АК	81,16
АК+10 слоев УНТ	84,04	РШ (тройное стекло)	78,77

Установлено, что повышенной поглотительной способностью обладает покрытие на основе карбонизованной рисовой шелухи. Был создан пилотный образец солнечного коллектора и проведено его испытание в атмосферных условиях.

The results of the study on the effectiveness of the pilot prototype of a solar collector on the basis of the carbon material from plant material. The studies were conducted in vivo in sunny weather.