

Письменный отзыв официального рецензента

на диссертацию Акановой Гүлданы Қайратқызы 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: Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки «Науки о Земле». 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 «Науки о Земле», 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	Диссертация вносит существенный вклад в развитие науки. Содержание диссертации и результаты исследований хорошо раскрывают актуальность и важность проведенных исследований.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: - <u>Высокий</u>	Судя по результатам исследований и достаточному объему публикаций, в которых автор диссертации принимала непосредственное участие, можно сделать вывод о высоком уровне самостоятельности и личном вкладе автора диссертации в науку и развитие техники и технологии, подтвержденных актами внедрения результатов работы : в учебные процессы Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева; Магнитогорского государственного

4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: - <u>обоснована</u>	<p>технического университета им Г.И. Носова (Россия); Уральского государственного аграрного университета (Россия) и в производство АО «Келет» (Казахстан).</p> <p>Техническая революция 5.0 требует коренного совершенствования техники и технологий, особенно в области их энергоэффективности при эксплуатации. Полученные результаты экспериментальных исследований с достаточной степенью достоверности сходятся с результатами теоретических исследований, что говорит о возможности использования разработанных технических решений, обеспечивающих работу центробежных турбомашин без применения систем переводных каналов и направляющих устройств.</p> <p>Выбор рациональных значений геометрических параметров и режимов работы в зависимости от требуемых условий делает работу турбомашин с соосным расположением рабочих колес более энергоэффективной по сравнению с существующими конструкциями.</p> <p>Необходимость проведения настоящих исследований выражается в сокращении выявленных недостатков в работе существующих конструкции турбомашин в виде: узкого диапазона эффективной работы, низкой энергоэффективности работы на нерасчетных режимах, несовершенством многоступенчатых конструкций, а именно наличие элементов с высоким значением гидравлических потерь (в переводных каналах и направляющих устройствах), низким значением КПД установок при их совместной работе.</p> <p>Судя по выводам, автор диссертации полностью решила поставленные задачи и достигла цели работы - повышения работоспособности и энергоэффективности турбомашин с соосно установленными рабочими колесами.</p> <p>Автором разработана для практического использования методика расчетного моделирования режимов работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес.</p> <p>Теоретически обоснована методика расчетного моделирования турбомашин с применением компьютерного моделирования, а ее достоверность подтверждена экспериментально, что дает основание для ее практического применения.</p>
----	------------------------------	--	---

			<p>Поэтому результаты диссертационных исследований Акановой Г.К., направленные на совершенствование техники и технологии технологических машин и оборудования, несомненно являются актуальными для горной науки и нефтегазовой промышленности.</p> <p>Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации.</p> <p>Цели и задачи диссертации корректны и соответствуют теме исследований.</p> <p>Все разделы, выводы и положения приведенные в диссертации логически взаимосвязаны.</p> <p>Предложенные автором решения (принципы, методы) достаточно аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: - <u>Отражает</u>;</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>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? - <u>полностью новые</u>.</p>	<p>Научные результаты являются новыми и обусловлены 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. Разработанная новая математическая модель расчета проточных частей турбомашин, позволяет оптимизировать вычислительные ресурсы для проведения многовариантного поиска оптимального проектного решения. Впервые экспериментально установлены напорно-расходные и мощностные</p>

			<p>характеристики турбомашин с коаксиальным расположением рабочих колес, позволили выявить аналитические зависимости потери энергии в рабочих колесах от изменения скорости движения потока текущего при его замедлении и ускорении.</p> <p>Выводы диссертации частично являются новыми, они конкретны, теоретически и экспериментально обоснованы.</p>
<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>- <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>;</p>	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными?</p> <p>- полностью новые.</p>	<p>Технические и экономические решения являются полностью новыми, имеют практическое значение и достаточно обоснованы.</p>	
<p>6. Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах.</p>	<p>Все основные выводы в диссертации базируются на весомых с научной точки зрения теоретических доказательствах с большим количеством экспериментальных данных, достаточно обоснованы и корректно сформулированы.</p>	
<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>- доказано;</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>- да;</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>- да;</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p>	<p>Автором диссертации вынесены на защиту три научных положения.</p> <p><u>Первое научное положение</u> - снижение гидравлических потерь энергии на 23% за счет исключения систем переводных каналов, направляющих и спрямляющих аппаратов достигается путем установления закономерностей энергообмена текущего в межлопаточном пространстве турбомашин с соосно расположенными рабочими колесами.</p> <p>Достаточной доказанностью этого положения являются результаты теоретических исследований с использованием метода трехмерного моделирования гидродинамических процессов в рабочей полости турбомашин в программном комплексе Ansys, подтвержденных экспериментальными данными. При этом расхождение теоретических и экспериментальных значений не превышает 10%.</p>	

	<p>- широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>- да.</p>	<p>Это научное положение подтверждено результатами комплексных исследований с использованием математических моделей и теорий, описывающих движение потока текучего и оценки критериев выбора геометрических параметров соосно установленных рабочих колес турбомашин.</p> <p>Оно не является тривиальным, так как автором предложено новое конструктивное решение турбомашин с соосным расположением рабочих колес, обеспечивающих исключение гидравлических потерь в переводных, направляющих, и спрямляющих устройствах турбомашин.</p> <p>Это положение является новым, так как в отличие от предшествующих исследований, автором теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены новые закономерности энергообмена текучего в межлопастном пространстве турбомашин с соосным расположением рабочих колес.</p> <p>Уровень применения результатов этого научного положения в горно-металлургической и газонефтедобывающей отраслях промышленности достаточно широк, так как доля энергозатраг на энергоресурсы в этих отраслях на насосное оборудование составляет более 40% себестоимости продукции.</p> <p>Второе научное положение - расширение диапазона на 56% энергоэффективной работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес с максимальными значениями КПД, которое достигается путем рационального соотношения режимов работы и значениями геометрических параметров рабочих колес на основе применения оптимизационных алгоритмов и методов вычислительной гидродинамики.</p> <p>Это научное положение доказано результатами теоретических исследований путем построения графиков напорно-расходных характеристик, приведенных на рисунке 6 (диссертация), и подтверждено результатами экспериментальных исследований путем построения обобщённой напорно-расходной и мощностной характеристик турбомашин с соосным расположением рабочих колес (Рисунок 57, диссертация).</p> <p>Оно не является тривиальным, так как автором предложен новый принцип работы турбомашин при котором возможны два режима вращения рабочих колес (Рисунок 67, диссертация): вращение рабочих колес в одном направлении и в противоположном направлениях, что позволяет расширить диапазон энергоэффективной работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес.</p>
--	--	--

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%.

Широкий уровень применения этого положения заключается в возможности регулирования диапазона энергоэффективной работы турбомашин с соосным расположением рабочих колес следующими способами: изменением скорости вращения рабочих колес; подбором рациональных геометрических параметров рабочих колес; изменением режимов работы установки; изменением относительной скорости течения на входе внутреннего рабочего колеса; использованием замедления и ускорения потока течения; изменением направления вращения рабочих колес.

Третье научное положение - величина энергообмена и КПД турбомашин с соосным расположением рабочих колес определяется степенью реакции лопаток на наружной ступени установки.

Доказанностью этого положения является разработанный новый метод расчета рациональных значений углов установки лопаток рабочих колес 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.

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 38, диссертация). Для исследования процессов энергообмена между лопастями рабочих колес в зависимости от изменения углов установки лопаток составлена новая математическая модель (Формула 3.1, диссертация), которая позволяет использовать результаты численного моделирования на этапе проектирования турбомашин. При этом погрешность полученных результатов при численном эксперименте в сравнении с натурными составляет не более 1-5% как при расчете напорной характеристики, так и при расчете силовых факторов, таких как радиальные и осевые нагрузки на рабочих колесах турбомашин. Уровень этого

			<p>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 представляемой 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>Анализ результатов исследований показывает, что ее автор правильно и обоснованно выбрала методологию исследований, использовала апробированные методики и современные компьютерные программы и средства моделирования, что позволило обосновать достоверность полученных результатов.</p>
			<p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных приборов и оборудования по стандартным методикам обработки и интерпретации полученных данных, которая осуществлялась с применением компьютерных технологий.</p>
		<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием: - да.</p>	<p>Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения полностью подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Ссылки на источники приведены корректно, большинство из них – это публикации последних лет.</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Ссылки на источники приведены корректно, большинство из них – это публикации последних лет.</p>

		достоверную научную литературу	Количество источников достаточно для литературного обзора.
8.5	Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора		
9	Принцип практической ценности	<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>Диссертация имеет теоретическое значение о практической значимости. Разработанная методика расчетного моделирования режимов работы турбомашин с коаксиальным расположением рабочих колес найдут свое применение в горной, нефтегазовой и машиностроительной отраслей промышленности.</p> <p>Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность широкого применения полученных результатов на производстве. Результаты исследования приняты к использованию в АО «Келет» а также применяются для обучающихся в учебных процессах КазНИТУ (Казахстан), УГАУ (Россия) и МГТУ им.Носова (Россия).</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>9.3 Предложения для практики являются новыми?</p> <p>- частично новые (новыми являются 25-75%).</p> <p>Качество академического письма:</p> <p>- высокое.</p>	<p>Предложения для практики являются частично новыми.</p> <p>Диссертация написана технически грамотным языком, хорошо иллюстрированы результаты исследований, что позволяет оценить качество оформления работы, как высокое.</p>

