



[Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2016. – №16. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/razrabotka-uslovnnykh-oboznachenij-dlya-karty-mestorozhdenij-poleznykh-iskopaemykh-respubliki-mordoviya>.

17. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами В. Ф. Манухов, О. С. Разумов, А.С. Тюряхин [и др.]: учеб. пособие – Саранск, 2006. – 164 с.

18. Тесленок К. С., Манухова В. Ф. Карта качества воды скважин водозабора как результат прохождения производственной практики // Инновационные процессы в высшей школе: материалы XIX Всероссийской науч.- практ. конф. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО КубГТУ. – 2013. – С.142–144.

*Научный руководитель: старший преподаватель кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Муженикова О.И.*

Статья отправлена: 1.04.2017 г.

**ЦИТ: ua117-102**

**DOI: 10.21893/2415-7538.2016-05-1-102**

**УДК 536.6**

**Иванов С.А., Самойленко К.Н.**

**КОРРЕКЦИЯ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНЫХ УСЛОВИЙ ТЕПЛООБМЕНА В ЯЧЕЙКАХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛОТЫ ИСПАРЕНИЯ НА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМ КАЛОРИМЕТРЕ**

*Институт технической теплофизики НАН Украины,  
Киев, ул. Желябова 2а, 03057*

**Ivanov S.A., Samojlenko K.N.**

**CORRECTION OF INFLUENCE OF UNEQUAL HEAT EXCHANGE CONDITIONS IN CELLS DURING MEASURING THE HEAT OF EVAPORATION BY DIFFERENTIAL CALORIMETER**

*The Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine,  
Kyiv, 2a Zhelyabov, 03057*

*Аннотация. Статья посвящена повышению точности измерения теплоты испарения дифференциальными калориметрами синхронного теплового анализа. Измерение теплоты испарения методом синхронного термического анализа сопряжено с трудностями: в измерительных ячейках дифференциального калориметра из-за уменьшения температуры поверхности образца из-за испарения устанавливаются неравные условия теплообмена. Если влияние этого неравенства не будет учтено при обработке данных, результат будет содержать дополнительную погрешность. Рассмотрены различные методы определения теплоты испарения, учитывающие влияние неравных условий теплообмена в ячейках. Подробно рассмотрены преимущества и недостатки каждого метода. Приводятся также некоторые результаты экспериментальных исследований теплоты испарения.*

*Ключевые слова: сушка, теплота испарения, калориметр, условия теплообмена.*



*Abstract. The article is devoted to improving the accuracy of the vaporization heat measurement by differential calorimeters of synchronous thermal analysis. The evaporation heat measurement by the method of synchronous thermal analysis is fraught with difficulties. Unequal conditions of heat exchange are installed in measuring cells of differential calorimeter due to the decreasing temperature of the sample surface because of evaporation. If the effect of this non-identity will not be taken into account when processing the data, the result will contain an additional error. We were considered the different methods for determining the vaporization heat which take into account the influence of unequal heat exchange conditions in the cells. Advantages and disadvantages of each method are considered in detail. Some results of experimental studies of evaporation heat are also presented.*

*Key words: drying, evaporation heat, calorimeter, heat exchange conditions.*

**Вступление.** Дифференциальный метод измерения получил широкое распространение в калориметрии благодаря возможности существенно снизить влияние внешних возмущающих факторов на конечный результат измерения. Для эффективной реализации такого метода в калориметрии необходимо, чтобы в эксперименте участвовало не менее двух измерительных ячеек, идентичных как по геометрическим, так и по теплофизическим параметрам, и находились в общей рабочей камере при одинаковых условиях проведения эксперимента. Исследуемый образец размещают в рабочей ячейке калориметра, а вторая ячейка (референт) остаётся пустой. Влияние возмущающих факторов компенсируется за счёт разностного сигнала от рабочей ячейки и ячейки-референта. Однако использование дифференциального метода при экспериментальном определении теплоты парообразования сопряжено со сложностями. Вследствие испарения влаги из образца в рабочей ячейке температура поверхности рабочей ячейки падает, что приводит к возникновению неодинаковых условий теплообмена рабочей ячейки и ячейки-референта с газовой средой рабочей камеры. Такое явление служит источником дополнительной погрешности, что сказывается на точности конечного результата измерения и поднимает вопрос о необходимости учитывать влияния такого эффекта.

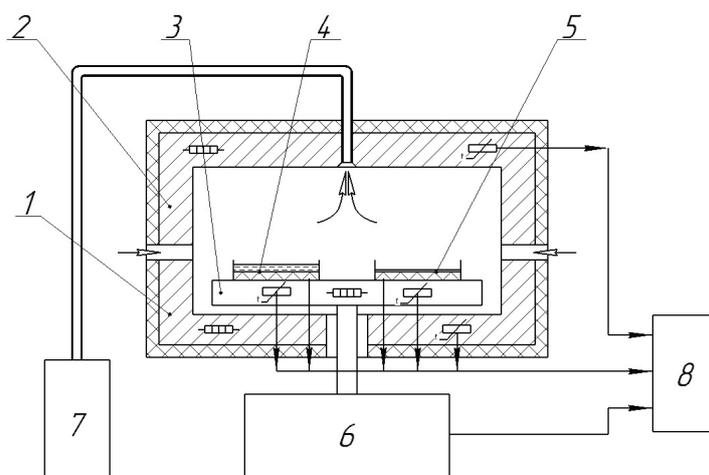
**Основной текст.** Характерным примером прибора с дифференциальным методом измерения в калориметрии при исследовании удельной теплоты испарения, является прибор ДМКИ-1, разработанный в Институте технической теплофизики НАН Украины [1]. В данном приборе реализован принцип синхронного теплового анализа, объединяющего дифференциальные калориметрические и термогравиметрические методы измерения [2].

Для схемы прибора (рис. 1) теплообмен рабочей ячейки калориметра с рабочей камерой представлен тремя составляющими: конвективным теплообменом образца с газовой средой рабочей камеры, радиационным теплообменом образца с верхним термостатирующим элементом крышки прибора и составляющей тепломассопереноса вследствие испарения влаги из образца. Для ячейки-референта теплообмен со средой ограничен только конвективной и радиационной составляющими теплообмена:



$$\begin{cases} Q_1 = r \cdot \frac{dm}{d\tau} + \alpha_{\Sigma} (T_{CP} - T_{ПОВ1}) \cdot F_{ПТП}; \\ Q_2 = \alpha_{\Sigma} (T_{СЕР} - T_{ПОВ2}) \cdot F_{ПТП}; \end{cases} \quad (1)$$

где:  $r \cdot \frac{dm}{d\tau}$  - составляющая теплообмена вследствие тепломассопереноса;  $\alpha_{\Sigma} (T_{CP} - T_{ПОВ1}) \cdot F_{ПТП}$  - суммарная составляющая теплообмена вследствие конвекции и излучения;  $T_{CP}$  - температура газовой среды;  $T_{ПОВ1}$  - температура поверхности рабочей ячейки;  $T_{ПОВ2}$  - температура поверхности ячейки - референта.



1 - корпус; 2 - крышка; 3 - платформа; 4 - рабочая ячейка; 5 - ячейка - референт; 6 - весы; 7 - компрессор; 8 - измерительно-вычислительный блок

**Рис. 1. Схема теплового блока прибора ДМКИ-1.**

Также справедливой будет система уравнений кондуктивного теплоподвода от платформы к ячейкам:

$$\begin{cases} Q_1 = (T_{ПЛ} - T_{ПОВ1}) / (R_{ПТП1} + R_{ОБР}); \\ Q_2 = (T_{ПЛ} - T_{ПОВ2}) / R_{ПТП2}; \end{cases} \quad (2)$$

где:  $T_{ПЛ}$  - температура платформы;  $R_{ПТП1}$  - тепловое сопротивление ПТП рабочей ячейки;  $R_{ПТП2}$  - тепловое сопротивление ячейки-референта;  $R_{ОБР}$  - тепловое сопротивление образца.

Решив системы 1 и 2 относительно  $r$ , получаем уравнение измерения теплоты парообразования, компенсирующие влияние неравности условий теплообмена в ячейках через тепловые сопротивления:

$$r = \frac{(Q_1 - Q_2) + Q_1 \cdot (R_{ПТП1} + R_{ОБР}) / R_{\alpha} - Q_2 \cdot R_{ПТП2} / R_{\alpha}}{dm/d\tau} \quad (3)$$

где:  $R_{\alpha}$  - суммарное сопротивление теплообмену от конвекции и излучения.

Данный метод не требует внесения изменений в существующую конструкцию калориметра, однако его недостатком является необходимость



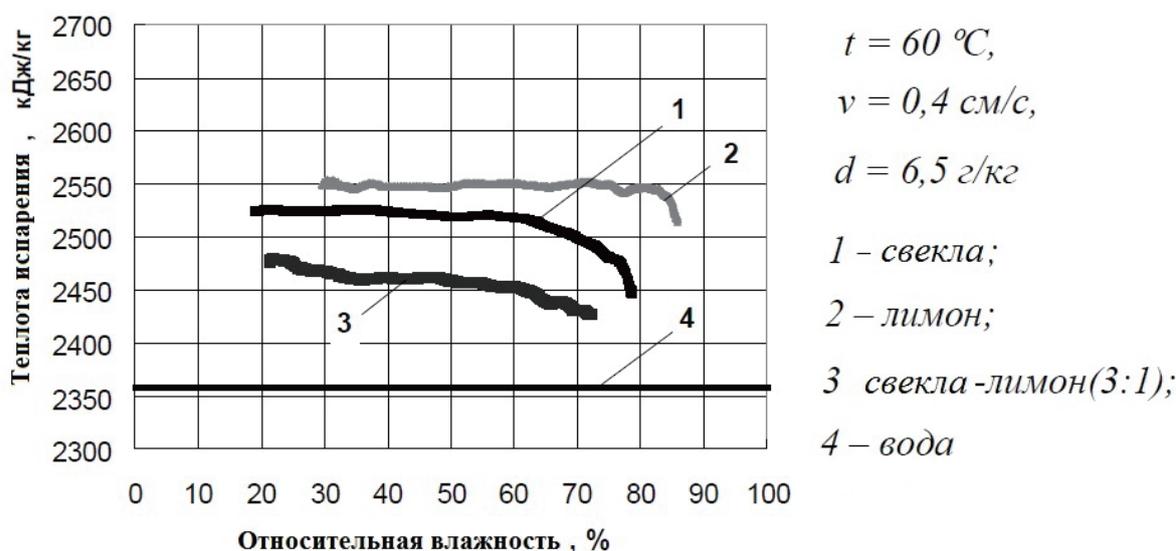
использования величины  $R_{OBR}$ . Часто она предварительно неизвестна, её сложно измерить, а также она изменяет своё значение во время эксперимента, поскольку напрямую зависит от содержания влаги в образце.

Альтернативой может стать метод определения теплоты испарения с коррекцией влияния неравных условий теплообмена путём прямого измерения разности температур поверхностей ячеек и газовой среды. Для этого решаем систему уравнений теплового баланса ячеек 1 относительно  $r$ :

$$r = \frac{Q_1 - Q_2 \cdot \frac{T_{CP} - T_{ПОВ1}}{T_{CP} - T_{ПОВ2}}}{dm/d\tau}, \quad (4)$$

Данный метод не требует использования сложных для измерения величин, а также позволяет вносить поправку на основе параллельных прямых измерений температуры, что даёт возможность корректировать её для каждого выбранного участка эксперимента и фиксировать изменение поправки во времени.

Использование приведенных выше методов позволило получить экспериментальное подтверждение результатов (рис. 2.), которые отличаются от общепринятых представлений о теории сушки [3]. Удельная теплота испарения смеси растительного сырья ниже удельной теплоты испарения отдельных её компонентов, что указывает на нарушение принципа суперпозиции при сушке растительных материалов и даёт возможность поставить вопрос оптимизации процесса обезвоживания смесей на основе экспериментальных данных о величине теплоты испарения.



**Рис. 2. Зависимость теплоты испарения жидкости из пищевой смеси свеклы и лимона, а также отдельных её составляющих от влажности**

**Заключение и выводы.** Предложены два разных метода компенсации влияния неравности условий теплообмена в ячейках дифференциального калориметра синхронного теплового анализа при измерении теплоты



испарения, что позволило существенно повысить точность конечного результата измерения, а также получить экспериментальные данные, дающие новую информацию для лучшего понимания природы сушки растительного сырья.

Литература:

1. Бузова З.А., Иванов С.А. Калориметричні методи та прилади комплексного аналізу характеристик біологічних речовин // Научные труды SWorld : международное периодическое научное издание. – Иваново: Научный мир, 2016. – Вып. 1(42). - Т. 2. – ЦИТ: 116 – 170. - С. 42 - 46. - ISSN 2224-0187 (P). - ISSN 2410-6720 (O).

2. Э. Кальве, А. Прат Микрокалориметрия. Применение в физической химии и биологии. Пер. с франц. – М.: Издательство иностранной литературы. – 1963. – 477с.

3. Петрова Ж.О. Дослідження теплоти випаровування вологи з бетаніновмісної рослинної сировини в процесі зневоднення методом синхронного теплового аналізу / Ж. О. Петрова, Ю. Ф. Снежкін, К. М. Самойленко // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. - 2015. - Вип. 47(2), - С. 33-38. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np\\_2015\\_47%282%29\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2015_47%282%29_10)

Статья отправлена: 6.04.2017 г.

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. Воробьев Л.И.

© Иванов С.А., Самойленко К.Н.

ЦИТ: ua117-103

DOI: 10.21893/2415-7538.2016-05-1-103

UDC 664.3.032.1:665.3

Муштрук М.М.

## ДИЗЕЛЬНЕ БІОПАЛИВО З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Mushtruk M.M.

## BIODIESEL FROM RECYCLED MATERIALS

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

*Abstract. Studied the technology of biodiesel production from recycled materials processing plants with a high content of free fatty acids.*

*Key words: esterification, transesterification, biodiesel, methyl ester, fat.*

*Анотація. Досліджено технологію виробництва дизельного біопалива з вторинної сировини переробних підприємств зі значним вмістом вільних жирних кислот.*

*Ключові слова: естерифікації, переестерифікації, біодизель, метиловий ефір, жир.*

**Introduction.** Increased requirements for toxic emissions of engines of automobiles, agricultural machinery and other power plants, the exhaustion of natural energy resources forced scientists and manufacturers to pay special attention to the