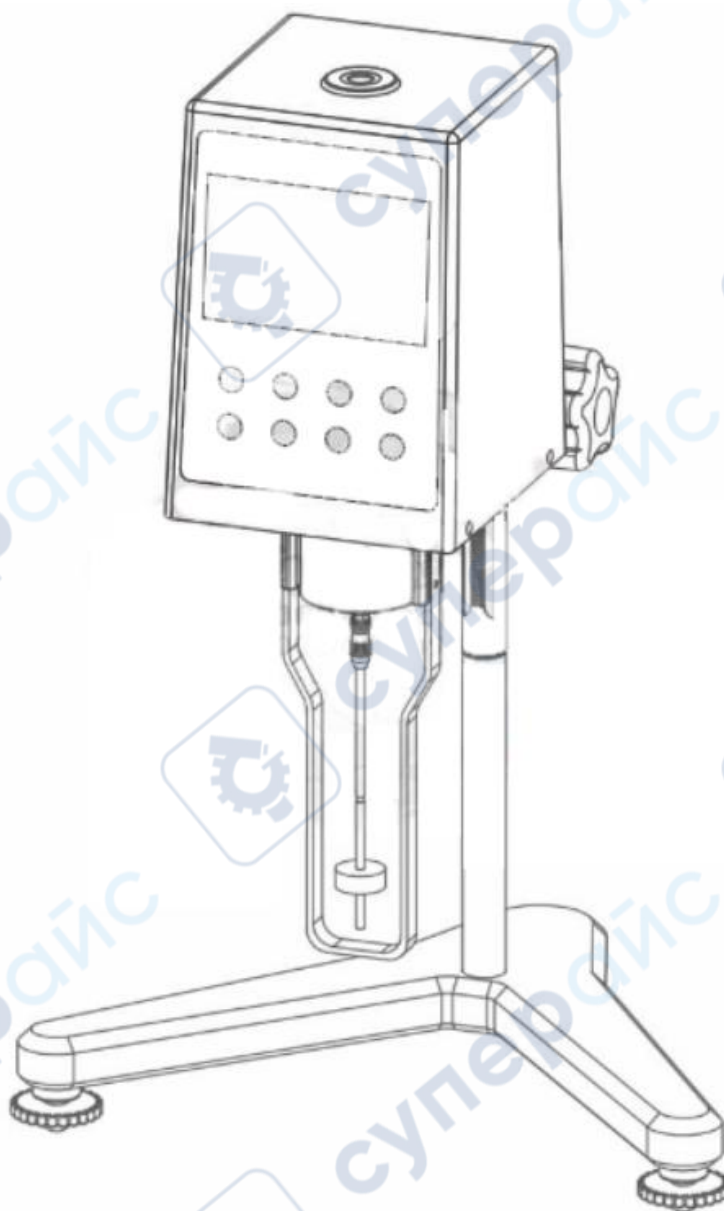


Цифровой ротационный вискозиметр SHUJU

Модели 5A, 5S, 8S, 9S



Инструкция по эксплуатации

Содержание

1 Таблица диапазонов измерения	3
2 Установка	4
2 Кнопки и функции	8
3 Интерфейс системы	9
4 Измерение	16
5 Снижение погрешности измерений	19
6 Ньютоновские и неньютоновские жидкости	19
7 Меры предосторожности	20
8 Диагностика неисправностей и устранение неполадок	21

1 Таблица диапазонов измерения

Частота вращения, об/мин	Ротор *№0	Ротор №1	Ротор №2	Ротор №3	Ротор №4
60	10	100	500	2 000	10 000
30	20	200	1 000	4 000	20 000
12	50	500	2 500	10 000	50 000
6	100	1 000	5 000	20 000	100 000
3	/	2 000	10 000	40 000	200 000
1,5	/	4 000	20 000	80 000	400 000
0,6	/	10 000	50 000	200 000	1 000 000
0,3	/	20 000	100 000	400 000	2 000 000

Единица измерения: мПа·с

Примечание: знак «*» обозначает опциональный ротор.

Пересчёт распространённых единиц измерения вязкости

1 сантипуаз (1 сР) = 1 миллипаскаль-секунда (1 мПа·с)

100 сантипуаз (100 сР) = 1 пуаз (1 Р)

1000 миллипаскаль-секунд (1000 мПа·с) = 1 паскаль-секунда (1 Па·с)

10 дПа·с = 1 Па·с

1 Па·с = 1000 сР = 1000 мПа·с = 10 Р = 10 дПа·с

Пересчёт динамической вязкости и кинематической вязкости

$\eta = V \cdot \rho$

где:

η — динамическая вязкость образца, мПа·с;

V — кинематическая вязкость образца, мм²/с;

ρ — плотность образца при той же температуре, при которой измеряется кинематическая вязкость, г/см³.

Для жидкостей: чем выше давление и чем ниже температура, тем выше вязкость; чем ниже давление и чем выше температура, тем ниже вязкость.

Для газов: влияние давления незначительно; чем выше температура, тем выше вязкость; чем ниже температура, тем ниже вязкость.

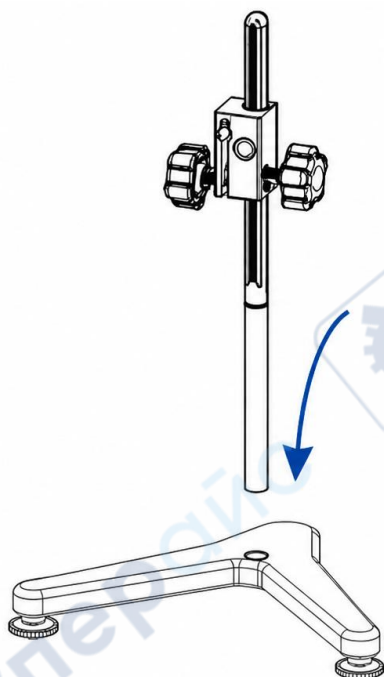
Единицы измерения вязкости: «паскаль-секунда» и «пуаз».

1 пуаз = 1 г/(см·с) = 0,1 Па·с

Пуаз — единица измерения вязкости в системе сантиметр-грамм-секунда (СГС). Названа в честь французского учёного Пуазейля (Jean Louis Poiseuille, 1799–1869).

2 Установка

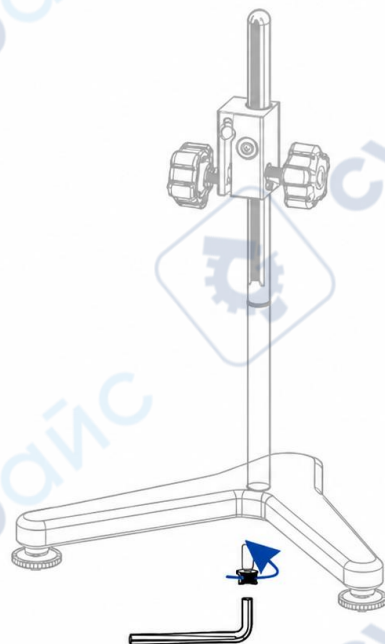
1. Установка подъемного узла и основания



①

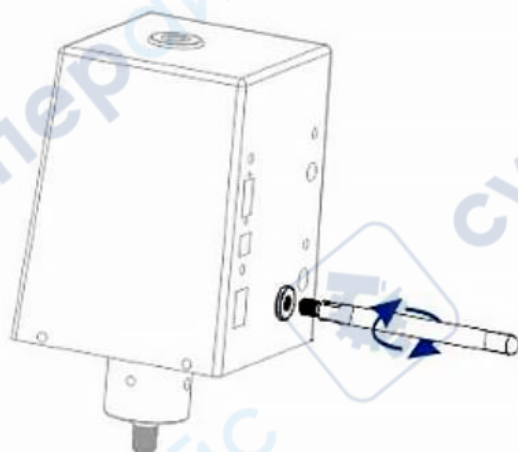
1. Вставьте стойку подъемного узла в соответствующее круглое отверстие основания и установите ее, опуская вниз

2. Соедините винт с внутренним шестигранником стойки с подъемной стойкой через отверстие в нижней части основания, затем затяните его шестигранным ключом



②

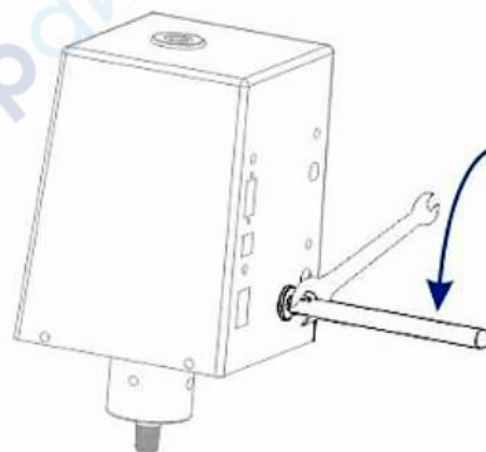
2. Установка поперечной штанги основного блока



①

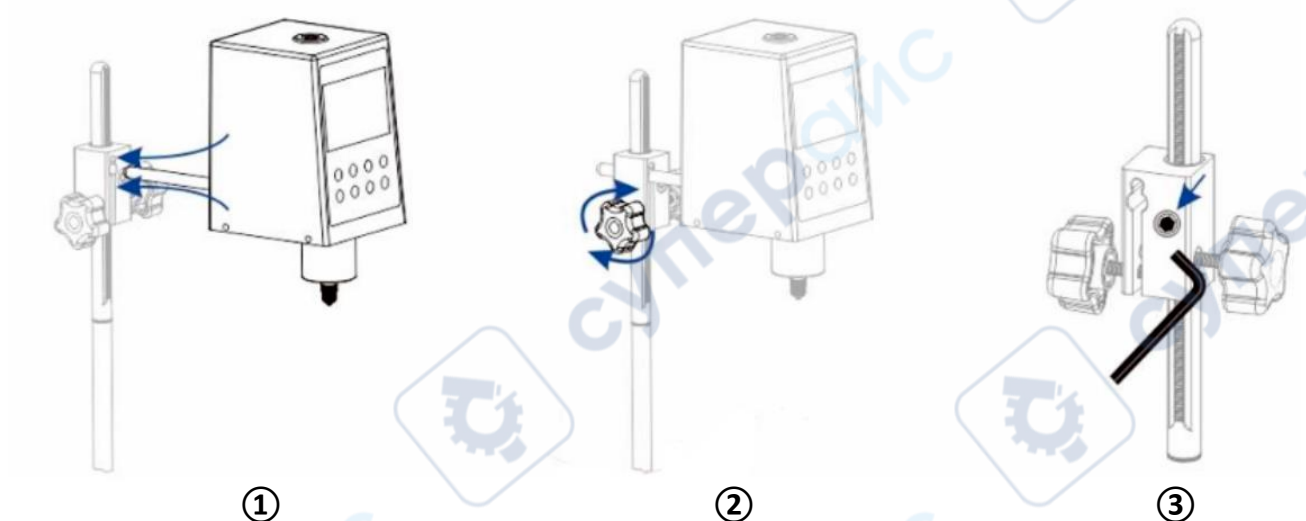
1. Вверните поперечную штангу основного блока в соответствующее отверстие на задней стороне прибора

2. Затяните и дополнительно закрепите с помощью гаечного ключа



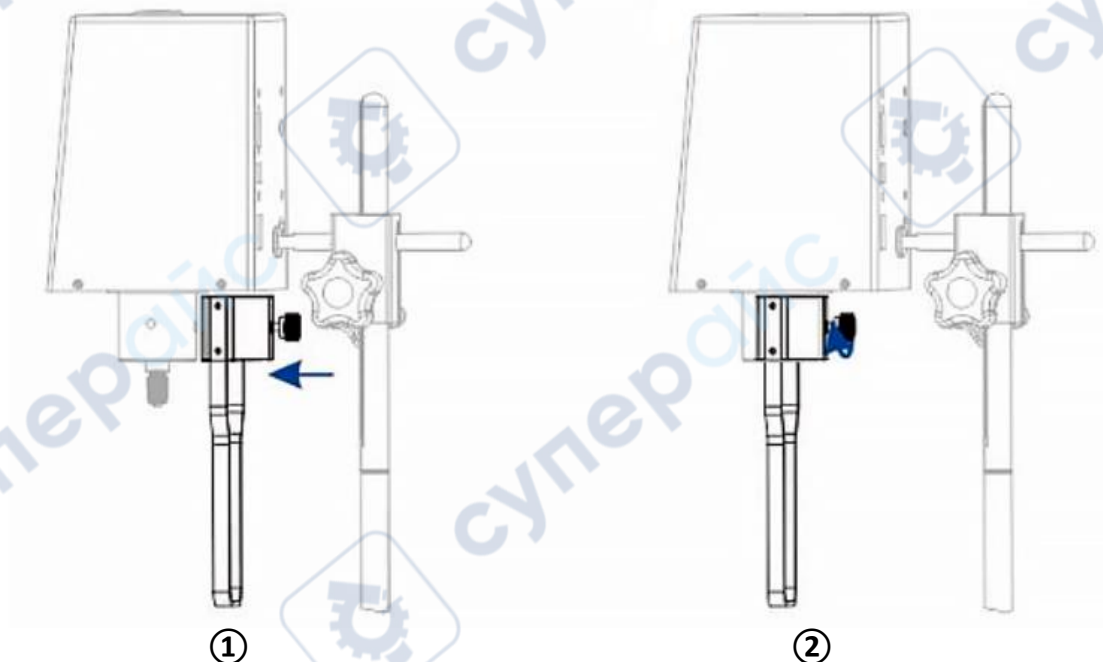
②

3. Установка основного блока на подъемный узел



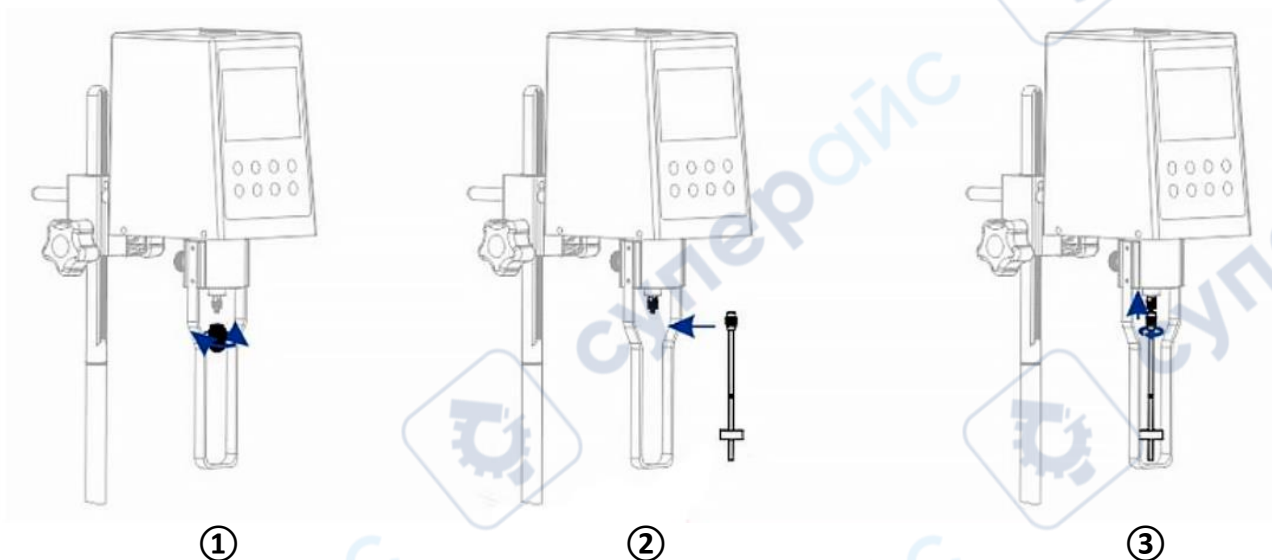
1. Вставьте поперечную штангу основного блока в отверстие подъемного узла
2. Затяните маховик для фиксации поперечной штанги основного блока
3. Степень затяжки механизма подъема подъемного узла может регулироваться пользователем в соответствии с привычками использования. Для подтягивания или ослабления используйте входящий в комплект шестигранный ключ

4. Установка защитной рамки ротора



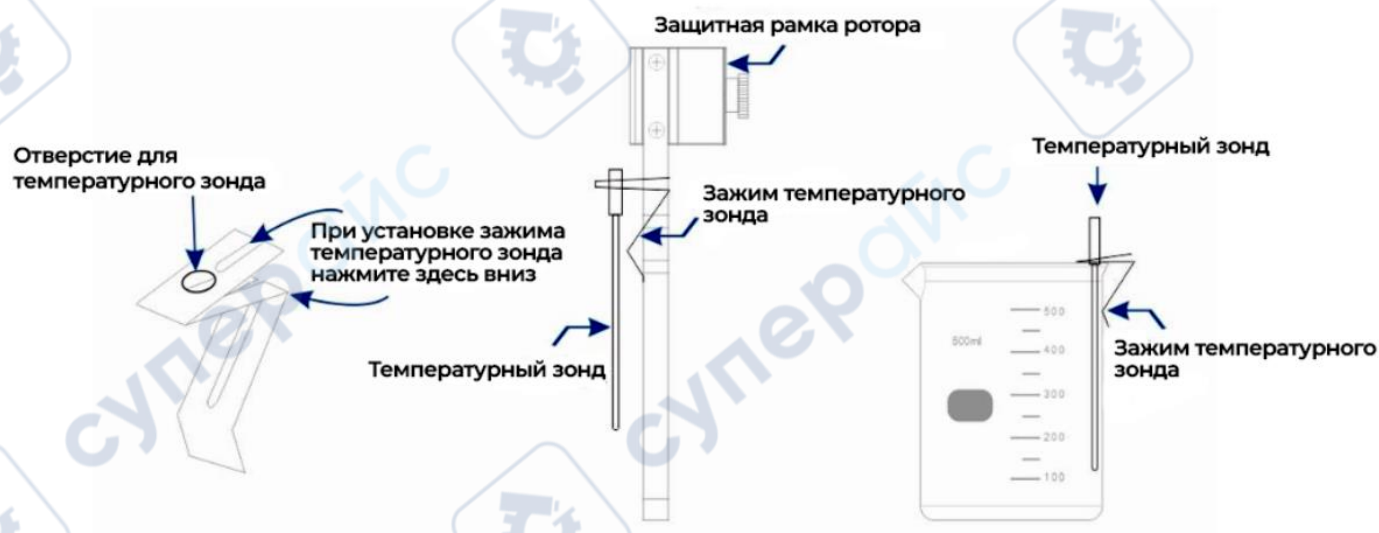
1. Установите защитную рамку ротора в соответствующие отверстия на задней стороне алюминиевого стакана
2. Затяните винты для фиксации защитной рамки ротора

5. Установка ротора

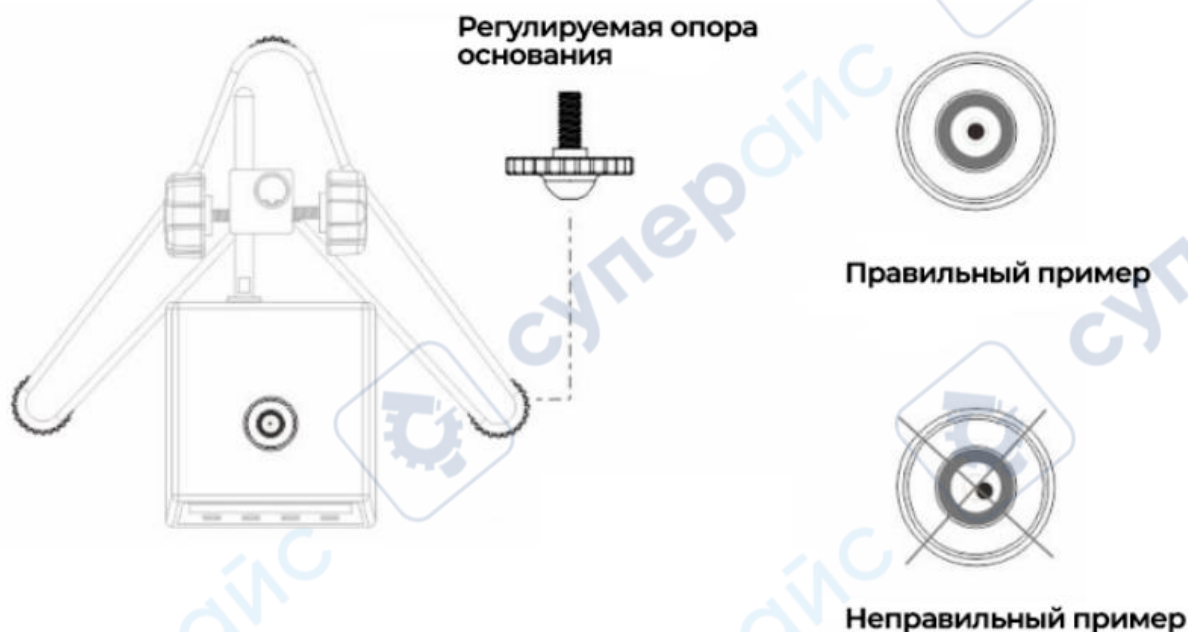


1. Поверните защитный колпачок вправо и снимите его
2. Установите соответствующий ротор согласно таблице диапазонов измерения (стр. 4)
3. Лево́й рукой удерживайте соединительную головку и слегка приподнимите ее вверх, затем право́й рукой удерживайте верхнюю часть ротора и затяните ротор по часовой стрелке

6. Установка температурного зонда

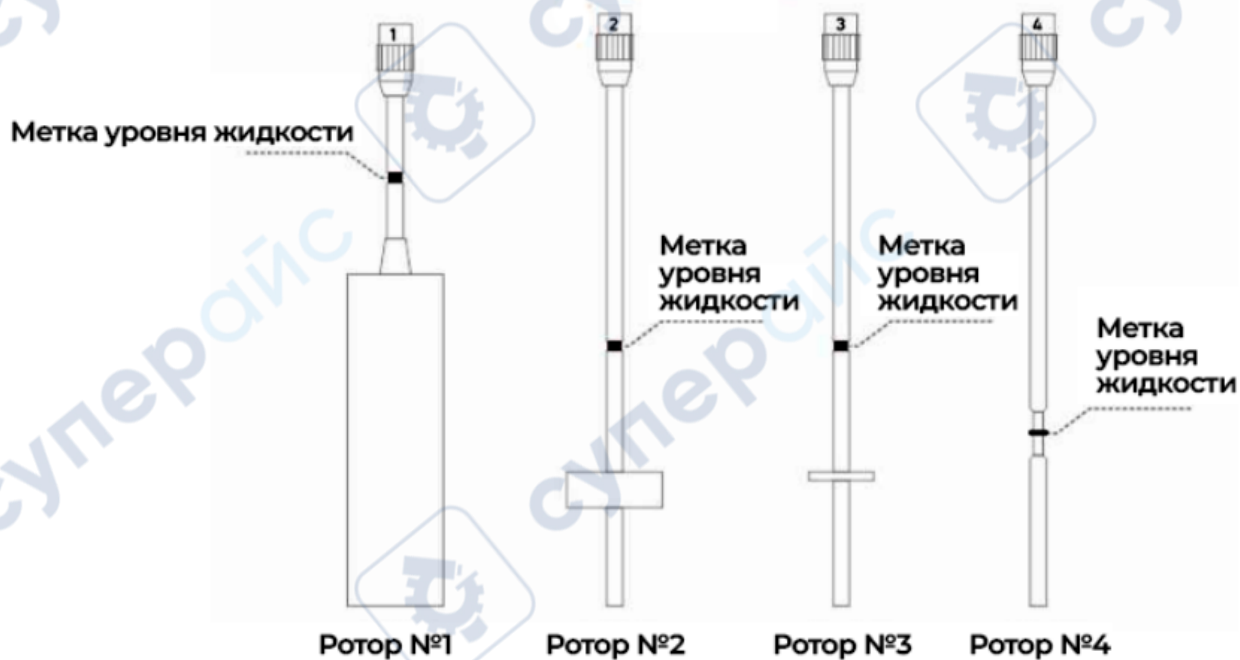


7. Регулировка уровня по пузырьковому уровню



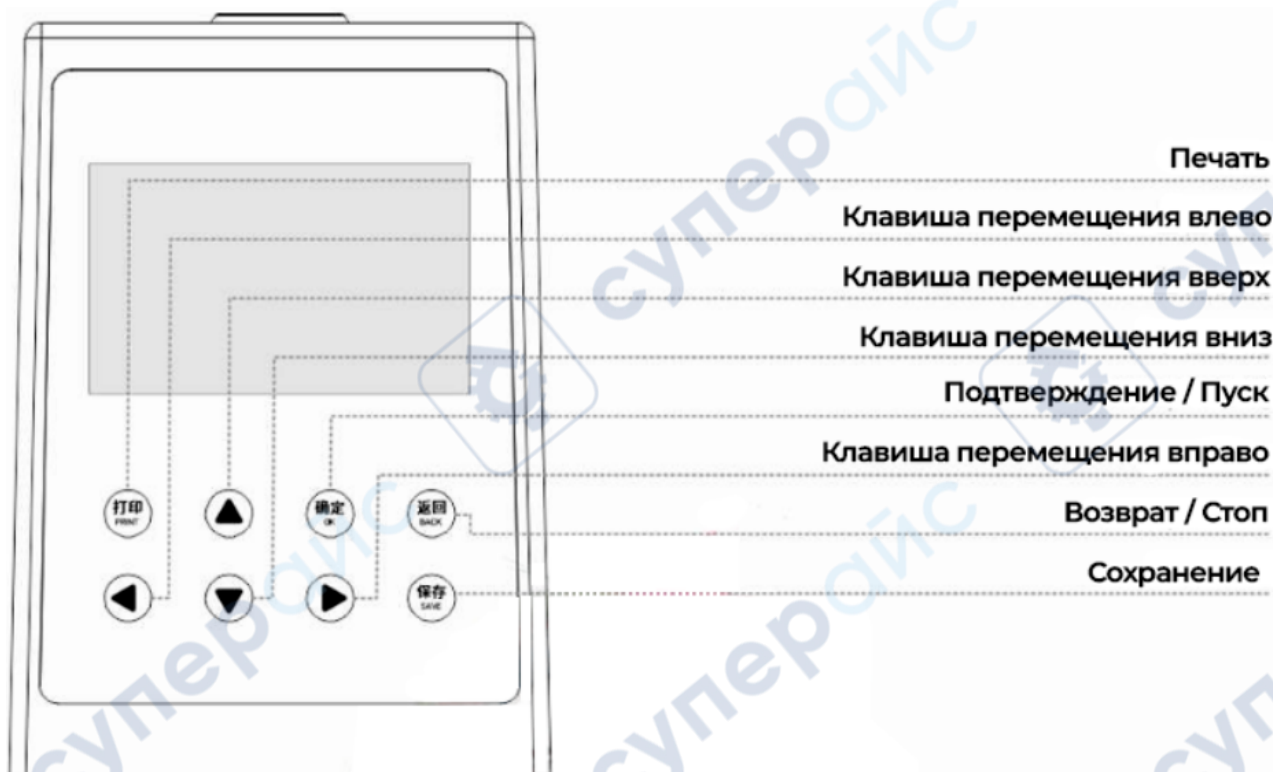
Настройте три регулируемые опоры основания так, чтобы пузырек уровня находился по центру

8. Ротор и метка уровня жидкости



2 Кнопки и функции

1. Кнопки



2. Функции



3 Интерфейс системы

1. Страница запуска



①



②

1. Подключите питание, включите прибор выключателем и дождитесь загрузки системы

2. Страница загрузки англоязычной версии

2. Главная страница



①



②

1. После завершения загрузки система автоматически переходит на главную страницу. Высококачественный цветной IPS-дисплей 3,5 дюйма с высоким разрешением обеспечивает четкое отображение информации

2. Для перемещения курсора используйте клавиши ↑ ↓ ← → как показано на рисунке. После нажатия клавиши → курсор перемещается на пункт «Кривая»

3. Страница настроек измерения



①



②

1. Выберите пункт «Измерение» и нажмите клавишу подтверждения для входа в страницу настроек

2. После входа в страницу настроек по умолчанию установлен режим «Измерение (быстрый)». Для изменения режима перейдите в настройки режима (несколько режимов доступны только для серии ST)



③



④

3. По умолчанию курсор установлен на выборе ротора. Нажимайте клавишу ↓ для изменения номера ротора. Нижний предел диапазона автоматически изменяется в зависимости от выбранной комбинации ротора и скорости вращения

4. Нажмите клавишу → для перемещения курсора к параметру скорости вращения. Клавишами ↑ ↓ измените скорость вращения. Нижний предел диапазона автоматически изменяется в зависимости от выбранной комбинации ротора и скорости вращения

4. Страница измерения



①



②

1. Нажмите клавишу подтверждения для начала измерения и перехода на страницу измерения. В левом верхнем углу отображается сообщение «Выполняется»

2. Единица измерения вязкости: мПа·с. В центре расположен синий процентный индикатор, который в реальном времени отображает изменение текущего процента, делая процесс измерения более наглядным. В нижней части отображаются процентное значение, время измерения, а также текущий ротор и скорость вращения



③



④

3. После завершения измерения в левом верхнем углу появится сообщение об окончании измерения. В этот момент нажатием клавиши сохранения или печати можно сохранить запись или распечатать результат

4. Для проверки повторяемости измерений можно снова нажать клавишу подтверждения для запуска нового измерения. Если необходимо заново настроить ротор или скорость вращения либо при отсутствии операций нажать клавишу возврата, система вернется на страницу настроек

5. Страница настройки кривой



①



②

1. Выберите пункт «Кривая» и нажмите клавишу подтверждения для входа на страницу настроек

2. После входа по умолчанию установлен режим «Кривая (быстрый)». Для изменения режима перейдите в настройки режима



③

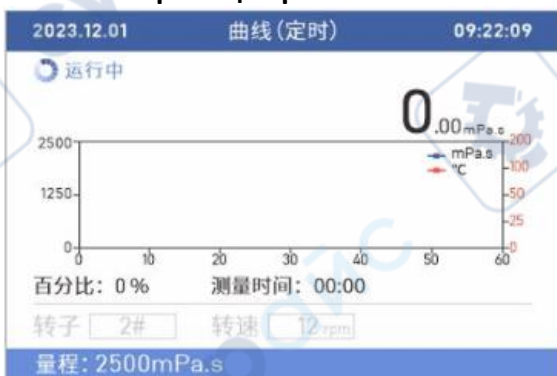


④

3. По умолчанию курсор установлен на выборе ротора. Нажимайте клавишу ↓ для изменения номера ротора. Нижний предел диапазона автоматически изменяется в зависимости от выбранной комбинации ротора и скорости вращения

4. Клавишами ← → переместите курсор к параметру скорости вращения. Клавишами ↑ ↓ измените скорость вращения. Нижний предел диапазона автоматически изменяется в зависимости от выбранной комбинации ротора и скорости вращения

6. Страница кривой



①



②

1. Нажмите клавишу подтверждения для начала измерения и перехода на страницу кривой. В левом верхнем углу отображается сообщение «Выполняется»

2. Единица измерения вязкости: мПа·с. Синяя линия отображает вязкость, красная линия отображает температуру образца (при подключенном температурном зонде). Под графиком отображаются процентное значение, время измерения, а также текущий ротор и скорость вращения



③



④

3. После завершения измерения в левом верхнем углу появится сообщение об окончании измерения. В этот момент нажмите клавишу сохранения или печати для сохранения или печати записи

4. Для проверки повторяемости измерений можно снова нажать клавишу подтверждения для запуска нового измерения. Если требуется изменить ротор или скорость вращения либо при отсутствии операций нажать клавишу возврата, система вернется на страницу настроек

7. Режим



①



②

1. Выберите пункт «Режим» и нажмите клавишу подтверждения для входа на страницу выбора режима

2. По умолчанию установлен режим «Быстрый». Нажимайте клавишу ↓ для изменения режима

Примечание: несколько режимов доступны только для серии ST



③

④

⑤

3. Страница режимов «Измерение (быстрый)» и «Кривая (быстрый)». В этом режиме ручная остановка не требуется. После стабилизации измеренного значения измерение автоматически завершается

4. Страница режимов «Измерение (по времени)» и «Кривая (по времени)». В этом режиме можно установить время измерения от 0 до 99 минут

5. Страница режимов «Измерение (сканирование)» и «Кривая (сканирование)». В этом режиме прибор автоматически подбирает подходящие ротор и скорость вращения

8. Записи



①

No.	日期时间	转子	转速	温度	粘度
1	2023-12-01 09:22:09	4#	30	--.--	6000000 mPa.s
2	2023-12-01 09:22:09	4#	30	--.--	60000 cP
3	2023-12-01 09:22:09	4#	30	25°C	600 Pa.s
4	2023-12-01 09:22:09	4#	30	25°C	6000000 mPa.s
5	2023-12-01 09:22:09	4#	30	25°C	6000000 mPa.s

选中记录按打印键打印, 长按确定键可删除选定记录 1/15

②

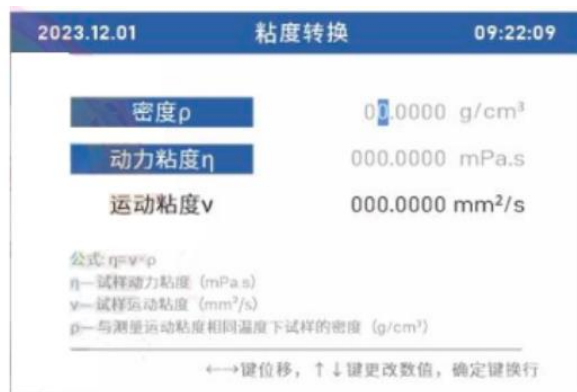
1. Выберите пункт «Записи» и нажмите клавишу подтверждения для входа на страницу записей

2. Нажимайте клавишу ↓ для выбора записи. Для печати выбранной записи нажмите клавишу печати. Для удаления выбранной записи нажмите и удерживайте клавишу подтверждения

9. Преобразование вязкости



①



②

1. Выберите пункт «Преобразование вязкости» и нажмите клавишу подтверждения для входа на соответствующую страницу

2. Используйте клавиши $\leftarrow \rightarrow$ для перемещения курсора, клавиши $\uparrow \downarrow$ для изменения значений. Клавиша подтверждения используется для перехода на следующую строку. Кинематическая вязкость рассчитывается автоматически

10. Печать

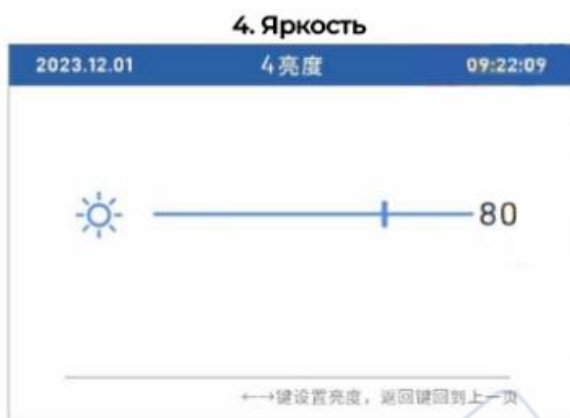


1. Выберите пункт «Печать» и нажмите клавишу подтверждения для входа на страницу печати

2. Используйте клавиши перемещения для выбора пункта и клавишу подтверждения для подтверждения выбора

11. Настройки





4 Измерение

1. Подготовьте образец исследуемой жидкости и поместите его в цилиндрическую емкость диаметром не менее 70 мм и высотой не менее 130 мм



2. Установите защитную рамку ротора в резьбовое отверстие на задней стороне алюминиевого стакана прибора и затяните винт защитной рамки до надежной фиксации.
3. В соответствии с таблицей диапазонов измерения установите соответствующий ротор. Лево́й рукой удерживайте и слегка приподнимите соединительную головку ротора на приборе, затем правой рукой возьмитесь за верхнюю часть ротора и заверните выбранный ротор в соединительную головку против часовой стрелки. Поворот влево выполняет установку, поворот вправо выполняет снятие.
4. Установите температурный зонд. Подсоедините разъем температурного зонда к соответствующему интерфейсу на задней стороне прибора, затем закрепите другой конец температурного зонда на защитной рамке ротора. Металлический держатель датчика имеет паз и легко фиксируется на верхней части защитной рамки ротора

5. Тщательно отрегулируйте горизонтальное положение прибора и убедитесь, что пузырек уровня находится по центру, поддерживая прибор в горизонтальном рабочем положении

6. Медленно вращайте подъемный маховик с правой стороны, погружая ротор в образец до метки в виде канавки на валу ротора. При использовании роторов №1, №2 и №3 следует обратить особое внимание на правильное положение ротора

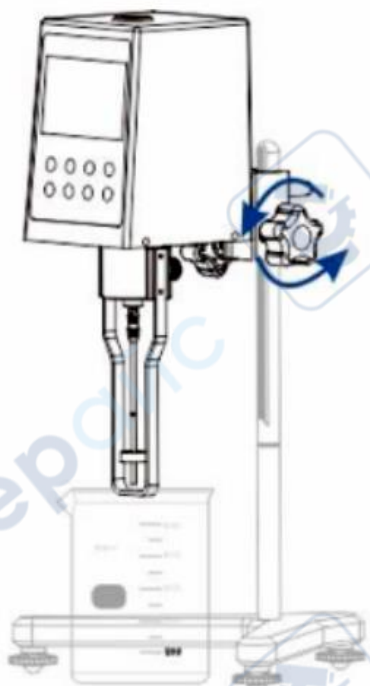


Рисунок 1

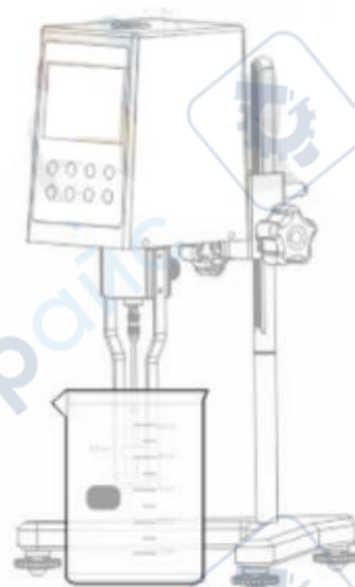


Рисунок 2

7. Включите выключатель питания на задней стороне прибора. После завершения загрузки системы прибор автоматически перейдет на главную страницу

8. Перед началом измерения сначала приблизительно оцените диапазон вязкости исследуемой жидкости. На главной странице выберите пункт «Измерение» или «Кривая» и войдите в страницу настроек. Затем по таблице диапазонов измерения выберите соответствующие ротор и скорость вращения, после чего задайте в настройках номер установленного ротора и соответствующую скорость вращения

9. Если приблизительную вязкость определить невозможно, следует исходить из предположения о высокой вязкости и использовать ротор меньшего размера с более низкой скоростью вращения. Для жидкостей низкой вязкости применяется обратный подход

10. Нажмите клавишу подтверждения для начала измерения. Экран переключится в режим измерения, а шаговый двигатель начнет работу. Время измерения зависит от установленной скорости вращения: при низкой скорости ожидание будет относительно более длительным. Отображаемые значения вязкости и процента соответствуют результатам измерения для выбранного ротора и скорости вращения. При измерении неньютоновских жидкостей эти значения могут изменяться с течением времени

11. Если во время измерения необходимо заменить ротор или исследуемый образец, во избежание нарушения нормальной работы прибора сначала нажмите клавишу возврата для остановки измерения. После полной остановки вращения вернитесь на страницу настроек и выполните необходимые изменения или замену ротора

12. Время стабилизации показаний зависит от скорости работы вискозиметра и свойств образца. Для обеспечения точности измерений рекомендуется считывать данные при значении процента крутящего момента в диапазоне от 10 % до 90 %

13. Если в процессе измерения возникает превышение диапазона измерения или слишком низкая вязкость, своевременно замените ротор либо измените скорость вращения. На рис. 3 и рис. 4 показаны случаи слишком высокого и слишком низкого процента крутящего момента соответственно, а на рис. 5 показано превышение диапазона измерения



Рисунок 3



Рисунок 4

Рис. 3. Текущее значение процента по результатам измерения меньше 10 %. Рекомендуется использовать ротор меньшего номера или увеличить скорость вращения

Рис. 4. Текущее значение процента по результатам измерения превышает 90 %. Рекомендуется использовать ротор большего номера или уменьшить скорость вращения



Рисунок 5

Рис. 5. Если во время измерения или после его завершения отображается сообщение **OVER**, это означает превышение диапазона измерения. Рекомендуется использовать ротор большего номера или уменьшить скорость вращения

5 Снижение погрешности измерений

1. Используйте специальную термостатическую водяную баню для вискозиметра для контроля температуры исследуемой жидкости и проводите все измерения при одинаковой температуре

2. Перед измерением тщательно очищайте ротор и защитную рамку ротора. При использовании роторов №1, №2 и №3 защитная рамка ротора должна быть установлена обязательно, иначе это повлияет на точность результатов измерения

3. Во время измерения ротор должен располагаться по центру емкости, а метка в виде канавки на валу ротора должна находиться на одном уровне с поверхностью жидкости. Прибор должен находиться в горизонтальном положении

4. После погружения ротора в исследуемую жидкость необходимо подождать 10 минут, чтобы температура ротора и жидкости выровнялась, и только затем начинать измерение

5. Для неньютоновских жидкостей изменение скорости вращения ротора приводит к изменению показаний вязкости. Перед считыванием результатов рекомендуется выдержать некоторое время до стабилизации показаний. Продолжительность ожидания зависит от используемой скорости вращения и свойств жидкости

6. При измерении жидкостей низкой вязкости сначала используйте ротор №0 или №1 (если ротор №0 отсутствует, используйте ротор №1). При измерении жидкостей высокой вязкости сначала используйте ротор №4, а затем, исходя из отображаемого значения процента крутящего момента, принимайте решение о необходимости замены ротора или изменения скорости вращения

7. При измерении высоковязких жидкостей на низкой скорости необходимо увеличить время измерения и считывать результат только после стабилизации данных

8. В процессе измерения из-за подъема или опускания прибора, замены ротора либо исследуемой жидкости прибор может потерять горизонтальное положение. Необходимо своевременно проверять уровень и выполнять повторную регулировку

9. Периодически или по мере необходимости выполняйте проверку прибора с использованием стандартной вязкостной жидкости для оценки его характеристик и рабочего состояния. (Стандартную вязкостную жидкость следует подбирать в соответствии с наиболее часто используемым диапазоном измерений вязкости)

6 Ньютоновские и неньютоновские жидкости

При измерении вязкости жидкости могут обладать различными реологическими свойствами

В качестве примера рассмотрим два типа жидкостей:

Ньютоновские жидкости

Для жидкостей этого типа при измерении в различных условиях сдвига (при разных скоростях вращения) получают одинаковые значения вязкости. Такие жидкости, проявляющие ньютоновское поведение в диапазоне скоростей сдвига, используемом при измерении, называются ньютоновскими жидкостями

Неньютоновские жидкости

Для жидкостей этого типа при измерении в различных условиях сдвига (при разных скоростях вращения) получают различные значения вязкости

Они подразделяются на два вида:

1. Не зависящие от времени
2. Зависящие от времени

Неньютоновские жидкости, не зависящие от времени, означают, что при заданной скорости сдвига их вязкостные характеристики не зависят от продолжительности измерения

7 Меры предосторожности

1. Перед отправкой с завода прибор проходит строгую настройку и проверку. После включения он готов к нормальной работе. Перед началом эксплуатации внимательно прочитайте настоящее руководство и строго соблюдайте изложенные требования

2. Питание прибора должно соответствовать указанным требованиям по напряжению и допустимому отклонению частоты сети. В противном случае это может повлиять на точность измерений

3. При установке и снятии ротора выполняйте операции осторожно. Перед монтажом или демонтажем слегка приподнимите соединительную головку в нижней части прибора. Не прикладывайте чрезмерных усилий и не допускайте боковой нагрузки на ротор во избежание его деформации. Соединительная головка, торцевые поверхности соединения ротора и резьбовые части должны содержаться в чистоте, иначе это может повлиять на правильность соединения ротора и стабильность его вращения

4. После установки ротора запрещается запускать его вращение без жидкости, так как это может привести к повреждению наконечника ротора и подшипников

5. Роторы, используемые для измерений (включая внешний цилиндр), должны содержаться в чистоте. Обычно их следует очищать сразу после завершения измерений. Очистку необходимо выполнять после снятия ротора. Категорически запрещается очищать ротор непосредственно на приборе, особенно после измерения красок и клеевых составов. Следует использовать подходящие органические растворители для замачивания. Не допускается применение металлических инструментов или других твердых предметов для соскабливания загрязнений, поскольку глубокие царапины на поверхности ротора могут привести к ошибкам измерения. После очистки ротор следует аккуратно хранить в предназначенном для него футляре

6. При перемещении и транспортировке прибора необходимо установить желтый транспортировочный колпачок для поддержки соединительной головки ротора

Примечание: перед включением прибора желтый транспортировочный колпачок обязательно должен быть снят во избежание повреждения прибора

7. Не допускается самостоятельная разборка и регулировка компонентов прибора. Не добавляйте смазочные материалы самостоятельно

8. Основной блок и роторы изготавливаются и калибруются как комплект. Не допускается использование роторов, предназначенных для других приборов

9. Многие эмульсии, масляные эмульсии, полимеры и другие вязкие жидкости являются неньютоновскими жидкостями. Их кажущаяся вязкость изменяется в зависимости от скорости сдвига и времени. Поэтому различие результатов измерений, полученных при использовании разных роторов, скоростей вращения и времени измерения, является нормальным явлением и не свидетельствует о неисправности прибора. Для измерения неньютоновских жидкостей обычно необходимо указывать конкретные ротор, скорость вращения и время измерения. Около 80–90 % жидкостей, встречающихся в повседневной жизни, относятся к неньютоновским

10. Для жидкостей с вязкостью менее 10 мПа·с следует использовать ротор №0. Более подробную информацию можно получить у производителя

11. Очистка прибора и клавиш панели управления должна выполняться чистой мягкой тканью. Не используйте растворители или моющие средства для очистки

⚠ Если прибор используется без инструктажа или рекомендаций производителя, предусмотренная конструкцией защита прибора может быть ослаблена

⚠ Не допускается использование прибора во взрывоопасных или потенциально опасных условиях

⚠ В аварийной ситуации необходимо немедленно выключить прибор и отсоединить сетевой шнур от электрической розетки

⚠ Пользователь должен убедиться, что исследуемые образцы не выделяют токсичных или легковоспламеняющихся газов при температуре проведения испытаний

8 Диагностика неисправностей и устранение неполадок

Ниже приведены некоторые проблемы, с которыми вы можете столкнуться при использовании вискозиметров серии NDJ

Ротор не вращается

- ☐ Убедитесь, что вискозиметр подключен к электросети
- ☐ Проверьте соответствие напряжения питания требованиям прибора. Напряжение должно соответствовать диапазону 100–240 В, 50–60 Гц
- ☐ Убедитесь, что выключатель питания находится в положении «I»
- ☐ Убедитесь, что прибор находится в режиме измерения

Ротор вращается с биением или имеет видимую деформацию

- ☐ Убедитесь, что ротор надежно затянут на соединительной головке вискозиметра
- ☐ Проверьте прямолинейность всех роторов. При обнаружении деформации ротор необходимо заменить
- ☐ Проверьте наличие загрязнений на резьбовых соединениях между соединительной головкой вискозиметра и ротором
- ☐ Проверьте состояние резьбы. При износе резьбы прибор требует ремонта
- ☐ Проверьте, не наблюдается ли заметное эксцентричное вращение или раскачивание ротора во время работы
- ☐ Проверьте, не деформирована ли соединительная головка вискозиметра. В случае деформации прибор требует ремонта

Неточные показания

- ☐ Убедитесь, что правильно выбраны ротор, скорость вращения и модель прибора
- ☐ Проверьте параметры измерения: температуру, используемую емкость, объем образца и методику измерения

Если в процессе проверки будет установлено, что погрешность измерений превышает допустимые пределы, прибор может нуждаться в ремонте. В этом случае обратитесь к производителю.