

УДК 637.026

Контроль аэродинамики электрического ветра

*Д-р техн. наук **В. В. ИЛЮХИН**, канд. техн. наук **М. Я. БУРЛЕВ,**
Е. В. ЖУКОВЕЦ*

*Московский государственный университет пищевых производств
109316, г. Москва, ул. Талалихина, д. 33*

In the work the method is for the first time represented and the device of determination experimentally of the pressure of the jet of the flow of the gas and the speed of the suction torch of electrical discharge. The results of the conducted investigations can be used in the scientific research works and the applied versions of the processes of drying, freezing, the thawing of food and biological products for the purpose of the intensification of heat-mass transfer.

Keywords: suction torch, convective discharge, electrical discharge, tubes of Pito, dielectric, pressure of the flow of gas, pressuring jet.

Ключевые слова: всасывающий факел, электрический ветер, электрический разряд, трубы Пито, диэлектрик, давление потока газа, нагнетательная струя.

В ряде работ отечественных и зарубежных исследователей экспериментальным путем установлена интенсификация тепло- и массообменных процессов при использовании электрических полей [1, 2, 3]. В лаборатории кафедры технологического оборудования и процессов отрасли (ТОПО) МГУПП также были проведены исследования, подтверждающие эффект интенсификации тепло- и массообменного процесса на примере сушки биообъектов с использованием слабых электроимпульсных воздействий, при этом скорость воздуха не изменялась и дополнительная энергия к биообъектам не подводилась [4]. За счет чего происходит интенсификация тепло- и массообменных процессов — это основной вопрос, который обсуждается специалистами в этой области и выдвигаются различные варианты обоснования этого явления. Превалирующими гипотезами являлись интенсификация за счет электро-газовой конвекции [5], и интенсификация за счет электроакустических процессов [6]. Общеизвестно, что выяснив причины интенсификации, можно реально управлять процессами, поэтому проводились исследования по обоим направлениям. В связи с этим был осуществлен ряд специальных исследований по определению контроля аэродинамики электрического ветра, одной из основных составляющих тепло- и массообменного процесса с использованием электрического потенциала.

В лаборатории кафедры ТОПО было разработано устройство для измерения давления и скорости электрического ветра, относящееся к измерительной аппаратуре для аэродинамических испытаний, которое может применяться в сушильных установках и в теплообменных аппаратах ходильной техники, использующих слаботочные электрические импульсы [7].

Для того, чтобы разработать это устройство были проанализированы уже известные приборы.

Например, для приближенного расчета скорости потока газов при коронном разряде (такой поток газов в технической литературе называют электрическим ветром), предусмотрено измерение напряжения с помощью киловольтметра и измерение расстояния между электродами, с последующим расчетом скорости электрического ветра с помощью эмпирической расчетной формулы [5]. Недостатком этого устройства является то, что измерения скорости электрического ветра осуществляется не прямым, а косвенным способом, с целым рядом допущений. Эти допущения не позволяют оперативно измерять величину давления потока газов и скорости электрического ветра, создаваемого в условиях несамостоятельного (темного, без образования плазмы) и самостоятельного (коронного) разряда, который сопровождается свечением в виде плазмы образуемой ионизированным газом.

Также проанализировано известное устройство для измерения скорости воздушного потока ТТМ-2-01М. Однако, специалисты завода — изготовителя «ЭКСИС» отметили, что использование прибора не предусмотрено при наложении электрических полей напряженностью от 10 до 400 кВ/м. Проведенные исследования о возможности использования чашечного анемометра МС-13 для измерения скорости электрического ветра показали, что этот прибор не реагирует на возмущения (изменения) скорости и давления, создаваемые электрическим ветром. Поэтому, при разработке нового устройства, взято за основу по технической сущности и достоверному результату, прибор для измерения потока газа, включающее трубы Пито [8] и микроманометр ММН-240, который позволяет осуществлять прямое измерение чрезвычайно малых параметров давления электрического ветра.

Схема устройства для измерения давления и скорости электрического ветра показана на рис. 1.

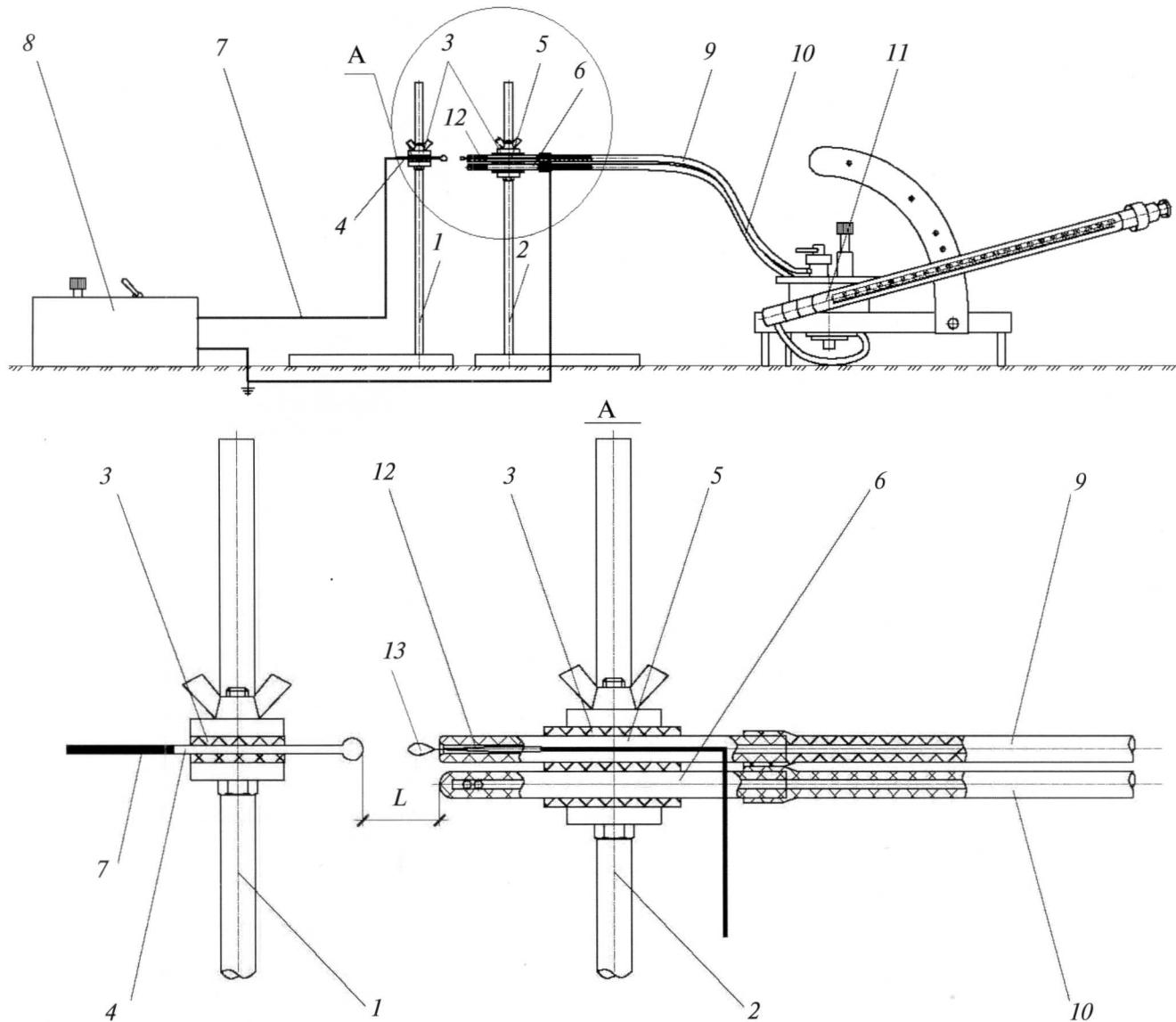


Рис. 1. Устройство для измерения давления и скорости электрического ветра:

1, 2 — штативы; 3 — электроизолятор; 4 — сферический электрод; 5, 6 — трубы Пито; 7 — провод; 8 — высоковольтный источник электрического тока; 9, 10 — резиновые шланги; 11 — микроманометр; 12 — игольчатый электрод; 13 — зона электрического разряда

На штативе 1 смонтирован на электроизоляторе 3 сферический электрод 4, подсоединененный проводом 7 к высоковольтному источнику 8. На штативе 2, на электроизоляторе 3 закреплены трубы Пито 5 и 6. В трубке Пито 5, воспринимающей полное давление установлен игольчатый электрод 12, соосно со сферическим электродом 4 и через резиновый шланг 9 подсоединен к микроманометру 11. К нему же через шланг 10 подсоединенна трубка Пито 6, воспринимающая статическое давление. Радиус кривизны сферического электрода 4 должен быть в 10 раз больше радиуса кривизны игольчатого электрода 12. При включении высоковольтного источника 8, достигаем возникновения коронного разряда на острие игольчатого электрода 12 в виде струи плазмы определенной длины в зоне электрического разряда 13. Возникает электрический ветер, направляемый в трубку Пито 5 по шлангу 9 к микроманометру 11 и фиксируются показания давления по его шкале.

Меняя расстояние L и величину подаваемого напряжения, определяется давление и скорость электрического ветра. На рис. 2, 3 показаны графики давления и скорости электрического ветра в зависимости от напряженности электрического тока. На рис. 4 представлена схема нагнетательной струи и всасывающего факела электрического разряда.

Результаты последующих исследований показали, что коэффициент полезного действия при газовой электрической конвекции является очень низким. Поскольку измерение температуры осуществляется при помощи термопар, неизбежны погрешности за счет наведенной электрической индукции [9] и за счет электричества, возникающего при фазовом переходе — испарении [10, 11]. Поэтому реальным и перспективным фактором управления тепло- и массообменными процессами является использование электрохимических процессов [9].

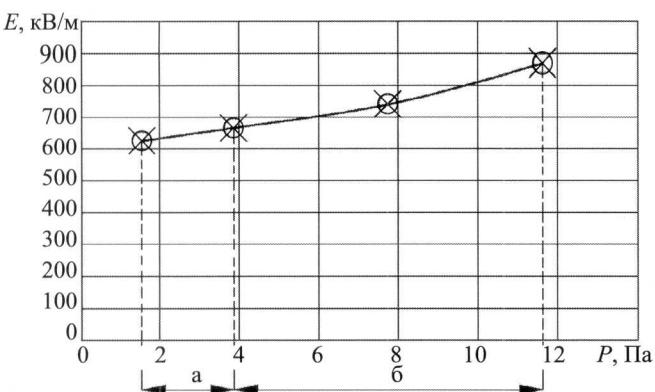


Рис. 2. График зависимости давления потока газа от напряженности электрического поля:
а — зона несамостоятельного разряда;
б — зона самостоятельного разряда

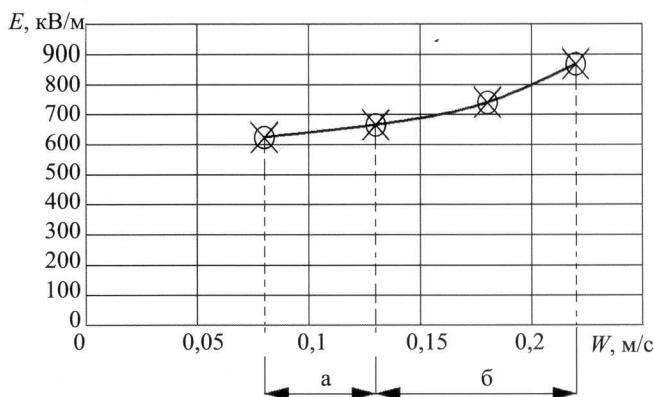


Рис. 3. График зависимости скорости электрического ветра от напряженности электрического поля:
а — зона несамостоятельного разряда;
б — зона самостоятельного разряда

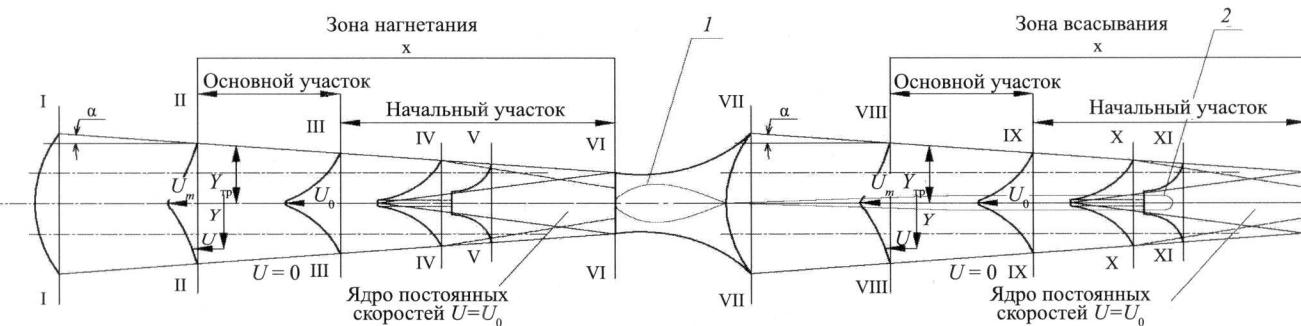


Рис. 4. Схема нагнетательной струи и всасывающего факела электрического разряда:
1 — зона электрического разряда (корона при несамостоятельном разряде или темный разряд); 2 — игольчатый электрод;
I–I, II–II, III–III, IV–IV, V–V, VI–VI, VII–VII, VIII–VIII, IX–IX, X–X, XI–XI — эпюры скоростей

Список литературы

1. Свинцов В. Я. Исследования процессов взаимодействия электрического поля с частицами порошкообразных пищевых продуктов: Автореф. дис. канд. техн. наук / М., 1978.
2. Чижевский А. Л. Аэронификация в народном хозяйстве. — М.: Госпланиздат, 1960.
3. Taneva S. // Japan journal of applied pushiest. 1963. Vol. 2. N. 12.
4. Илюхин В. В., Бурлев М. Я. Сушка с использованием электронно — ионной технологии // Молочная промышленность. 1992. № 3.
5. Бабакин Б. С. Электротехнология в холодильной промышленности. — Агропромиздат, 1990.
6. Бурлев М. Я. Производство СОМ с использованием слабых электроимпульсных воздействий: Автореф. дис. канд. техн. наук / М., 2002.
7. Илюхин В. В., Бурлев М. Я., Жуковец Е. В., Раскошный А. В. Патент № 101826. Устройство для измерения давления и скорости электрического ветра. Заявка № 2010137083. Россия. 27.01.2011. 8. ГОСТ 17.2.4.06—90.
9. Илюхин В. В., Бурлев М. Я., Тамбовцев И. М., Шишкун С. В., Илюхина С. С. Измерение криоскопической температуры молока — сырья // Молочная промышленность. 2005. № 12.
10. Илюхин В. В., Бурлев М. Я., Тамбовцев И. М., Шишкун С. В., Илюхина С. С. Патент на изобретение № 230097. Способ измерения температуры веществ при фазовых переходах. Россия. 26.04.2005.
11. Илюхин В. В., Бурлев М. Я., Тамбовцев И. М., Шишкун С. В., Илюхина С. С. Явление генерирования электрических импульсов при фазовых переходах // Вестник Международной Академии Холода. 2005. № 4.
12. Илюхин В. В., Жуковец Е. В., Бурлев М. Я. Сушка молока с использованием электрических полей // Молочная промышленность. 2011. № 8.