

## О Т З Ы В

### **на автореферат диссертации Сафарова Руслана Рафиг оглы «Моделирование гидродинамики и массообмена в половолоконном мембранном биореакторе (на примере культивирования клеток млекопитающих)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий**

В настоящее время большое внимание уделяется созданию эффективных технологических схем с использованием современных машин и аппаратов. При работе с клетками млекопитающих, применяющихся в биофармацевтическом производстве, для целей регенеративной медицины, особенно важно правильно подбирать аппарат и режимы процесса из-за особой чувствительности клеток к гидродинамической обстановке. Использование математического моделирования позволяет анализировать и прогнозировать характеристики химико-биологических систем для получения представления о процессах и явлениях, происходящих внутри аппарата.

В диссертационной работе Сафарова Р.Р. рассмотрен процесс культивирования клеток млекопитающих в половолоконном мембранном биореакторе, организация процесса в котором позволяет создать щадящие условия для клеток. Клетки СНО взяты в качестве удобного модельного объекта исследования. Кроме того, они широко используются в рассматриваемых областях.

В работе приведены экспериментальные исследования по культивированию клеток СНО (Chinese Hamster Ovary) в чашках Петри. Для описания кинетики процесса было выбрано логистическое уравнение Ферхюльста.

Математическое моделирование гидродинамики и массообмена в половолоконном мембранном биореакторе было сделано с использованием пакета вычислительной гидродинамики ANSYS Fluent. Была сформирована система уравнений для описания процессов, протекающих в аппарате, созданы электронные геометрические модели исследуемой системы. Решение системы уравнений выполнено с использованием метода конечных объемов. На основании вычислительного эксперимента подобраны режимы подачи питательной среды на вход во внутриволоконное и межволоконное пространства половолоконного мембранного биореактора с учетом энергоэффективности разработанной экспериментальной установки. Кроме того, проведено масштабирование процесса для половолоконного мембранного биореактора с 60-тью волокнами.

Однако по работе может быть сделаны следующие замечания:

- 1) из автореферата не ясно, как конкретно оценивалась адекватность разработанной математической модели;

- 2) в автореферате не представлена информация о том, выполнялся ли анализ результатов численного моделирования, полученных в главе 5, с целью определения оптимальной геометрии биореактора (помимо представленных на рис. 11), например, по критерию равномерности распределения скорости потока в межтрубном пространстве, и какие предложения по совершенствованию конструкции аппарата или режима его работы были сделаны.

Отмеченные выше замечания несколько не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Работа Сафарова Р.Р. отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 «Процессы и аппараты химических технологий» Работа имеет несомненную научную и практическую ценность. Соискатель, Сафаров Р.Р. достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой оптимизации  
химической и биотехнологической  
аппаратуры Санкт-Петербургского  
государственного технологического  
института (технического университета),  
доктор технических наук  
по специальности 05.17.08,  
профессор



Абиев Руфат Шовкетович

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

Адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 26  
Телефон: +7 (812) 494-92-76  
E-mail: [rufat.abiev@gmail.com](mailto:rufat.abiev@gmail.com)

Подпись *Абиев Р.Ш.*  
Начальник отдела ка  


*15.12.2016*

