



## Об управлении потоком технологического газа при псевдоожижении

### Микрокапсуляция эфирных масел с применением технологии грануляции распылением в струйном псевдоожиженном слое



**Арне Тайвес,**

дипломированный инженер,  
инженер-технолог по производству  
продуктов питания, кормов  
и продукции тонких химических  
технологий, компания «Глатт  
Инженертехник ГмБХ» (г. Веймар)

**П**ри инкапсуляции эфирных масел применяют ряд химических и физических процессов, среди которых одним из ключевых является микрокапсуляция распылением с использованием технологии струйного псевдоожижения. Распыление исходной матрицы, содержащей эмульсию типа «масло в воде», позволяет получить на выходе гранулы определенного размера, в которых масло распределяется оптимальным образом (рис. 1). Включение жидкости в состав твердой матрицы неизбежно повышает влажность получаемых гранул, а следовательно, и их склонность к агломерации, что затрудняет применение традиционной технологии псевдоожиженного слоя. Избежать этих проблем позволяет технология струйного псевдоожижения, разработанная компанией «Глатт Инженертехник ГмБХ».

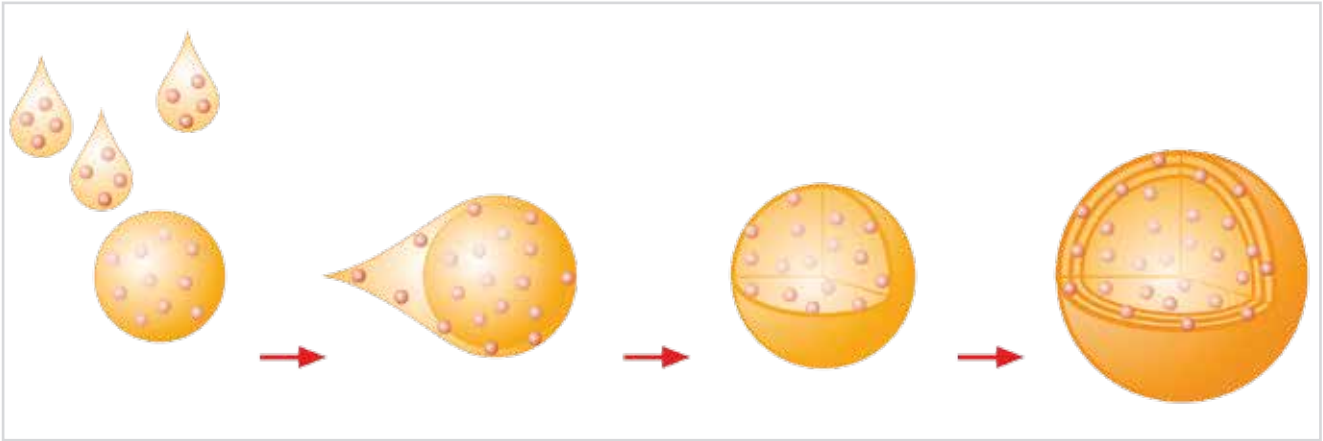
Дополнительные затруднения вызваны тем, что вследствие термодинамического равновесия в зоне грануляции распылением часть эфирных масел улетучивается из зоны гранулирования вместе с оживающим воздухом. Это явление

Эфирные масла – это летучие вещества, восприимчивые к воздействию кислорода и света. Прямой контакт с окружающей средой способен вызвать изменение или даже утрату их свойств. В настоящее время данные фитохимические соединения находят широкое и разнообразное применение. В частности, эфирные масла, обладающие интенсивным запахом и вкусом, используются в производстве пищевых продуктов и кормов, а также в косметической промышленности для улучшения вкусовых или функциональных свойств продукции. Благодаря своим полезным свойствам эти вещества природного происхождения широко применяются и в фармацевтической отрасли. В настоящее время их все чаще используют в различных отраслях промышленности в инкапсулированном, а зачастую и свободнотекущем виде, что позволяет лучше сохранить их свойства, упростить обращение с ними, а также улучшить их дозирование и контролируемое высвобождение.

**Ключевые слова:**

микрокапсуляция, инкапсуляция, летучие масла, грануляция распылением, технологии фонтанирующего псевдоожиженного слоя, режим замкнутого цикла.





### Инкапсуляция методом грануляции распылением

имеет два негативных последствия: во-первых, в процессе производства теряется значительная часть активной субстанции, а во-вторых, происходит превышение допустимой концентрации летучих органических веществ в отходящих газах.

Как правило, для производства содержащих эфирные масла гранул используют широко распространенную однопроходную технологию (рис. 2), требующую внимательного анализа различных технологических параметров, которые влияют на процесс работы с летучими маслами. Тщательный подбор рецептуры, скорости распыления и температуры псевдооживленного слоя позволяет обеспечить оптимальные условия инкапсуляции и максимально высокое содержание масел в гранулах. Тем не менее при использовании данной технологии по-прежнему теряется до 20 % активной субстанции в зависимости от вида исходного сырья.

Это позволяет сделать вывод, что более высокое содержание масла в гранулах может быть достигнуто только путем применения иных средств управления потоком технологического газа. Инкапсуляция в режиме замкнутого цикла (рис. 3) позволяет снизить соотношение значений парциальной плотности частиц и газа, что играет решающую

роль в процессе производства, а возврат отработанного воздуха в систему дает возможность избирательно регулировать концентрацию масла в потоке оживающего воздуха. Повышение парциального давления масла в воздухе, поступающем в систему, напрямую влияет на содержание масла в гранулах, которые получают в процессе инкапсуляции. Снижение градиента парциального давления масла между частицами и окружающим газом приводит к уменьшению потерь масла в процессе грануляции.

(например, распыляющий воздух или воздух, используемый для продувки фильтров), затраты энергии и расходных материалов на очистку существенно уменьшаются при той же производительности процесса гранулирования.

Управление непрерывным процессом микрокапсуляции в режиме замкнутого цикла требует введения дополнительной технологической стадии очистки отработанного воздуха. Способные к конденсации компоненты, например вода, используемая в качестве растворителя для твердого вещества, подлежат конденсации и удалению из цикла, в противном случае оживающий воздух будет насыщен растворителем, что помешает процессу сушки гранул.

Модернизация процесса позволяет регулировать концентрацию масел в воздухе, поступающем в гранулятор. Замкнутый газовый цикл дает возможность повысить качество подаваемого в систему воздуха за счет снижения его влажности и повышения концентрации масел. При сопоставимых параметрах процесса технологии инкапсуляции с рециркуляцией воздуха (в режиме замкнутого цикла) позволяет на 10 % повысить содержание масел в сравнении с показателем при использовании однопроходной технологии. Потери масла за счет уноса с технологическим воздухом могут быть уменьшены на величину, близкую к 99 %, за счет включения в рабочий цикл конденсирующего устройства, причем



Рис. 1. Поверхность среза инкапсулированного продукта, видимая в электронный микроскоп

Преимущество инкапсуляции в режиме закрытого цикла перед однопроходной технологией заключается в заметном уменьшении загрязненности отработанного воздуха, который (после очистки) отводится в окружающую среду. Поскольку при работе в замкнутом цикле из системы отводится только воздух, поступающий в нее дополнительно

расход отходящих газов поддерживается на относительно низком уровне.

Однако применение конденсатора само по себе не способно обеспечить допустимую концентрацию летучих органических веществ в отходящих газах ни при одном из рассматриваемых вариантов организации потока газа. Использование особого устройства очистки отработанного воздуха, в котором применяется принцип гетерогенного катализа, впервые позволило обеспечить снижение концентрации загрязнений до величины, которая практически вдвое ниже допустимого предела. Рабочая температура этого устройства составляет 250 °С, оно не требует затрат дополнительного топлива, в отличие от традиционных систем, где загрязняющие компоненты сжигаются при температуре до 900 °С. Поскольку из системы отводится только газ, поступивший в нее ранее, затраты энергии и расходных материалов на очистку существенно уменьшаются при той же производительности процесса гранулирования. В сравнении с однопроходной технологией объем отходящего воздуха снижается примерно на 95 %. Очистка отходящего воздуха при работе в циклическом режиме требует меньших затрат энергии и обеспечивает при этом допустимую концентрацию загрязнений.

Технология окисления эфирных масел в закрытом цикле на основе гетерогенного катализа позволяет не только уменьшить энергозатраты (рис. 4), но и упростить конструкцию оборудования. ■



### Контактная информация:

«Глатт Инженертехник ГмБХ»  
РФ, 117630, г. Москва,  
ул. Обручева, 23, корп. 3.  
Тел.: +7 (495) 787-42-89  
info@glatt-moskau.com  
www.glatt.ru

Glatt Ingenieurtechnik GmbH  
Nordstraße 12  
99427 Weimar  
Deutschland

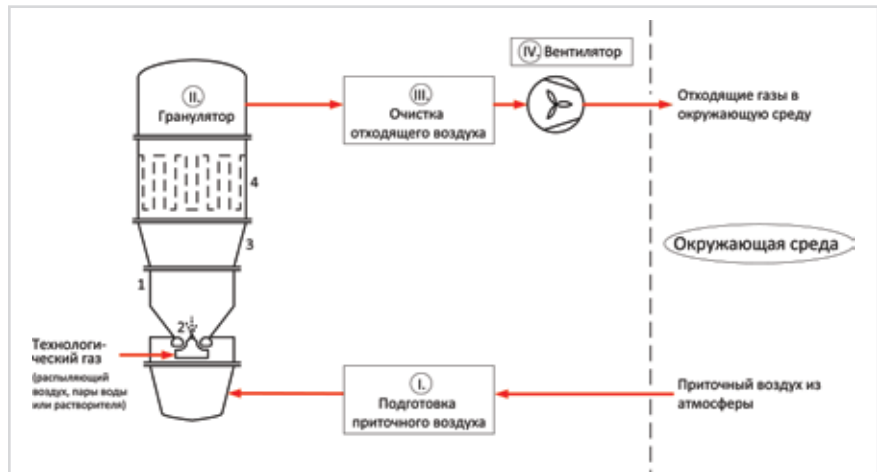


Рис. 2. Блок-схема однопроходного процесса грануляции в струйном слое

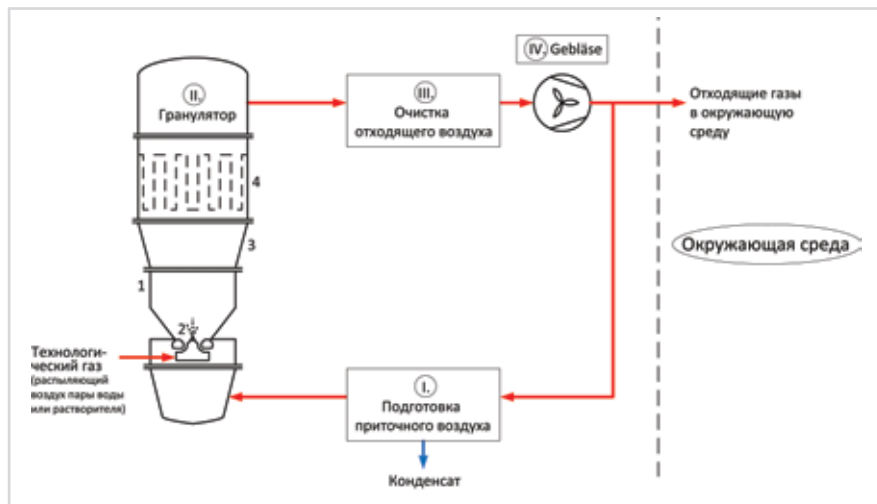


Рис. 3. Блок-схема процесса грануляции в струйном слое в режиме замкнутого цикла

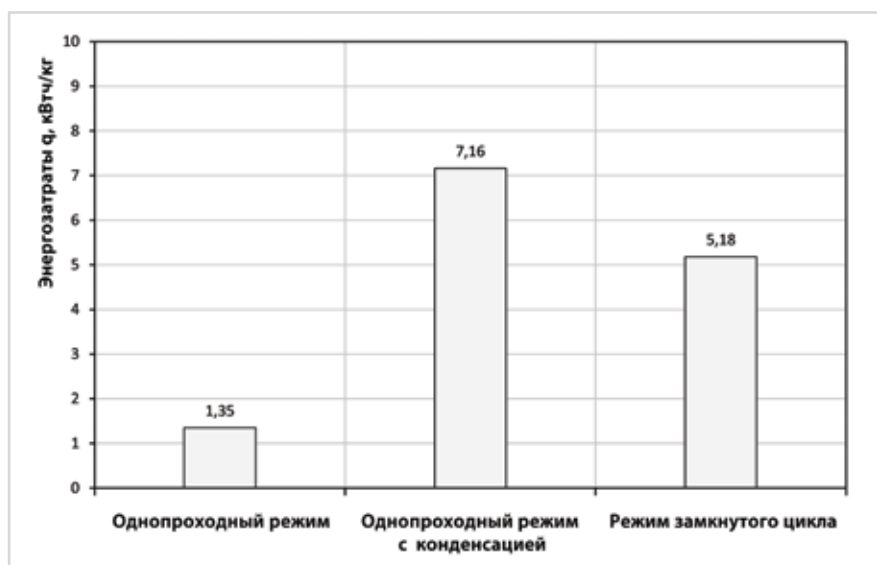


Рис. 4. Энергозатраты на обработку продукта в однопроходном режиме и в режиме замкнутого цикла с очисткой отработанного воздуха с помощью метода гетерогенного катализа