

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента**

на диссертацию Приходько Александра Александровича на тему «Синтез и анализ планетарного исполнительного механизма возвратно-вращательного перемешивающего устройства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин

### **Актуальность избранной темы**

Высокое качество многих продуктов пищевой и химической промышленности можно получить в некоторых случаях только за счет высокой интенсивности перемешивания ингредиентов. Достичь высокого эффекта смешивания веществ, часто даже плохо перемешиваемых или для получения эмульсий, возможно посредством механизмов, обеспечивающих высокий перепад скоростей перемешивания и изменение знака скоростей во время перемешивания.

Данная работа посвящена актуальным вопросам разработки и исследованию перемешивающих устройств с механизмом возвратно-поступательного вращательного движения.

Актуальность данной работы заключается в решении задач установления структурных, кинематических, динамических свойств и характеристик планетарного механизма с эллиптическими зубчатыми колесами в составе возвратно-поступательного перемешивающего устройства.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна**

Обоснованность и достоверность большинства полученных автором научных и практических результатов и сделанных по ним выводов обеспечивается применением фундаментальных положений теоретической механики, математики, теории механизмов и машин, обоснованными методами экспериментальных исследований и достаточной их сходимостью с

теоретически полученными результатами. Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждается внедрениями в производственные процессы разработанного устройства и одобрением результатов исследований на научно-практических конференциях различного уровня.

Основные положения диссертационной работы являются обоснованными, базируются на концептуальном подходе к решению проблемы и имеют научную новизну. Научные результаты, выводы и рекомендации, сформулированные в заключении диссертации, являются логическим завершением разработанных теоретических положений, результатов комплекса теоретико-экспериментальных исследований автора, являются основой для дальнейших перспективных исследований в данном направлении, создания рекомендаций науке и производству.

Тема диссертации, цель и положения, выносимые на защиту, полностью отражают суть работы. Поставленные задачи исследования реализуемы и позволяют достичь заявленную цель.

Полученные в работе результаты и выводы достоверны и вытекают из поставленных задач. А именно:

Пункт 1 результатов достоверен, первая его часть решена на основе литературного анализа источников в первой главе, вторая часть первого вывода сделана на основе структурного синтеза в главе 2 по результатам решения второй задачи.

Выводы 2, 3, 4 и 5 достоверны, соответствуют поставленным задачам: всестороннего кинематического исследования и получения зависимостей аналогов положений, скоростей и ускорений звеньев механизма (задача 2); обоснования статического и динамического уравнивания планетарного механизма (задача 3); определению режимов и законов движения выходного звена в вязкой среде на основе разработанной динамической модели (задача 4); определению функций изменения реакций в кинематических парах (задача 5).

Выводы 6 и 7 обоснованы, достоверны и основываются на результаты экспериментальных исследований, решаемой в главе 4 шестой задачи.

Достоверность полученных результатов диссертации, выводов и рекомендаций обеспечивается обоснованным использованием общепринятых допущений, математическими выкладками, основанными на фундаментальных положениях механики, сходимостью теоретических и экспериментальных результатов исследований.

Предложенные технические решения реализуемы на практике, что подтверждаются экспериментальными исследованиями. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения.

### **Значимость для науки и практики результатов диссертации**

Научная новизна результатов исследований, а также выводов и рекомендаций заключается в синтезе структурных схем механизмов перемешивающих устройств. Новизна схмотехнических решений подтверждается патентами РФ на изобретения и полезные модели. Соискателем разработаны кинематическая и динамическая модели планетарной передачи с эллиптическими зубчатыми колесами и экспериментально доказана их адекватность реальному механизму.

Определены условия статического и динамического уравнивания и получены законы движения звеньев с учетом нелинейности рабочей среды.

Теоретическая значимость заключается в обосновании структурного строения механизмов возвратно-вращательных перемешивающих устройств и разработке их математических моделей.

Практическая значимость заключается, на мой взгляд, в разработке перемешивающего устройства возвратно-вращательного типа для использования в пищевой и химической промышленности, а также рекомендаций, полученных экспериментальных данных процесса перемешивания в технологическом цикле экстрагирования масляных веществ. Практическую применимость подтверждают акты внедрения.

## **Оценка содержания диссертации, её целостность и завершенность**

Методологически диссертационная работа построена логично, написана грамотным научным языком, аккуратно оформлена в соответствии с ГОСТ.

Диссертация состоит из четырех глав. Задачи, поставленные соискателем в работе, последовательно решались в главах и логически вписались в структуру диссертации. Задача №1 решается в главе 2, задачи со 2-й по 5-ю – в третьей, задача №6 в четвертой главе.

В первой главе автором выполнен анализ механизмов перемешивающих устройств, используемых в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Проведенный анализ показал актуальность создания и исследования принципиально новых конструкций перемешивающих устройств, обеспечивающих высокий перепад скоростей перемешивающей среды и позволил соискателю сформулировать задачи исследования.

Глава 2 посвящена структурному синтезу механизмов перемешивающих устройств, на основе которого обоснована схема планетарного механизма с эллиптическими колесами. Рассмотрено несколько схем предложенных механизмов, которые подвергнуты глубокому структурному анализу.

Глава 3 посвящена кинематическому и динамическому исследованию. Определены окружные и угловые скорости и ускорения звеньев планетарного механизма, получены графические зависимости функций положения, аналогов угловых скоростей и ускорений выходного звена. Решена задача статического и динамического уравновешивания планетарного механизма с эллиптическими зубчатыми колесами с учетом движения рабочего органа в вязких жидких средах.

Проведен кинетостатический анализ синтезированного механизма с целью определения реакций в кинематических парах, определены наиболее нагруженные зубчатые зацепления. Составлена динамическая модель механизма и обоснованы параметры маховика для повышения равномерности движения входного вала привода. На основе проведенных расчетов

соискателем предложена методика силового анализа и выбора режимов работы перемешивающего устройства.

В четвертой главе автор описывает конструкцию экспериментальной установки, методы экспериментальных исследований. Представлены результаты исследований интенсивности перемешивания в аппарате с возвратно-вращательным перемешивающим устройством и результаты интенсификации теплообмена в реакторе. Сделаны рекомендации производству.

Основные результаты и выводы представлены в заключении.

#### **Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации**

Основные положения диссертации опубликованы в печати в 30 научных работах, из них шесть статей в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, получено пять патентов РФ на изобретения и два патента на полезную модель, пять работ опубликовано в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и WoS.

Научные положения диссертации, выводы и рекомендации прошли достаточно широкую апробацию на международных и всероссийских научных конференциях и выставках различного уровня.

Диссертация представляет собой законченный научный труд, хорошо структурирована, материалы изложены в логической последовательности, грамотно и компетентно. По структуре, содержанию и стилю изложения, глубине научных исследований работа соответствует уровню кандидатской диссертации.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

### **Замечания по диссертации**

1. При структурном синтезе в разделе 2.2. автор получил три структурные схемы планетарных преобразователей вращательного движения в возвратно-вращательное (стр.43). Однако нет обоснования, почему выбор остался за схемой рис.2.5, а), а схемы б) и в) проигнорированы в дальнейшем.
2. На стр. 48 соискатель из структурной математической модели получил решения, характеризующие тип зацепления, одно из которых зацепление М.Л. Новикова. Но все же так и не ясно, какие сопряженные поверхности применяются в предлагаемой разработанной планетарной передаче? То ли это эвольвентное зацепление, зацепление Новикова, или какие-то другие сопряженные параметрические поверхности?
3. На стр.62 на рис.3.2 представлены картины распределения линейных скоростей планетарного механизма. Такое представление, во-первых является относительно не точным, так как это графический метод, а во-вторых больше представляют интерес графические зависимости отдельных скоростей точек, например точки D, от угла поворота ведущего зубчатого колеса в виде непрерывной кривой (графика).
4. На стр. 73 приведено выражение (3.35) для определения числа Рейнольдса. Это выражение, по моему мнению, справедливо для перемешивающего механизма с одним рабочим органом и не учитывает взаимовлияние рядом расположенных лопастей, которые могут вызывать турбулентные потоки даже при  $Re \leq Re_{кр} = 100$ . К тому же выражение (3.35) не учитывает расстояние от лопасти до стенок реактора. Требуется пояснения правомерность применения этого

выражения для схем механизмов с несколькими рабочими органами, ранее представленных в разделе 2.4.

5. В разделе 3.5. на стр. 96 находится уравнивающий момент на входном валу ( $M_y$ ), но ранее, на стр.82 из выражения (3.65) автор работы определял движущий момент  $M_{ПД}$ . Представляется логичным сначала определить уравнивающий момент, а уж потом движущий, исходя даже из тех соображений, что движущий момент можно принять опираясь на значения уравнивающего.
6. Из описания экспериментальной установки (раздел 4.1.) невозможно понять её размеры. Даже в таблице 4.1. «Размеры сменных эллиптических колес» размерность не указана.
7. При измерении углов функции положения необходимо учитывать точность изготовления колес планетарного механизма, зазоры в сочленениях и точность измерительного оборудования. Ни о чем этом в главе 4 не говорится. Этот момент требует уточнения от автора на защите.
8. Результаты экспериментальных исследований в разделе 4.3 можно было бы выделить и сформулировать как конкретные рекомендации производству. Особенно те, которые приведены на стр.114 по увеличению интенсивности перемешивания, это бы только украсило работу.

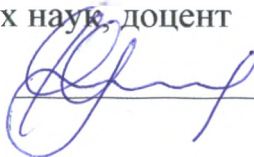
### **Заключение**

Диссертационная работа Приходько Александра Александровича на тему «Синтез и анализ планетарного исполнительного механизма возвратно-вращательного перемешивающего устройства» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические решения по разработке перемешивающих устройств с планетарным исполнительным механизмом возвратно-вращательного действия, создание

которых является важной народно-хозяйственной задачей для химической и пищевой промышленности.

Диссертационная работа Приходько Александра Александровича по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Приходько Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин.

Официальный оппонент - декан инженерно-технологического факультета, доктор технических наук, доцент



Несмиянов Иван Алексеевич

« 29 » апреля 2019 г.

Специальность по которой защищалась диссертация: 05.02.18 - Теория механизмов и машин (2017 г.)

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Адрес: 400002 г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26

Телефон/факс: (8442) 41-17-18

E-mail: ivan\_nesmiyanov@mail.ru

Подписи т.т.	<i>Несмиянова</i>
<i>Швако</i>	<i>Алексеева</i>
Заверяю: начальник Управления кадровой политики и делопроизводства <i>Швако</i> <i>В.Ю. Коростин</i>	

29.04.2019.

