

Письменный отзыв официального рецензента

на диссертацию Акановой Гүлданы Кайраткызы, на тему: «Усовершенствование конструкции турбомашин с соосным расположением рабочих колес», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07110 – Цифровая инженерия машин и оборудования.

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на момент ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научной и/или технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки Настоящая диссертация выполнена в рамках исследовательской работы направления D106 – Механика и металлообработка, образовательной программы 8D07110 – Цифровая инженерия машин и оборудования. Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (Постановление Правительства Республики Казахстан от 25 мая 2022 года №336).
2.	Важность для науки	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта	Результаты диссертации вносят существенный вклад в развитие науки. Содержание диссертации и результаты исследований хорошо раскрывают актуальность и важность выполненных исследований.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: - <u>высокий</u> .	Принцип самостоятельности судя по результатам исследований и большому объему публикаций, в которых автор диссертации принимала непосредственное участие, полученным актам внедрения в учебные процессы: КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, МГТУ им Г.И. Носова (Россия), УГАУ (Россия); в производство АО «Келет» (Казахстан) по которым можно сделать вывод о высокой степени самостоятельности и личном вкладе автора диссертации в науку и развитие техники и технологий.

4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: <u>-обоснован</u>	<p>Актуальность темы диссертации Акановой Г.К. не вызывает сомнений так как она посвящена исследованиям по усовершенствованию современных конструкций турбомашин, которые составляют значительную часть насосных и вентиляторных установок, используемых на предприятиях горно-металлургической и газонефтедобывающей отраслей промышленности. Высокая энергоемкость данных типов установок предъявляет высокие требования к их правильной эксплуатации и работе в оптимальном режиме, а также к их экономичности.</p> <p>Диссертация обладает внутренним единством, все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны, научные положения, полученные результаты и рекомендации соответствуют поставленным в диссертации целям и задачам. Предложенные автором новые методика проектирования и метод расчета проточных частей турбомашин с соосным расположением рабочих колес, аргументированы и экспериментально оценены по сравнению с известными решениями.</p>
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: <u>-отражает;</u>	<p>Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации. Необходимость в разработке новых конструктивных решений и методов расчета диктуется современным состоянием турбомашин и отраслей насосостроения.</p> <p>Разработанный метод расчета проточной части турбомашин на основе оптимизационных алгоритмов учитывает тип проточной части турбомашин, легко перестраивается при введении в рассмотрение новых условий и обеспечивает получение требуемого результата за минимально возможными сроками..</p>

	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: - <u>соответствуют</u>.</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: - <u>полностью взаимосвязаны</u>.</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: - <u>критический анализ есть</u>.</p>	<p>Цели и задачи корректны и соответствуют теме диссертации.</p> <p>Все разделы и научные положения, выносимые автором на защиту, являются результатом детального анализа теоретических и экспериментальных данных и полностью взаимосвязаны.</p> <p>Предложенные автором решения (принципы, методы) достаточно аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями.</p>
<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? - полностью новые.</p> <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p>	<p>Научная новизна выбранной темы диссертации, обусловлена тем, что впервые разработан метод расчета проточных частей турбомашин с соосным расположением рабочих колес на основе применения оптимизационных алгоритмов и методов вычислительной гидродинамики, позволяющий проводить поиск наиболее рациональных элементов проточной части турбомашин. Научные результаты соответствуют требованиям предъявляемым к диссертациям PhD и свидетельствуют об их высокой научной и практической значимости, что подтверждается положительными результатами лабораторных и промышленных испытаний турбомашин.</p> <p>Результаты и выводы базируются на большом экспериментальном и теоретическом материале. Выводы и полученные научные результаты</p>

	<p>- частично новые (новыми являются 25-75%).</p>	<p>представляют новый материал, доказательно подтвержденный результатами детального анализа экспериментальных данных, полученных с применением комплекса теоретических методов и средств обработки экспериментальных данных.</p>
	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными? - полностью новые.</p>	<p>Технические, технологические решения являются полностью новыми, имеют практическое значение и достаточно обоснованы. Из диссертации следует, что задача повышения работоспособности и энергоэффективности турбомашин решена автором на базе разработанных методов и методик проектирования турбомашин, которые позволяют устанавливать оптимальные значения конструктивных геометрических параметров и режимов работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес .</p>
<p>6. Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах.</p>	<p>Достоверность полученных результатов обоснована применением диссертантом комплекса современных методов исследований и анализа. В ходе проведения экспериментов диссертант обоснованно использовала современное лабораторное и полупромышленное оборудование.</p>
<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? - доказано; 7.2 Является ли тривиальным? - да. 7.3 Является ли новым? - да.</p>	<p>Автором диссертации вынесены на защиту три научных положения. Первое научное положение – обосновывает снижение гидравлических потерь энергии на 23% за счет исключения систем переводных каналов, направляющих и спрямляющих аппаратов, которое достигается путем установления закономерностей энергообмена текучего в межлопаточном пространстве турбомашин с соосно расположенными рабочими колесами. Это положение доказано результатами теоретических исследований, подтвержденных экспериментальными данными. При этом расхождение теоретических и экспериментальных значений не превышает 10%.</p>
	<p>7.4 Уroveň для применения: - широкий</p>	<p>Оно подтверждено результатами комплексных исследований с использованием разработанных математических моделей и теорий,</p>

7.5 Доказано ли в статье?

- да.

описывающих движение потока текучего с обоснованием критериев выбора геометрических параметров соосно установленных рабочих колес турбомашин.

Автором предложено новое конструктивное решение турбомашин, обеспечивающих исключение гидравлических потерь в переводных, направляющих и спрямляющих устройствах турбомашин.

Это положение является новым, так как в отличие от предшествующих исследований, выявлены и обоснованы новые закономерности энергообмена текучего в межлопастном пространстве турбомашин с соосным расположением рабочих колес.

Уровень применения результатов этого научного положения в различных отраслях промышленности достаточно широк, так как доля энергозатрат на энергоресурсы на насосное оборудование составляет более 40% себестоимости продукции.

Второе научное положение – утверждает расширение диапазона энергоэффективной работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес до 56% при максимальных значениях КПД, которое достигается путем рационального соотношения режимов работы и рациональными значениями геометрических параметров рабочих колес на основе применения оптимизационных алгоритмов и методов вычислительной гидродинамики.

Оно обосновано и доказано результатами теоретических исследований путем построения графиков напорно-расходных характеристик, приведенных на рисунке 37 (диссертация), и подтверждено результатами экспериментальных исследований путем построения обобщенной напорно-расходной и мощностной характеристик турбомашин с соосным расположением рабочих колес (Рисунок 65, диссертация).

Это научное положение является новым, так как впервые экспериментально установлены новые напорно-расходные и мощностные характеристики турбомашин с соосным

расположением рабочих колес, при этом изменение напора составило до 28% от максимальной величины, а расхода до 42%.

Оно не является тривиальным, так как автором предложен новый принцип работы турбомашин при котором возможны два режима вращения рабочих колес (Рисунок 58, диссертация): вращение рабочих колес в одном направлении и в противоположном направлении, что позволяет расширить диапазон энергоэффективной работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес.

Возможности регулирования диапазона энергоэффективной работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес простыми способами в частности: изменением направления вращения рабочих колес; изменением скорости вращения рабочих колес; подбором рациональных геометрических параметров рабочих колес; изменением относительной скорости течения на входе внутреннего рабочего колеса; изменением режимов работы установки; использованием замедления и ускорения потока течения, обеспечивает применение этого положения в различных отраслях промышленности.

Третье научное положение – содержит рекомендацию по установлению величины энергообмена и КПД турбомашин с соосным расположением рабочих колес с учетом степени реакции лопаток на наружной ступени установки.

Основанием доказанности этого положения является разработанный новый метод расчета рациональных значений углов установки лопаток рабочих соосно установленных колес на основе оптимизационных алгоритмов и методов вычислительной гидродинамики с использованием программного комплекса Ansys.

Оно не является тривиальным, так как разработанный метод расчета проточных частей турбомашин, позволяет проектировать турбомашинны с оптимальными характеристиками, обеспечивающих энергоэффективную их работу с максимальными значениями КПД.

			<p>Данное положение является новым, так как в отличие от известных аналогов оно позволяет расширить диапазон эффективной работы турбомашин путем оптимизации геометрической формы рабочих колес с учетом значений давлений на входе и на выходе (рисунок 41, диссертация). Уровень этого положения позволяет сформулировать общие рекомендации по установлению рационального режима работы и может быть рекомендован проектным организациям, научно исследовательским учреждениям и производственным предприятиям для использования при проектировании, эксплуатации и совершенствовании турбомашин на стадии их проектирования (Акт внедрения, Приложение Ж).</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии обоснован: - да.</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: - да.</p> <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и выявленные взаимосвязи и</p>	<p>Анализ результатов и выводов в диссертации показывает, что автор правильно и обоснованно выбрала методологию исследований. В работе дано подробное описание научных методов исследований с использованием 3D моделирования. Научные положения и выводы обоснованы использованием современных методов исследований, а их достоверность подтверждается сходимостью результатов теоретических решений с экспериментальными и гидродинамическими данными турбомашин.</p> <p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных приборов и оборудования по стандартным методикам, обработка и интерпретация полученных осуществлена с применением современных компьютерных технологий.</p> <p>Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены результатами экспериментальных исследований, а также подготовленной 3D</p>

	<p>закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием</p> <p>- да.</p>	<p>анимацией. На основании экспериментально установленных зависимостей гидравлических потерь в конструктивных элементах центробежного насоса с соосно установленными рабочими колесами были установлены расчеты гидравлических потерь для наиболее эффективных, конструктивных и режимных параметров турбомашин.</p>
	<p>8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p> <p>8.5 Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора</p>	<p>Основные важные утверждения подтверждены соответствующими ссылками на научную литературу.</p> <p>Количество источников вполне достаточно для литературного обзора.</p>
<p>9</p> <p>Принцип практической ценности</p>	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>- да.</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>- да.</p>	<p>Теоретическое значение диссертации подтверждается результатами проведенных фундаментальных исследований по конструктивному усовершенствованию турбомашин с соосным расположением рабочих колес.</p> <p>Практическая направленность работы Акановой Г.К. позволяет использовать основные положения диссертации в практике проектирования и создания принципиально новых конструкций турбомашин с соосным расположением рабочих колес, отличающихся от известных повышенной энергоэффективностью и более высокими значениями гидравлического и объемного КПД.</p> <p>Результаты исследования обсуждались с представителями АО «Келет» и приняты к практическому использованию при проектировании турбомашин, а также они используются в учебных процессах Каз НИТУ им. К.И. Сәгәяева, УГАУ (Россия) и МГТУ им. Г.И. Носова (Россия).</p>

		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? - полностью новые.</p>	<p>Степень новизны практических предложений и рекомендаций довольно высокая, в частности разработанная в работе технология 3D моделирования позволяет оптимизировать исследование процесса протекания жидкости в соосно расположенных рабочих колесах турбомашин с целью снижения значений гидравлических потерь в турбомашинах.</p>
10.	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма: - высокое.</p>	<p>Диссертация написана технически грамотным языком, хорошо иллюстрированы результаты исследований, что позволяет оценить качество оформления работы, как высокое.</p>

Замечания и возможности присуждения доктора философии (PhD) по соответствующей специальности.

Диссертация Акановой Гүлданы Кайраткызы на тему «Усовершенствование конструкции турбомашин с соосным расположением рабочих колес», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07110 – Цифровая инженерия машин и оборудования, соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» по актуальности, научной новизне и практической ценности результатов, научному уровню и объему выполненных исследований.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. На стр.53 (выводы, пункт 2) приведено «В основе созданной методологии лежит использование главного правила, заключающегося в минимизации значений входных параметров потока текучего, а именно его входной скорости» однако в тексте нет пояснений, как задавалась скорость на входе в рабочее колесо турбомашин с соосным расположением рабочих колес.

2. На стр. 55 (рис.33) приведены модели рабочих колес в 3Д формате, а в пояснениях к рисунку приведено «Расчеты проводились для турбомашин в целом, однако параметрировалось лишь рабочее колесо», неясно, учитывались ли при этом утечки жидкости через щелевые уплотнения рабочих колес.

3. Во втором разделе диссертации достаточно подробно рассмотрены вопросы выбора основных параметров рабочих колес, однако в выводах не указано какому виду исполнения рабочих колес автор отдает предпочтение: закрытому, открытому или полукрытому типу исполнения рабочих колес.

Научные результаты, полученные автором, обладают научной новизной, имеют практическую ценность и позволяют характеризовать автора, как сложившегося исследователя, который умеет ставить и решать сложные научные задачи, что дает основание рекомендовать диссертационному совету присудить Акановой Гүлданы Кайраткызы степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07110 – Цифровая инженерия машин и оборудования.

**Рецензент, к.т.н., доцент, ст.Методист
Филиал «Казахстанский ядерный
университет» ТОО «ИВТ»**



Граф А.Ю.

**Подпись А.Ю. Граф заверяю:
И.о. Директора-Ректора Филиала
«Казахстанский ядерный университет»
ТОО «ИВТ»**



Ескулов С.С.