

ции законов симметрии, являются эллиптические орбиты с эксцентриситетом  $e = \beta$ , симметричные относительно ядра и сжатые в направлении его движения. Отношение размеров больших полуосей орбит к малым полуосям  $a/b = k$ . Этот коэффициент соответствует кажущемуся сокращению размеров в СТО вдоль линии движения. Однако здесь будет происходить не кажущееся, а реальное изменение размеров тела. Причем размер тела в направлении движения сокращается в  $k^2$  раз, а поперечные размеры тела - в  $k$  раз. Изменение размеров тела, соответствующее гипотезе Лоренца-Фитцджеральда, будет при релятивистской зависимости массы материальной точки от скорости движения центрального тела. В любом случае преобразование уравнения движения фронта световой волны выделением полного квадрата по аналогии с [5], даст те же самые преобразования Лоренца [6, 7], которые приводят исходное уравнение движения фронта световой волны к подобному виду:  $c^2 t'^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$ . Использование этого подобия для определения частоты электромагнитного излучения, испускаемого движущимся источником (см., например, [8]), дает известную формулу Эйнштейна, по которой рассчитывают эффект Доплера в различных направлениях. Ее проверка, как показывают эксперименты с 1937 по 2003 г. [9 - 12], дает все меньшее отклонение.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Преобразования Лоренца дают верные результаты, как, например, по изменению частоты, испускаемой движущимися атомами, но их физическая интерпретация нуждается в осмыслении.
2. Развитие идеи А.Эйнштейна об измерении времени одним движением в разных системах координат позволило создать новые, свободные от противоречий преобразования. В них сохраняется принцип одновременности событий, происходящих в разных системах отсчета, и инвариантность, как законов электродинамики, так и любых других законов, связанных с координатами и временем.
3. Пример получения формулы орбиты материальной точки в искривленном центральном поле сил показал продуктивность новых преобразований. Можно предположить, что новые преобразования, в

которых используется специальная система координат, названная эксцентрической, дадут толчок к дальнейшему развитию теории относительности и могут быть плодотворными при исследовании процессов, связанных с передачей взаимодействия через пространство.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эйнштейн А. О принципе относительности и его следствиях //Собрание научных трудов. - М.: Наука, 1965. - Т.1. - С. 65-114.
2. Эйнштейн А. Принцип относительности и его следствия в современной физике //Собрание научных трудов. - М.: Наука, 1965. - Т.1. - С. 138-164.
3. Мардер Л. Парадокс часов. - М.: Мир, 1972. - 223с.
4. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Механика. М.: Наука, 1965. - 204с.
5. Логунов А. А. Лекции по теории относительности и гравитации. М.: Наука, 1987. - 272с.
6. Беляев В.М. Новые преобразования для теории относительности //Наука и будущее: Идеи, которые меняют мир. Материалы пленарных заседаний международной конференции (Москва, 15-18 мая 2005)– М., 2005. - с. 12-20.
7. Belyaev V.M. New transformations for the theory of relativity [Электронный ресурс]: Тезисы доклада на пленарном заседании международной конференции «Наука и будущее: Идеи, которые меняют мир» (Москва, 15-18 мая 2005) Режим доступа: <http://www.scienceandfuture.sgm.ru/>, свободный.
8. Калитевский Н.И. Волновая оптика. М.: Наука, 1971. - 376с.
9. Ives H.E., Stilwell G.R. An Experimental Study of the Rate of a Moving Atomic Clock //J. Opt. Soc. Am. 1938. V. 28, pp. 215-226.
10. Ives H.E., Stilwell G.R. An Experimental Study of the Rate of a Moving Atomic Clock II //J. Opt. Soc. Am. 1941. V. 31, pp. 369-374.
11. Saathoff G., Karpuk S., Eisenbarth U. et al. The Doppler Effect and Special Relativity. Doppler-Symposium in october 2003: [www.mpi-hd.mpg.de/ato/rel/doppler-symposium.tgif.pdf](http://www.mpi-hd.mpg.de/ato/rel/doppler-symposium.tgif.pdf)
12. Saathoff G. et al., Phys. Rev. Lett. 91, 190403 (2003).

#### Химические науки

##### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ И ПОДОГРЕВОМ

Фиалкова Е.А., Куленко В.Г., Качалова Е.А.

*Вологодская государственная*

*молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина*

Одним из узких мест в производстве молочного сахара традиционным способом является процесс кристаллизации, продолжительность которого может достигать двух суток и более, а процент выкристаллизовавшейся лактозы в итоге не превышает 40%. В

промышленных кристаллизаторах с механическим перемешиванием и охлаждением путём подачи хладоносителя в рубашку или в мешалку процесс кристаллизации осложняется инкрустацией поверхности теплообмена кристаллами молочного сахара, что в дальнейшем отрицательно влияет на качество и выход конечного продукта. Одним из путей решения этой проблемы является замена водяного охлаждения на воздушное, которое осуществляется непосредственным барботированием холодного воздуха в кристаллизатор.

С целью изучения влияния гидро- и термодинамики воздушного охлаждения и нагревания кристаллизата на процесс кристаллизации сконструирован экспериментальный кристаллизатор с регулируемой подачей воздуха, в котором охлаждение и подогрев кристаллизата осуществляется раздельно.

Аппарат состоит из двух колонн – «холодной» и «горячей». Внутри колонн расположены барботеры, представляющие собой перфорированные цилиндрические вставки, через которые подается холодный воздух с температурой 0...10 °С и горячий воздух с температурой 50...70 °С, соответственно. Для получения теплого и холодного воздуха используется воздушная вихревая труба Ранка-Хильша. Кристаллизат, увлекаемый потоком барботируемого воздуха, циркулирует, перемещаясь из «холодной» колонны в «горячую» и наоборот.

Кристаллизация осуществляется в «холодной» колонне за счет барботажа холодного воздуха. Крупные кристаллы оседают на дно колонны, а мелкие кристаллы, поднимаясь с потоком обедненного раствора, перетекают по соединительной трубе в «горячую» колонну, где они растворяются за счет барботажа горячего воздуха, что увеличивает степень насыщения раствора. Теплый насыщенный раствор по соединительной трубе возвращается в «холодную» колонну, где кристаллы находятся во взвешенном состоянии, поддерживаемые вертикальным газожидкостным потоком. Кристаллы в колонне растут до таких размеров, пока скорость газожидкостного потока еще способна удерживать их во взвешенном состоянии, затем выпадают вниз и удаляются из колонны через предназначенный для отвода штуцер. Применение аппарата предложенной конструкции позволит интенсифицировать процесс перемешивания и роста кристаллов за счет растворения мелких кристаллов и получить крупные, однородные по размеру и качеству кристаллы.

Экспериментальным путем установлено, что барботирование холодного воздуха в кристаллизат способствует интенсификации процесса кристаллизации лактозы; для того чтобы увеличить средний размер кристаллов в кристаллизате целесообразно применить кратковременное нагревание кристаллизата с последующим барботажным воздушным охлаждением; кристаллизация лактозы в кристаллизаторах с барботажным воздушным охлаждением является значительно более эффективной, чем в традиционных кристаллизаторах с охлаждением через стенку и механическим перемешиванием. Предложена новая конструкция барботажного кристаллизатора, позволяющего интенсифицировать процессы перемешивания и роста кристаллов лактозы, а также разработана методика термодинамического расчёта кристаллизатора с барботажным воздушным охлаждением.

## ОБОБЩЕННАЯ ДИФFUЗИОННАЯ ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЛАКТОЗЫ ИЗ ПЕРЕСЫЩЕННЫХ РАСТВОРОВ

Фиалкова Е. А., Евдокимов И. А.,

Куленко В. Г., Качалова Е. А., Костюков Е. М.

*Вологодская государственная*

*молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина*

Процесс кристаллизации лактозы из пересыщенных растворов состоит из двух фаз: первая – образование центров кристаллизации (зародышей), вторая – их рост. Продолжительность второй фазы, зависящая от скорости роста кристаллов, определяет главный недостаток процесса – его длительность.

На рост кристаллов влияют такие физические факторы как температура, степень пересыщения раствора, размер кристаллов, циркуляция раствора и др. По поводу влияния гидродинамического фактора на процесс кристаллизации лактозы имеются противоречивые мнения. Иногда полагают, что перемешивание улучшает рост кристаллов, однако, эксперименты показывают, что средний размер полученных кристаллов уменьшается. Есть мнение, что скорость роста кристалла почти не зависит от гидродинамических условий. Вместе с тем, экспериментально установлено, что скорость роста кристалла существенно зависит от его размера.

Целью настоящей работы является разработка теоретической модели роста кристаллов лактозы в пересыщенных растворах в зависимости от физических и гидродинамических параметров процесса с привлечением основных положений диффузионной теории.

Рассматривая гипотетический кристалл в виде шарообразной частицы, и, применяя для скорости движения кристалла формулу Стокса, предполагалось, что около кристалла имеется пограничный слой, «ползущий» по кристаллу и обедняющийся в процессе движения. Именно из пограничного слоя растворенное вещество оседает на поверхности кристалла. Разделяя пограничный слой на несколько участков с разным пересыщением, полагаем, что масса вещества, оседающего на поверхности кристалла, пропорциональна степени пересыщения раствора в пограничном слое. Тогда количество лактозы, выкристаллизовавшейся за промежуток времени  $Dt$ , можно определить следующим образом:

$$\Delta m = w \cdot (2 - \Delta t \cdot k) \cdot \frac{p \cdot d^2}{2} \cdot \Delta h \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где  $w$  – скорость выделения лактозы,  $w = (C_n - C_n) \cdot k$ , кг/(м<sup>3</sup>·с);  $C_n$  – концентрация молочного сахара в пограничном слое, кг/м<sup>3</sup>;  $C_n$  – концентрация насыщенного раствора, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – коэффициент пропорциональности, представляющий собой некоторую функцию, с<sup>-1</sup>;  $d$  – диаметр шарообразной частицы, м;  $\Delta h$  – толщина пограничного слоя, м.

Уточняя диффузионную теорию, можно допустить, что толщина пограничного слоя на поверхности кристалла уменьшается и стремится к нулю с увеличением размера кристалла. При этом уменьшение по-