

Ә. С. Асқарова, С. Ә. Бөлегенова, Ш.С. Оспанова

**ЖОҒАРЫ ТУРБУЛЕНТТІЛІКТЕГІ  
ТАМШЫЛАРДЫҢ БӨЛІНУІ,  
ДИСПЕРСИЯСЫ МЕН БУЛАНУЫН  
СТАТИСТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ**



Ә. С. Асқарова, С. Ә. Бөлегенова,  
Ш. С. Оспанова

ЖОҒАРЫ ТУРБУЛЕНТТІЛІКТЕГІ  
ТАМШЫЛАРДЫҢ БӨЛІНУІ,  
ДИСПЕРСИЯСЫ МЕН БУЛАНУЫН  
СТАТИСТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

*Монография*

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2016

ӘОЖ 532.542.4 (035.3)

А 90

*Баспаға әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дің  
Ғылыми кеңесі (Хаттама №2, 31.10.2016) және  
Редакциялық-баспа кеңесі баспаға ұсынған  
(Хаттама №1, 2.11.2016 з.)*

**Пікір жазғандар:**

физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **М.Е. Абишев**  
техника ғылымдарының докторы, профессор **Б.Н. Абсадықов**

**Асқарова Ә.С.**

А 90 Жоғары турбуленттіліктегі тамшылардың бөлінуі, дисперсиясы мен булануын статистикалық модельдеу: монография / Ә.С. Асқарова, С.Ә. Бөлегенова, Ш.С. Оспанова. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 162 б.

**ISBN 978-601-04-2534-7**

Монография жоғары турбуленттіліктегі сұйық отын тамшыларының бөлінуі, дисперсиясы, булану мен жану процестерін сандық модельдеуге арналған. Сонымен қатар сұйық отындардың негізгі сипаттамалары мен бүрку әдістері бейнеленген, отынды инжекторлы бүркуге негізделген жүйелерде қолданылатын арнайы құрылғылардың түрлері келтірілген. Жұмыста жоғары турбуленттіліктегі сұйық отындардың жану процесін сипаттайтын математикалық модель мен негізгі теңдеулер баяндалған: массаның, импульстің, ішкі энергия мен концентрацияның сақталу теңдеулері, сандық есептеулерде қолданылатын турбуленттілік модельдері, оның ішінде Рейнольдс бойынша орташаланған Навье-Стокс теңдеулері негізінде модельдеу әдісі; сұйық отындардың жануының химиялық моделі, газ ағынындағы жеке бөлшектің қозғалыс теңдеулері, сонымен қатар булануды, жылу алмасуды және газды ортамен өзара әсерлесуді сипаттайтын теңдеулер бейнеленген.

**ӘОЖ 532.542.4 (035.3)**

ISBN 978-601-04-2534-7

© Асқарова Ә.С., Бөлегенова С.Ә., Оспанова Ш.С., 2016

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2016

## МАЗМҰНЫ

	Белгілеулер мен қысқартулар	5
	Кіріспе	7
1	ЖОҒАРЫ ТУРБУЛЕНТТІЛІКТЕГІ СҰЙЫҚ ТАМ-ШЫЛАРЫН БҮРКУДІ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІ	14
2	ЖАНУ КАМЕРАСЫНДАҒЫ СҰЙЫҚ ОТЫН-ДАРДЫ БҮРКУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЖАНУЫ ТУРАЛЫ ЕСЕПТІҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚОЙЫЛЫМЫ	23
2.1	Сұйық отындардың негізгі сипаттамалары	23
2.2	Сұйық отындардың жану механизмі және бүрку әдістері	27
2.3	Отынды инжекторлы бүрку жүйелерінде қолданылатын арнайы құрылғылар	38
2.4	Сұйық отындарды серіктес ауа ағыны арқылы бүрудің ерекшеліктері	49
3	СҰЙЫҚ ОТЫНДАРДЫҢ ЖАНУЫН СИПАТТАЙ-ТЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬ ЖӘНЕ НЕГІЗ-ГІ ТЕНДЕУЛЕР	59
3.1	Массаның, импульстің, ішкі энергия және кон-центрацияның сақталу теңдеулері	59
3.2	Сандық есептеулерде қолданылатын турбуленттілік модельдері	62
3.2.1	Тікелей сандық модельдеу	66
3.2.2	Ірі құйындарды модельдеу	68
3.2.3	Рейнольдс бойынша орташаланған Навье-Стокс теңдеулері негізінде модельдеу. $k - \varepsilon$ турбуленттілік моделі	71
3.3	Сұйық отындардың жануының химиялық моделі	76
3.4	Газ ағынындағы жеке бөлшектің қозғалыс теңдеулері	79
3.5	Тамшылардың булануын, жылу алмасуы мен соқтығысуын сипаттайтын теңдеулер	82
4	СҰЙЫҚ ОТЫНДАРДЫҢ ЖАНУЫ ҮШІН ТИІМДІ ШАРТТАРДЫ АНЫҚТАУ БОЙЫНША ЕСЕПТЕУ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛЕРДІ ТЕКСЕРУ	86
4.1	Жоғары турбуленттіліктегі сұйық отындарды бүрку және дисперсиясы туралы есептің физикалық моделі	86