

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЗАЦИИ МИКРОКАПСУЛ ВИТАМИНА Е ПРИ СУШКЕ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

А.В. Бояршинов, А.А. Дик, В.М. Дмитриев, В.Ф. Егоров, Е.А. Сергеева

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности в ноосфере», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;
bgd@mail.nnn.tstu.ru

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: воспламенение; микрокапсулирование; объемный заряд; псевдооживленный слой; статическое электричество; электризация.

Аннотация: Рассматриваются процессы электропереноса в аппарате с псевдооживленным слоем микрокапсул витамина Е. Установлены режимы сушки, гарантирующие пожаровзрывобезопасность от разрядов статического электричества.

Продовольственная безопасность страны, как показала практика, не может быть обеспечена за счет импорта и фермерских хозяйств. В частности, для решения этой проблемы в мясной отрасли акцент делается на организации крупных откормочных комплексов с технологией, предусматривающей применение различных регламентируемых добавок. Одной из них является витамин Е в форме микрокапсул.

Микрокапсулирование витамина Е производится в аппаратах с псевдооживленным слоем и связано с применением взрывопожароопасных веществ и материалов (изопропанол, желатин и др.), причем желатиновая оболочка микрокапсул способна электризоваться. В этих условиях имеют место два основных механизма заряжения: симметричное, обусловленное соударением частиц в турбулентном потоке, и контактное, обусловленное контактом частиц с внутренними поверхностями корпуса аппарата [1].

Процесс переноса частицами заряда с поверхности стенки в поток обуславливает появление тока электризации: электрического тока в цепи «стенка–земля» J_3 . В соответствии с законом сохранения заряда в замкнутом по твердой фазе псевдооживленном слое идут одновременно генерирование и диссипация (рассеивание) зарядов [2].

Таким образом, в псевдооживленном слое создается электродинамическое течение генераторного типа (рис. 1). Зона заряда частиц аналогична зоне ионизации и разделения зарядов электродинамического генератора, зона разряда – зоне сбора и

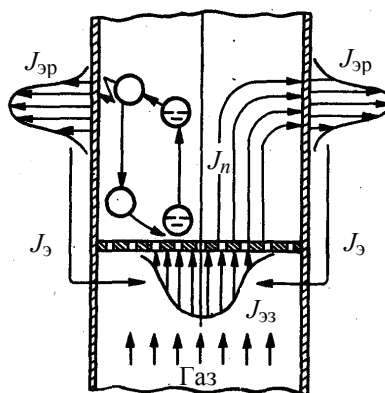


Рис. 1. Схема электропереноса в аппарате с псевдооживленным слоем

рекомбинации, а зона установившегося движения потока – зоне переноса зарядов [3]. Каждому режиму псевдооживления соответствует определенный равновесный режим электрогидродинамического течения и заряд частиц, определяющийся их размерами, формой, скоростью ожигающего агента, конструкцией аппарата.

Происходящее в связи с электропереносом разделение зарядов по знаку создает внутри системы «аппарат–обрабатываемый материал» электрическое поле, в результате чего частицы обрабатываемого материала находятся не только под воздействием гравитационных и гидродинамических сил, но и под воздействием сил этого поля. Электрические силы способствуют агломерации частиц, налипанию их на поверхности теплообмена, что вызывает, как правило, понижение коэффициента теплоотдачи α , нарушает гидродинамический режим процесса, то есть ухудшает теплообмен в аппарате. Другая негативная сторона этого явления – опасность возникновения искровых разрядов статического электричества, способных вызвать взрыв или воспламенение образующихся в аппарате горючих паро- и пылевоздушных смесей.

Оценка опасности разрядов производится сравнением энергии разрядов с энергией зажигания горючей смеси (паро- или пылевоздушной). Разряды статического электричества считаются безопасными для данной горючей смеси, если максимальный заряд $q_{\text{макс}}$ в разрядах, возникающих с вероятностью $> 10^{-6}$, оказывается меньше допустимого значения заряда q_d для исследуемой горючей смеси [4, 5].

Допустимый заряд в газовом искровом разряде q_d , Кл, определяют по минимальной энергии зажигания $W_{\text{мин}}$, мДж, для газов и паров $q_d = 4 \cdot 10^{-8} W_{\text{мин}}^{0,6}$, а для пылей $q_d = 3,3 \cdot 10^{-8} W_{\text{мин}}$.

По изложенной выше методике проведено исследование процесса электризации и выполнена оценка опасности воспламенения горючей смеси разрядами статического электричества в процессе сушки микрокапсул витамина Е от изопропанола в аппарате с псевдооживленным слоем. Диапазон рабочих скоростей псевдооживления – 0,05...0,55 м/с; 95 % микрокапсул имели размер 0,3...0,4 $\cdot 10^{-3}$ м.

Исследование проводилось на экспериментальной установке, состоящей из цилиндрического аппарата диаметром 0,25 м, разделенного по высоте на равные электрически изолированные друг от друга заземленные участки стенки. Ток в цепи «стенка – земля» с различных участков измерялся и регистрировался самопишущим потенциометром.

Диаграмма тока электризации (рис. 2) для скоростей псевдооживления от 0,05 до 0,55 м/с позволяет сделать вывод, что наиболее интенсивно процесс диссипации зарядов в этом диапазоне скоростей идет на уровне неподвижного слоя $H_0 = 0,06$ м, тогда как зона заряда частиц, оставаясь до скорости $\approx 0,44$ м/с на решетке, затем перемещается в зону, находящуюся выше H_0 . При скорости $> 0,44$ м/с происходит изменение направления тока электризации на решетке (рис. 3). Это объясняется уменьшением числа соударений частиц с решеткой в результате возросшей порозности слоя и его расширения.

Полученные результаты обнаруживают корреляционную связь с распределением порозности и циркуляционных потоков твердого материала по объему слоя. В результате того, что порозность слоя в центральной части аппарата больше, чем у стенок, поле объемного заряда в центре решетки $E_{\text{цр}}$ меньше, чем поле объемного заряда по краям решетки. Таким образом, создаются условия, необходимые для зарядки материала при контакте в центре решетки.

Восходящий поток газа в центральной части аппарата переносит частицы в зону разряда, находящуюся на уровне неподвижного слоя. На этом уровне частицы

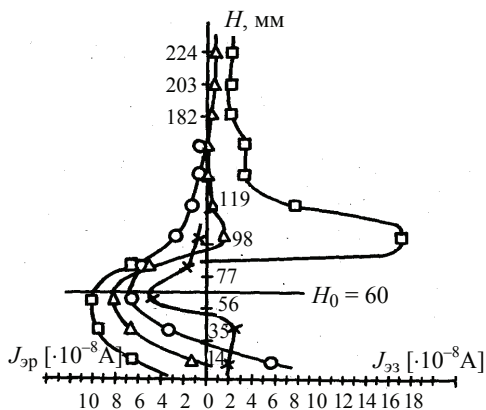


Рис. 2. Диаграмма тока электризации псевдооживленного слоя микрокапсул витамина Е:
 w , м/с: \times – 0,05; \circ – 0,28; \triangle – 0,44; \square – 0,55

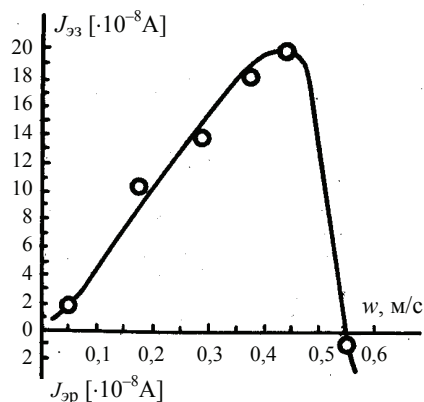


Рис. 3. Зависимость тока электризации на газораспределительной решетке от скорости воздуха при псевдооживлении микрокапсул витамина Е

изменяют свою траекторию и движутся к стенкам. Порозность слоя материала у стенок аппарата уменьшается, в результате чего на этом уровне объемный электрический заряд увеличивается, что приводит к разряду материала.

Как показывают эксперименты, при больших числах псевдооживления заряджение материала происходит как в центральной части решетки, так и в разреженной фазе слоя, находящейся выше уровня H_0 . Это также согласуется с представлениями об электрической реакции потока, стремящегося восстановить электрическое равновесие [2]. Установлено, что с уменьшением площади поперечного сечения аппарата, величина зарядов в искровом разряде уменьшается, и наоборот, с увеличением площади поперечного сечения – увеличивается.

Таким образом установлено, что на заключительном этапе процесса сушки микрокапсул витамина Е при температуре 50...60 °С искровые разряды статического электричества, следующие на заземленную проводящую стенку аппарата, не способны зажечь аэрозоль. Необходимая защита от разрядов статического электричества с металлического оборудования на заземленный предмет обеспечивается заземлением металлических частей оборудования в соответствии с нормативными требованиями [6].

Список литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Рос. газета. – 2008. – 1 авг. – С. 18–23.
2. Леб, Л. Статическая электризация / Л. Леб. – М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1963. – 408 с.
3. Статическое электричество в химической промышленности / Б.Г. Попов [и др.]. – Л. : Химия, 1977. – 198 с.
4. Рубашов, И.В. Электрогазодинамика / И.В. Рубашов, Ю.С. Бортников. – М. : Атомиздат, 1971. – 344 с.
5. ГОСТ 12.1.018–93. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования. – Взамен ГОСТ 12.1.018–86 ; введ. 1995–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 4 с.
6. ГОСТ 12.4.124–83. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. – Введ. 1984–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 4 с.

The Risk Assessment of Electrization of Vitamin E Microcapsules in a Fluidized Bed

A.V. Boyarshinov, A.A. Dick, V.M. Dmitriev, V.F. Egorov, E.A. Sergeeva

*Department "Health and Safety in Noosphere", TSTU;
bgd@mail.nnn.tstu.ru*

Key words and phrases: electrification; fluidized bed; inflammation; microencapsulation; space charge; static electricity.

Abstract: The paper discusses the processes of electron transport in a fluidized bed apparatus with microencapsulated vitamin E. The modes of drying to ensure fire and explosion safety of static electricity are established.

Einschätzung der Gefahr der Elektrisierung der Mikrokapseln des Vitamines E bei dem Trocknen in der Wirbelschicht

Zusammenfassung: Es werden die Fragen der Elektroübertragung im Apparat mit der Wirbelschicht der Mikrokapseln des Vitamines E betrachtet. Es sind die Trockenregimes, die die Brandexplosionssicherheit von der Entladung der statischen Elektrizität gewährleisten, festgestellt.

Estimation du danger de l'électrification des microcapsules de la vitamine E lors du séchage dans une couche pseudoliquide

Résumé: Sont examinés les processus du transfert électrique dans un appareil avec une couche pseudoliquide des microcapsules de la vitamine E. Sont établis les régimes du séchage garantissant la sécurité d'incendie et d'explosion à partir des charges de l'électricité statique.

Авторы: *Бояринов Анатолий Владимирович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности в ноосфере»; *Дик Антон Артурович* – кандидат исторических наук, старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности в ноосфере»; *Дмитриев Вячеслав Михайлович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности в ноосфере»; *Егоров Василий Федорович* – кандидат военных наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности в ноосфере»; *Сергеева Елена Анатольевна* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности в ноосфере», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Гатапова Наталья Цибиковна* – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технологические процессы и аппараты», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».