

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на:

образователна и научна степен "доктор"	X
научна степен "доктор на науките"	
	вярното се отбелязва със знака "X"

## Автор на дисертационния труд:

		Христофор	Иванов	Скандалиев	
акад. дл.	научна степен	име	презиме	фамилия	месторабота

## Тема на дисертационния труд:

Получаване и характеристики на екологични и нетоксични твърди ракетни горива
--

## Научна област:

5	Технически науки
шифър	Наименование

## Професионално направление:

5.10.	Химични технологии
шифър	Наименование

## Научна специалност:

Технология на природните и синтетичните горива
--

## Изготвил рецензията:

Доцент	Доктор (PhD)	Милко	Константинов	Бернер	МГУ «Св. Иван Рилски»- София
акад. дл.	научна степен	име	презиме	фамилия	месторабота

## 1. Окомплектоване на предоставените документи:

А) Дисертационният труд и документите по конкурса съответстват напълно на Правилника	4 точки	X
Б) Документите са окомплектовани, но не съответстват напълно на изискванията на Правилника	2 точки	
В) Документите не са окомплектовани съгласно изискванията на Правилника	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се описват липсващите документи и нарушените стандарти, ако е отбелязан отг. В

## 2. Удовлетворяване на минималните изисквания, съгласно Правилника:

А) Кандидатът удовлетворява минималните изисквания	20 точки	X
Б) Кандидатът не удовлетворява минималните изисквания	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се попълва, ако е отбелязан отг. Б. Анализира се публикационната активност на кандидата. Анализира се отзвукът на постигнатите резултати (цитирания)

## 3. Актуалност на темата на дисертационния труд:

А) Темата е актуална и нова (не са известни резултати по темата от други автори)	8 точки	
Б) Темата е актуална и са известни резултати по темата от други автори	6 точки	X
В) Темата не е актуална, но са известни резултати на други автори	2 точки	
Г) Темата не е актуална и не са известни резултати на други автори по темата	1 точка	
Д) Темата не отговаря на нивото на дисертационен труд	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Оценката за актуалността на дисертационния труд се аргументира задължително

Темата е актуална поради засиления интерес към екологично щадящи и нискоотоксични енергийни материали. Разработването на ефективни екологосъобразни алтернативни твърди ракетни горива е свързано преодоляване на сериозни технологични предизвикателства и намиране на разумен баланс между целесъобразно подбран компонентен състав и енергетични характеристики.

В международната литература вече са публикувани изследвания върху различни „зелени ракетни горива“, поради което научната новост следва да се разглежда преди всичко в контекста на конкретните експериментални реализации и приложни решения.

Необходимо е да се отбележи, че в българската научна среда настоящата дисертационна работа е първото научно изследване, посветено на проблема за понижаване на въздействието на продуктите на горене върху околната среда.

## 4. Познаване на проблемите, обект на изследване в дисертационния труд:

А) Докторантът познава детайлно постигнатото от други автори по темата на дисертацията	8 точки	X
--	---------	---

Б) Докторантът познава частично постигнатите резултати по темата на дисертацията	4 точки	
В) Докторантът няма предварителни знания за състоянието на проблемите в дисертацията	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се аргументира оценката, ако е отбелязан отг. В

Докторантът демонстрира добра теоретична подготовка и задълбочено познаване на основните направления в развитието на твърдите ракетни горива. Представеният литературен обзор се отличава с обхватност и систематичност. В отделни части обаче се констатира известно преобладаване на исторически и общотеоретични сведения за сметка на по-задълбочен критичен анализ на съвременните публикации в областта на нискотоксичните ракетни горива.

#### 5. Тип на изследванията:

А) Теоретични	4 точки	
Б) Приложни	4 точки	
В) Теоретични с елементи на приложения	4 точки	X
Г) Не отговарят на нивото на дисертационен труд	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се аргументира нивото на изследванията, ако е отбелязан отг. Г

Дисертационният труд интегрира теоретични постановки, експериментални изследвания и приложни инженерни решения. Проведени са лабораторни и практически изпитания на разработените горивни композиции и ракетни двигатели, което придава изразена приложна насоченост на изследването.

#### 6. Цели на изследванията:

А) Реалистични и представляват научен и/или приложен интерес	8 точки	X
Б) Реалистични, но не представляват научен и/или приложен интерес	3 точки	
В) Недостижими (нереалистични)	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се отбелязват целите. Аргументира се типа на поставените цели

Поставените в дисертационния труд цели са ясно формулирани и имат подчертан приложно-изследователски характер, съответстващ на спецификата на разработките в областта на енергийните материали и твърдите ракетни горива. Те са формулирани в съответствие с актуалните научно-технически проблеми и са насочени към съчетаване на експериментално изследване и инженерно-технологично реализиране на нови хетерогенни горивни системи. Целта, свързана с разработване и характеризирание на безопасни твърди ракетни горива с намалено екологично въздействие, определя изследователския характер на труда и предполага провеждане на системни експериментални изследвания и анализ на получените

резултати. В същото време поставените изисквания относно използването на достъпни суровини, технологична осъществимост и приложимост на разработките подчертават инженерно-приложната насоченост.

Формулираните задачи конкретизират целта и обхващат основните етапи на изследователската работа: подбор на компонентна база и разработването на рецептури; технологии за получаване на горивни заряди и експериментално изследване на техните характеристики; сравнителен анализ и оценка на получените резултати. По този начин е осигурена последователна връзка между научно-изследователската и приложно-инженерната част на дисертационния труд.

#### 7. Методи на изследванията:

А) Адекватни на изследванията и поставените цели	8 точки	X
Б) Частично подходящи, даващи възможност за постигане на част от научните цели и/или приложения	4 точки	
В) Неподходящи методи	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се отбелязват методите. Аргументира се типа на използваните методи

Методите, използвани в дисертационния труд, са с комплексен характер и съответстват на утвърдените подходи в областта на енергийните материали и твърдите ракетни горива. Методологичният апарат е изграден върху съчетание на експериментални изследвания, физикохимичен анализ и инженерно-аналитични методи, което е в съответствие с добрите практики, прилагани при изследване на високоенергийни материали в страната и чужбина.

Основен акцент е поставен върху експерименталния подход, реализиран чрез лабораторни изследвания и практически изпитания на разработените горивни композиции и ракетни двигатели. Този подход е адекватен за разглежданата проблематика, доколкото свойствата на твърдите ракетни горива в значителна степен се определят емпирично и изискват експериментално потвърждение.

Следва да се отбележи, че макар методологичната рамка да е коректно структурирана, в по-ограничена степен е представено количествено моделиране на връзката между състава и енергетичните/балистичните характеристики, което би могло допълнително да повиши аналитичната дълбочина на изследването. Допълнително, би могъл да бъде разширен и спектърът на използваните физикохимични методи, като се включат по-детайлни структурни, термични и спектроскопски анализи, което би позволило по-пълна характеристика на изследваните системи.

Допълващо значение има сравнителният метод за съпоставяне на получените резултати с литературни данни за аналогични хетерогенни горивни системи. Това позволява оценка на мястото на разработените състави в съвременното състояние на изследванията.

В обобщение може да се приеме, че използваната методология е адекватна, последователна и съответства на целите на дисертационния труд, като осигурява достатъчна надеждност на получените резултати, въпреки че известно разширяване на моделната част и обогатяване на физикохимичния инструментариум биха могли да засилят общата изследователска завършеност.

#### 8. Приноси на дисертационния труд:

А) С траен научен и/или приложен отзвук, представляват основа за нови направления на изследвания и приложения	20 точки	
Б) Представляват значим научен и/или приложен интерес, завършват и/или обобщават предходни изследвания	16 точки	
В) Представляват научен и/или приложен интерес	12 точки	X

Г) Липса на съществени приноси	8 точки	
Д) Липса на приноси	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се отбелязват приносите. Аргументира се типа на постигнатите резултати

В резултат на извършения анализ на дисертационния труд, тематично насочен към получаване и характеризиране на екологични и нетоксични твърди ракетни горива, се констатира, че постигнатите резултати имат комплексен характер с ясно изразена научно-приложна ориентация. Приносите могат да бъдат систематизирани, както следва:

1. Научни приноси

- Получени са нови експериментални данни относно поведението на твърди ракетни горива на база алтернативни окислителни и органични редуктори, при различни условия на горене и термично въздействие.

- Установени са закономерности в термокинетичното и вътрешнобалистичното поведение на изследваните горивни системи.

- Разширена е експерименталната база данни за системи от типа „алкален нитрат/органичен редуктор“ и „алкални периоди/ органичен редуктор“.

2. Научно-приложни приноси

- Разработени и експериментално проверени са нови горивни рецептури с потенциал за приложение като алтернатива на традиционни смесиви твърди ракетни горива, при които се цели намаляване на екологичното въздействие.

- Осъществено е комбинирано използване на термохимично моделиране и експериментални изследвания за оценка на енергетичните и балистичните характеристики на разработените състави, позволяващо по-надеждна интерпретация на получените резултати.

- Изведени са зависимости между състав, структура и функционални характеристики на горивните системи, които имат значение за бъдещо инженерно проектиране и оптимизация на твърдогоривни заряди.

3. Приложни приноси

- Разработен е технологичен подход за получаване на лабораторни образци от твърди ракетни горива с достъпни и относително безопасни компоненти, подходящ за експериментални и изследователски цели.

- Проведени са стендови и полеви ракетни изпитвания, които доказват работоспособността на част от изследваните състави и тяхната пригодност за реални технически приложения в ограничен мащаб.

- Резултатите имат потенциал за използване при разработване на екологично съобразени хетерогенни енергийни системи, включително газогенериращи пиротехнически състави, учебно-експериментални ракетни двигатели и специализирани ракетни системи, предназначени за атмосферни въздействия.

Дисертационният труд съдържа резултати с научно-приложен и експериментално-инженерен характер, които са в съответствие със съвременните тенденции за разработване на по-безопасни и екологично съвместими енергийни материали. Постигнатите приноси са релевантни, логически обосновани и подкрепени с експериментални данни, което определя тяхната приложна стойност.

**9. Оценка на съответствието на автореферата с дисертационния труд:**

А) Пълно съответствие	4 точки	X
Б) Съответствие в основните части	2 точки	
В) Липса на съответствие в основните части	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се обосновава оценката, ако е отбелязан отг. В

#### 10. Участие на докторанта при постигане на резултатите в дисертационния труд:

А) Докторантът има поне равностойно участие	8 точки	X
Б) Докторантът има второстепенно участие	5 точки	
В) Участието на докторанта е незабележимо	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се представят критичните бележки, ако е отбелязан един от отг. Б или отг. В

Въз основа на представените материали и характера на научната работа с увереност може да се твърди, че докторантът има активно лично участие в експериментите, анализа на резултатите и разработването на изследваните ракетни горива.

#### 11. Критични бележки:

А) Липса на критични бележки	8 точки	
Б) Критични бележки, които имат технически характер	7 точки	
В) Критични бележки, които частично биха подобрили постигнатите резултати	4 точки	X
Г) Съществени критични бележки	0 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Задължително се представят критичните бележки, ако е отбелязан един от отг. В или отг. Г

Към дисертационния труд могат да бъдат отправени следните препоръки и критични бележки:

1. По отношение на литературния обзор

Литературният обзор е подробен и показва добра теоретична подготовка на докторанта. В същото време на места е отделено твърде голямо внимание на исторически сведения и общотеоретични постановки, които имат по-скоро обзорен и учебен характер. В контекста на поставените цели би било полезно по-задълбочено представяне и критичен анализ на по-голям обем публикации, свързани със съвременните тенденции при твърдите ракетни горива с намалено екологично въздействие.

2. По отношение на експерименталната методика и представянето на резултатите

Проведената експериментална работа е значителна по обем и обхваща разработването, характеризирането и изпитването на различни горивни композиции. Представените резултати показват систематичен подход и добри практически умения на докторанта.

Въпреки това, описанието на някои от експерименталните процедури остава сравнително общо и не съдържа достатъчно подробности относно условията на провеждане на изпитванията, броя на повторенията и оценката на експерименталните отклонения. При изследвания върху твърди ракетни горива фактори като хомогенност на смесите, условия на подготовка на образците, геометрични характеристики на зарядите и параметри на изпитванията могат да окажат съществено влияние върху получените резултати.

Поради това по-подробното представяне на тези условия, както и информация за повторемостта на експериментите и статистическата обработка на данните, би повишило убедителността на направените изводи. Особено при вътрешнобалистичните изпитвания и сравнението между различни горивни състави, представянето на данни за броя повторни

измервания и разсейването на резултатите би позволило по-обективна оценка на наблюдаваните различия.

Проведените експериментални изследвания са достатъчни за изпълнение на поставените цели. Независимо от това, би могъл да бъде разширен спектърът на използваните физикохимични методи. Включването на допълнителни изследвания като SEM/EDS, FTIR или Raman спектроскопия би предоставило по-задълбочена информация относно микроструктурата, химичните взаимодействия и структурните изменения в разработените горивни композиции и по този начин би обогатило интерпретацията на резултатите.

### 3. По отношение на характера на анализа

В отделни раздели анализът е фокусиран основно върху конструктивните решения, технологичните аспекти и експерименталното потвърждаване на работоспособността на разработените системи.

От гледна точка на изискванията към дисертационен труд за ОНС „доктор“ би било полезно по-задълбочено разглеждане на физикохимичните процеси, определящи поведението на горивните композиции. По-подробен анализ на механизмите на термично разлагане, взаимодействието между компонентите, кинетиката на горене и влиянието на състава върху наблюдаваните характеристики би допринесъл за по-пълно изясняване на причинно-следствените връзки и би засилил научната стойност на направените изводи.

### 4. По отношение на стила на изложението

В стилистично отношение текстовото тяло на дисертационния труд като цяло е ясно, логически последователно и разбираемо. Въпреки това, има фрагменти, в които се наблюдава известна нееднородност в използваната терминология и стил. Срещат се формулировки с описателен и частично популяризаторски характер, които не винаги съответстват напълно на изискванията за строго научен стил.

Допълнително, на места изложението е прекомерно детайлизирано за сметка на аналитичната яснота, което в известна степен затруднява открояването на съществените научни резултати и приносите на автора. Препоръчително е при евентуално публикуване трудът да бъде редактиран в посока по-голяма терминологична прецизност и вътрешна кохерентност, като се избягва използването на нехарактерни за научния стил белетристични елементи.

В заключение бих искал изрично да подчертая, че посочените бележки не намаляват съществено положителната оценка за положения труд, а следва да се разглеждат като препоръки за неговото по-нататъшно развитие и усъвършенстване.

## 12. Заключение

А) Оценката за дисертационния труд е <b>ПОЛОЖИТЕЛНА</b>	Оценката се поставя при общ точков актив от най-малко 65 точки	X
Б) Оценката за дисертационния труд е <b>ОТРИЦАТЕЛНА</b>	Оценката се поставя при общ точков актив под 65 точки	
		със знака "X" се отбелязва един от посочените отговори

Попълва се при желание на рецензента

За мен е удоволствие да рецензирам настоящия дисертационен труд, тъй като той е в област, към която имам дългогодишен научен интерес, свързан със смесевите ракетни горива. Докторантът е извършил значителна по обем експериментална работа, постигнал съществени научно-приложни резултати и демонстрира способност да провежда самостоятелни научни изследвания в областта на технологията на твърдите ракетни горива.

Следва да се отбележи, че разработваната тематика е свързана с научна област, за която в България липсват утвърдени научни традиции и добре развита изследователска инфраструктура. В този смисъл изборът на темата и реализирането на поставените изследователски задачи изискват значителна самостоятелност, инициативност и научна смелост. Това е допълнително основание да се оценят положително постигнатите резултати и положените усилия.

Бих искал да насърча докторанта да продължи работата си в избраното научно направление, въпреки обективните трудности, свързани както с експерименталната база, така и със

спецификата на изследванията в тази област. Натрупаният опит и постигнатите резултати представляват добра основа за бъдещо развитие и задълбочаване на изследванията. Считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за неговото приложение, както и на вътрешните изисквания на Химикотехнологичен и металургичен университет – София за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

Предлагам на уважаемото научно жури да присъди на инж. Христофор Иванов Скандалиев образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.10. Химични технологии, научна специалност „Технология на природните и синтетичните горива“.

<b>29.05.2026</b>	Доц. инж. Милко Константинов Бернер, PhD:	
дата		подпис