

А. А. Неклюдова, В. Ш. Сулаберидзе

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ  
БЕСПЛАТНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ  
ИЗМЕРЕНИЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКИХ СРЕД**

Санкт-Петербург  
2023

УДК 006.91:00691.001: 532.13:532.15: 534.21:539.55

ББК 30.102

Н47

**Неклюдова А. А., Сулаберидзе В. Ш.**

Н47 Научно-методические основы метрологического обеспечения современных методов измерений вязкости жидких сред: монография. — СПб.: Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2023. — 232 с.

ISBN 978-5-91258-497-8

В монографии изложены научно-методические основы метрологического обеспечения современных методов измерений вязкости жидких сред.

Рассмотрены общие вопросы обеспечения единства измерений при передаче единицы величины, методы и средства измерений вязкости жидких сред, их метрологическое обеспечение, направления развития соответствующей области измерений, структура и средства обеспечения передачи размера единицы вязкости и прослеживаемости результата измерений, а также пути совершенствования методических основ и материальной базы измерений вязкости.

Приведены основные положения и пути цифровой трансформации системы обеспечения единства измерений Российской Федерации в данной области.

Книга предназначена для научных работников и специалистов в области измерений вязкости, а также может быть полезна студентам и аспирантам, изучающим теоретические и экспериментальные основы реологии и методы измерений вязкости жидкостей.

УДК 006.91:00691.001: 532.13:532.15: 534.21:539.55

ББК 30.102

**Рецензенты издания:**

доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» *А. С. Коновалов*;

доктор техн. наук, доцент, главный научный сотрудник отдела подготовки кадров высшей квалификации и образовательных технологий ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» *Б. Я. Литвинов*.

© Неклюдова А. А., Сулаберидзе В. Ш., 2023

© ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», 2023

© ИПК «КОСТА», оформление, 2023

ISBN 978-5-91258-497-8

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
<b>1. Общие вопросы обеспечения единства измерений при передаче единицы величины.....</b>	<b>9</b>
1.1. Метрология как элемент системы технического регулирования.....	9
1.2. Стратегия развития системы обеспечения единства измерений в РФ .....	12
1.3. Цифровизация сфер экономической деятельности в РФ.....	18
1.4. Цифровая трансформация в области обеспечения единства измерений .....	22
1.4.1. Состояние и перспективы развития.....	22
1.4.2. Методы измерений вязкости как объект цифровой трансформации .....	39
1.4.3. Планируемые действия.....	47
<b>2. Вискозиметрия жидких сред .....</b>	<b>49</b>
2.1. Ротационный метод .....	54
2.2. Ультразвуковой метод .....	57
2.3. Капиллярный метод.....	57
2.4. Метод падающего шарика .....	64
2.5. Вибрационный метод .....	67
2.6. Аэрогидродинамический метод.....	68
<b>3. Метрологическое обеспечение измерений вязкости жидких сред.....</b>	<b>72</b>
3.1. Государственные эталоны и комплексы единиц абсолютной и кинематической вязкости в РФ .....	72
3.1.1. Государственный первичный эталон единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018).....	72
3.1.2. Эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/1-КВИ .....	79

3.1.3. Эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/2-КВН .....	84
3.1.4. Эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/3-ДВП .....	87
3.1.5. Эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/4-ДВД.....	91
<b>3.2. Иерархическая и Государственная поверочная схема для средств измерений вязкости жидкостей .....</b>	<b>95</b>
<b>3.3. Рабочие эталоны единицы вязкости.....</b>	<b>115</b>
3.3.1. Рабочие эталоны единиц динамической и кинематической вязкости 1-го разряда (капиллярные, поточные, под давлением) ...	115
3.3.2. Рабочие эталоны 2-го разряда (СИ) (вискозиметры Штабингера).....	150
3.3.3. Рабочие эталоны 2-го разряда (стандартные образцы и градуировочные жидкости) .....	158
3.3.4. Рабочие эталоны, заимствованные из других поверочных схем.....	168
<b>3.4. Средства измерений (анализ утвержденных типов вискозиметров) .....</b>	<b>171</b>
3.4.1. Капиллярные вискозиметры .....	172
3.4.2. Ротационные вискозиметры.....	176
3.4.3. Вибрационные (колебательные) вискозиметры.....	179
3.4.4. Вискозиметры с падающим шариком .....	181
3.4.5. Вискозиметры условной вязкости .....	182
<b>4. Нормативные документы в области обеспечения единства измерений вязкости.....</b>	<b>186</b>
4.1. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий .....	186
4.2. Стандарты «надлежащих практик».....	192
4.3. Методы назначения и корректировки интервалов между поверками/калибровками средств измерений .....	195
4.4. Иерархические схемы метрологической прослеживаемости.....	202
4.5. Стандарты по методам определения вязкости жидких сред.....	206

<b>Заключение</b> .....	211
<b>Список литературы</b> .....	212
<b>Приложение А.1</b> (справочное). Образец заводского сертификата на преобразователь плотности и вязкости жидкости FVM.....	222
<b>Приложение А.2</b> (справочное). Оцененные значения динамической, кинематической вязкости и плотности стандартных образцов вязкости жидкости ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» при различных значениях температуры.....	223