

**ИНТЕРНАУКА**  
*internauka.org*

Шариков Юрий Васильевич,  
Шариков Феликс Юрьевич

**УСТОЙЧИВОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ  
РЕАКТОРНЫХ УЗЛОВ В ПРОЦЕССАХ  
НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ**

Монография

Москва  
2019

УДК 66.03  
ББК 35.11  
Ш259

Рецензенты:

*Холоднов В.А.* – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры системного анализа и информационных технологий Санкт-Петербургского Технологического института (технического университета), РФ, г. Санкт-Петербург;

*Барабаш В.М.* – д-р техн. наук, проф., генеральный директор научно-производственной фирмы «Микиснг». РФ, г. Санкт-Петербург.

ISBN 978-5-6043132-0-6

**Шариков Ю.В., Шариков Ф.Ю.**

**Ш259 «Устойчивость и безопасность реакторных узлов в процессах нефтегазопереработки»:** Монография: – Москва, Изд. «Интернаука», 2019. – 96 с.

В монографии рассмотрены основные источники опасности при функционировании технологического оборудования в нефтедобывающей промышленности. Выявлены основные источники опасностей – это проблема возникновения и развития теплового взрыва при функционировании технологического оборудования и хранилищ. Выведены основные условия для анализа возникновения и развития теплового взрыва на основании анализа уравнений теплового и материального баланса в реакторах и другом оборудовании, где возможно протекание экзотермических реакций.

Получены уравнения для различного механизма переноса тепловой энергии – за счет кондукции, и конвекции, как вынужденной, так и естественной. Рассмотрены основы численных методов решения соответствующих уравнений в частных производных. Рассмотрены программные пакеты STE, CONVEX, BST для анализа соответствующих процессов. Книга может быть использована студентами специальности «Автоматизация нефтехимических процессов» и работниками научно-исследовательских и проектных институтов при разработке технологических схем и создании систем противо-аварийной защиты (ПАЗ) процессов нефтепереработки.

ББК 35.11

ISBN 978-5-6043132-0-6

© Шариков Ю.В., Шариков Ф.Ю 2019  
© ООО «Интернаука», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ:

<b>Раздел 1. Основные опасности нефтехимических производств</b>	<b>6</b>
Выводы по разделу 1. ....	6
Вопросы для самоподготовки к разделу 1. ....	7
<b>Раздел 2. Анализ процессов тепловыделения и теплоотвода ...</b>	<b>8</b>
2.1. Баланс потоков в элементарном объеме химического реактора .....	8
2.2. Вывод уравнения для анализа теплового взрыва в сосуде сферической формы .....	9
2.3. Математическая модель определения условий возникновения и развития теплового взрыва в сосуде цилиндрической формы .....	13
2.4. Обобщенная модель тепловыделения и теплоотвода для сосуда произвольной формы с различными граничными условиями .....	15
Выводы по разделу 2. ....	16
Вопросы для самоподготовки к разделу 2. ....	16
<b>Раздел 3. Уравнения модели теплового взрыва с различными граничными условиями .....</b>	<b>17</b>
Выводы по разделу 3. ....	22
Вопросы для самоподготовки к разделу 3. ....	22

<b>Раздел 4. Численные методы реализации математических моделей теплового взрыва .....</b>	<b>23</b>
4.1. Программный комплекс Thermex для решения уравнений математических моделей теплового взрыва в однофазных конденсированных системах .....	23
4.2. Определение критических условий возникновения и развития теплового взрыва в зависимости от критического размера и условий теплообмена .....	26
4.3. Критические условия теплового взрыва для различных кинетических схем, тепловых эффектов и энергий активаций	30
4.4. Проблема теплового взрыва в жидкости .....	33
Выводы по разделу 4. ....	44
Вопросы для самоподготовки к разделу 4. ....	44
<b>Раздел 5. Математическая модель проточного реактора непрерывного действия при протекании в аппарате экзотермических реакций .....</b>	<b>45</b>
5.1. Вывод основных уравнений модели .....	45
5.2. Анализ уравнения теплового баланса экзотермической реакции 1-порядка в проточном реакторе идеального перемешивания .....	47
5.3. Условия устойчивости проточного реактора идеального перемешивания .....	50
Выводы по разделу 5. ....	52
Вопросы для самоподготовки к разделу 5. ....	52

<b>Раздел 6. Моделирование процессов в реакторах под давлением</b>	<b>53</b>
6.1. Математическая модель реактора периодического действия под давлением с учетом кипения многокомпонентной смеси	53
6.2. Тепловой взрыв в жидкостном периодическом реакторе идеального перемешивания .....	55
6.3. Влияние скорости всплытия и внешнего теплообмена на выбор конструктивных параметров предохранительных устройств и системы сброса давления .....	59
6.4. Программный комплекс BST для расчета параметров предохранительных устройств для защиты от последствий теплового взрыва .....	70
Выводы по разделу 6. ....	93
Вопросы для самоподготовки к разделу 6. ....	93
<b>Заключение</b> .....	<b>93</b>
<b>Указатель</b> .....	<b>94</b>
<b>Список литературы</b> .....	<b>95</b>

*Монография*

*Шариков Юрий Васильевич,  
Шариков Феликс Юрьевич*

## **УСТОЙЧИВОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ РЕАКТОРНЫХ УЗЛОВ В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ**

Подписано в печать 03.12.2019. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 6. Тираж 550 экз.

Издательство «Интернаука»  
125009, г. Москва, Георгиевский пер. 1, стр. 1  
E-mail: [mail@internauka.org](mailto:mail@internauka.org)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии Allprint  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+