

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Жукова Валерия Григорьевича на диссертационную работу Михальченковой Анны Николаевны «Влияние конструктивных и режимных параметров работы вихревого аппарата на процесс эжекции жидких сред», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

### **Актуальность темы.**

Диссертационная работа Михальченковой А.Н. посвящена изучению влияния конструкторских и режимных параметров работы вихревого жидкостного эжектора на процесс эжекции, а так же разработке методики расчета вихревого жидкостного эжектора. Смешение жидкостей в вихревом эжекторе является распространенной задачей во многих типах производственных процессов. Однако для них отсутствуют убедительные аналитические подходы, описывающие влияние конструкторских и режимных параметров на процесс эжекции жидких сред и устоявшаяся методика расчета процесса эжекции, что ограничивает применение аппарата данного типа. В связи с отмеченным диссертационную работу «Влияние конструктивных и режимных параметров работы вихревого аппарата на процесс эжекции жидких сред» следует считать актуальной.

### **Краткая характеристика диссертационной работы.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка литературы и приложений и изложена на 137 машинописных страницах.

Во введении представлены актуальность темы, цели и задачи, научная новизна, практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности представленных результатов.

В первой главе достаточно полно представлен обзор научно-технической литературы по рассматриваемой тематике. Описываются аппараты, с помощью

которых осуществляется процесс эжекции, их принцип действия, преимущества и недостатки. Описаны известные методики расчета струйных аппаратов и вихревого эжектора, работающих на газовых средах. Рассмотрена возможность приложения методов теории подобия к расчету вихревых эжекторов. Сделаны выводы по обзору литературных источников.

Во второй главе обосновывается выбор метода изучения влияния конструкторских и режимных параметров работы вихревого эжектора для жидких сред. На этой основе создавалась математическая модель аппарата и расчет в среде SolidWorks с модулем Flow Simulation гидродинамических параметров работы эжектора. В них отражены возможности варьирования конструкторскими и режимными параметрами, включая скорости потоков, давление на входах и выходе из аппарата и свойства жидкостей. Указаны преимущества выбранной конструкции вихревого жидкостного эжектора. Графически представлены рассматриваемые зависимости. Предложены расчетные зависимости для определения величины коэффициента эжекции при условии вывода объединенного потока жидкостей и отсутствии разряжения на входе эжектирующей жидкости, а также при условии изменения давления перед штуцером вывода соединенной жидкости и штуцером ввода эжектируемой жидкости на коэффициент эжекции. Предложены зависимости для расчета гидравлического сопротивления эжектора. В диссертации Михальченковой А.Н. получены данные с помощью компьютерного моделирования по работе вихревого эжектора для соединения двух жидкостных потоков, которые обработаны с использованием теории подобия. Данный подход хорошо зарекомендовал себя, что в дальнейшем подтверждено результатами экспериментов на лабораторных стендах.

В третьей главе сформирована методика расчета жидкостного вихревого эжектора и представлено сравнение показателей работы струйного насоса и вихревого эжектора, которые показывают преимущества последнего.

В четвертой главе описан эксперимент, который проводился для проверки полученных новых аналитических зависимостей для расчета коэффициента



эжекции, а также сопоставление результатов эксперимента и расчетных данных, показавшие их хорошую сходимость.

В заключении представлены результаты и выводы по работе.

В приложениях показаны рисунки с распределением скоростей потоков и давления внутри аппарата, блок-схема расчета вихревого жидкостного эжектора, патент на рациональные соотношения основных геометрических параметров аппарата и подтверждение об использовании предложенной в работе методики расчета вихревого эжектора Институтом по проектированию заводов основной химической промышленности ООО "ГИПРОХИМ".

#### **Научная новизна работы:**

Показана перспективность применения метода подобия в среде SolidWorks к исследованию работы вихревого жидкостного эжектора.

Получены зависимости и установлен характер влияния влияния конструкторских параметров вихревого жидкостного эжектора на коэффициент эжекции, по итогам которого определены рациональные соотношения базовых конструктивных элементов жидкостного эжектора, при которых обеспечивается наибольшая величина коэффициента эжекции, на которые получен патент на изобретение РФ.

#### **Практическая значимость:**

- Установлены рациональные режимы функционирования вихревого жидкостного эжектора и влияние свойств соединяемых жидкостей на коэффициент эжекции.

- Сформирована методика расчета конструкторских параметров и режимов работы вихревого жидкостного эжектора, посредством которой определяются параметры аппарата, обеспечивающие получение заданной величины коэффициента эжекции. Методика принята к использованию в проектных работах ООО «Гипрохим».

#### **Достоверность научных результатов и выводов.**

Достоверность научных результатов и выводов подтверждена натурным экспериментом на лабораторной установке. Достигнута хорошая сходимость

результатов эксперимента и расчета по разработанной математической модели процесса эжекции в среде SolidWorks. Основные положения работы были рассмотрены на 6 международных конференциях.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Обоснованность научных положений работы базируется на анализе данных большого количества литературных источников с публикациями российских и иностранных авторов по теме диссертации. В работе применяется программное обеспечение, расчеты которого опираются на общепринятые законы, а результаты, полученные с помощью компьютерного моделирования, подтверждаются лабораторным исследованием, проведенным с использованием поверенных приборов. При обработке полученных данных используется метод анализа размерностей, который также является общепринятым при решении поставленных задач.

### **Недостатки работы:**

1. Отсутствуют результаты исследований качества смешения жидкостей в камере аппарата.
2. Желательно было бы подтверждение расчетных данных экспериментальными на нескольких лабораторных моделях вихревого эжектора и для разных жидкостей.
3. В тексте диссертации имеются неточности и опечатки.
4. Необходимы ссылки на свои работы не только в диссертации, но и в автореферате.
5. Следовало бы обосновать независимость параметров друг от друга в уравнении на стр. 47.
6. На схеме лабораторной установки не показан датчик температуры.
7. В формуле (2.1.3) один из сомножителей имеет степень 0,058, что делает его малозначимым, и сомножители имеют несопоставимые по величине степени, различающиеся в 25 раз.

8. В формуле (2.1.3) поправочный коэффициент  $k=0,198$ , т.е. расчетные значения уменьшаются в 5 раз. Значит, что-то учтено не полностью. Однако расчетная кривая и ее тренд совпадают с экспериментом. Значит, формулой пользоваться можно.

Пожелание: внутренний объем вихревой камеры делать с виде прямой трубы с кольцевым пространством или в виде змеевика с эллиптическим поперечным сечением трубы для лучшего засасывания и смешивания.

При этом отмечу то, что сделанные замечания не влияют на восприятие работы и не снижают ее общую оценку.

### **Заключение по диссертационной работе**

- Работа написана автором самостоятельно, что подтверждают публикации соискателя. Она обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения связанные с процессом эжекции жидких сред. Автором исследовано влияние на коэффициент эжекции конструкторских и режимных параметров работы вихревого аппарата, а так же свойств смешиваемых жидкостей, создана методика расчета вихревого жидкостного эжектора, с помощью которой рассчитываются параметры аппарата, обеспечивающие требуемую величину коэффициента эжекции, предложены рациональные соотношения конструкторских параметров аппарата, которые обеспечивают наибольшие значения величины коэффициента эжекции, получен патент на изобретение РФ. Вихревые жидкостные эжекторы предлагается использовать для дозированного соединения жидких сред, например, для подкисления культуральной жидкости в производстве лизина. Результаты работы приняты к использованию в проектной деятельности ООО «ГИПРОХИМ».

- Работа написана грамотно, оформление соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11-2011. В тексте работы даются ссылки на источники заимствования материалов, необходимые для сопоставления уже существующих методик расчета вихревых эжекторов и раскрытия темы работы. Даны ссылки на



работы, результаты которых получены Михальченковой А.Н. в соавторстве. Личный вклад автора в исследованиях, представленных в диссертации, оцениваю как полезный вклад в науку.

- Предложения по использованию вихревого эжектора аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями. Приведено сравнение вихревого жидкостного эжектора и струйного насоса, которые позволяют выявить его преимущества и могут быть использованы для эффективного проведения процесса эжекции жидких сред.

- Основные научные положения и результаты исследований диссертационной работы публично апробированы на 6 международных конференциях и опубликованы 3 статьи в журналах, из которых 2 публикации размещены в рецензируемых научных изданиях рекомендованных ВАК. Получен патент на изобретение РФ.

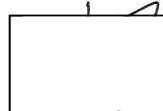
- Объект, предмет, методы исследования и результаты работы соответствуют паспорту специальности 05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий по формуле специальности и области исследований.

По итогам анализа работы, можно сделать вывод, что диссертационная работа Михальченковой А. Н. «Влияние конструктивных и режимных параметров работы вихревого аппарата на процесс эжекции жидких сред» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по определению конструкторских, режимных параметров и методика расчета работы вихревых жидкостных эжекторов, применение которых обеспечивает полезный вклад в развитие производств химических технологий. Диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, п.9-14), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автореферат и опубликованные работы отражают основные научные положения диссертации. Считаю, что автор диссертации «Влияние конструктивных и режимных параметров работы вихревого аппарата

на процесс эжекции жидких сред», Михальченкова Анна Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий.

Доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник  
Всероссийского научно-исследовательского  
института крахмалопродуктов -  
филиала Федерального научного центра  
пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН

01.11.2018 г.



В.Г. Жуков

140051, Московская обл., Люберецкий р-н, п. Красково, мкр. Коренево, ул. Некрасова, 11

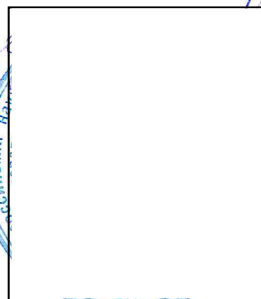
[vniik@arrisp.ru](mailto:vniik@arrisp.ru)

т.8(916)0863391

Подпись д.т.н., Жукова В.Г. удостоверяю

«Всероссийского научно-исследовательского  
института крахмалопродуктов – филиал  
Федерального научного центра пищевых систем  
им. В. М. Горбатова РАН»

*Зам. и. Бураева*



*( Жукова В.Г. )*

*01.11.* 2018 г.