



Электроды для жидкостных ячеек SmartStat®
и аксессуары для них

Каталог, характеристики и рекомендации по эксплуатации

2025

www.smart-stat.ru

Уважаемый пользователь! Мы благодарим Вас за приобретение и использование научного оборудования SmartStat. В этом руководстве приведены подробные характеристики электродов для жидкостных ячеек SmartStat и аксессуаров к ним.

Жидкостные ячейки SmartStat, в зависимости от решаемой задачи могут быть укомплектованы специализированными рабочими и вспомогательными электродами с различными популярными материалами рабочих поверхностей – стеклоуглерод, графит и платина. Имеются различные формы рабочих тел электродов – торцевой запрессованный диск, стержень, проволока, пластина, сетка. Также предлагаются два вида электродов сравнения для ячеек разных конструкций.

Настоящий документ поставляется в количестве одной штуки на комплект одновременно приобретаемых электродов (в количестве от одного и более) в наборе с ячейкой или без нее.

Электроды и аксессуары (пробки-фиксаторы) могут приобретаться под конкретную электрохимическую ячейку с ней или без нее в качестве дополнительных расходных материалов и принадлежностей.



Содержание

1.	Типы электродов и аксессуаров	3
1.1	Стержневой графитовый электрод	3
1.2.	Гладкий стержневой графитовый электрод	5
1.3.	Графитовый плоский электрод	6
1.4.	Стеклоуглеродный дисковый электрод	7
1.5.	Платиновый дисковый электрод	8
1.6.	Платиновый проволочный электрод	9
1.7.	Платиновый пластинчатый электрод	10
1.8.	Платиновый сетчатый электрод	11
1.9.	Одноключевой хлорсеребряный электрод сравнения	12
1.10.	Двухключевой хлорсеребряный электрод сравнения	13
1.11.	Фторопластовые пробки под шлиф	14
2.	Установка электродов в ячейку	15
3.	Меры безопасности	16

1. Типы электродов и аксессуаров

1.1. Стержневой графитовый электрод

Стержневой графитовый электрод с пористой поверхностью предназначен для эксплуатации с негерметичными коррозионными ячейками SC-5 и SC-6. Также имеется укороченная модель для ячейки с окном SC-7. Этот электрод используется в качестве универсального вспомогательного в любых измерениях.


Графитовый электрод является хорошей альтернативой платиновому электроду. Он позволяет получить большую площадь поверхности и как следствие обеспечить меньшую плотность тока, а также более равномерную поляризацию крупных рабочих электродов.



Наиболее предпочтительный вариант – коррозионные испытания. В ходе активной коррозии металлов, в рабочий раствор выделяются продукты коррозии. Часть из них может осаждаться на вспомогательном электроде (противоэлектроде). В случае использования платины, при этом могут возникнуть проблемы с ее очисткой перед каждым новым экспериментом, чтобы не перенести продукты предыдущего эксперимента в последующий. Графитовый электрод в этом плане весьма удобен, так как его поверхность легко очищается (отшелушивается) фильтровальной бумагой. В процессе работы электрода, при большой плотности тока, он может шелушиться (с небольшим осыпанием), что является нормальным явлением. Это обстоятельство является некоторым ограничением в тонких экспериментах, где не возникает осаждаемых побочных продуктов и предпочтительнее использование платинового вспомогательного электрода.

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Этот электрод также выпускается в укороченном варианте с конусообразным фторопластовым держателем для герметичной установки в шлиф ячейки SC-1 и SC-2.

Названия электродов и их характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Стандартный стержневой графитовый электрод удлиненный.</p> <p>Длина рабочей поверхности 140-150 мм, диаметр 5-6 мм.</p>	
--	--

<p>Стандартный стрежневой графитовый электрод укороченный.</p> <p>Длина рабочей поверхности 60-70 мм, диаметр 5-6 мм.</p>	
<p>Стандартный стрежневой графитовый электрод под шлиф.</p> <p>Длина рабочей поверхности 60- 70мм, диаметр 5-6 мм.</p>	

1.2. Гладкий стержневой графитовый электрод

Стержневой графитовый электрод с гладкой поверхностью может быть рекомендован в качестве вспомогательного электрода для любых ячеек кроме высокообъемных SC-5 и SC-6 из-за их большой глубины (более короткий электрод не сможет обеспечить равномерную поляризацию длинномерного рабочего электрода).

Графитовый вспомогательный электрод является хорошей альтернативой платиновому электроду. Он позволяет получить большую площадь поверхности и как следствие обеспечить меньшую плотность тока, а также более равномерную поляризацию крупных рабочих электродов.

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Название электрода и характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

Гладкий стержневой графитовый электрод.

Длина рабочей поверхности 70-80 мм, диаметр 5-6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.



1.3. Графитовый плоский электрод

Плоский графитовый электрод может быть использован в качестве вспомогательного электрода, или рабочего увеличенной площади для работы с большими токами.

Рабочее тело электрода представляет собой графитовую платину определенного размера. Площадь рабочего поверхности определяется тем, на какую глубину электрод погружен в раствор. Графит запрессован в фторопластовый стержневой держатель. На втором конце установлен металлический токосъемник.

Этот электрод невозможно вставить в малый шлиф стеклянных электрохимических ячеек. Он может быть установлен только в ячейки с фторопластовыми крышками или в крупный шлиф (например в центральный шлиф ячейки SmartStat CS-12).

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Название электрода и характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Плоский графитовый электрод.</p> <p>Размер графитовой поверхности 20x20x3 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	
---	---

1.4. Стеклоуглеродный дисковый электрод

Стеклоуглеродный дисковый электрод предназначен для работы в качестве рабочего электрода. При необходимости может быть использован в качестве вспомогательного электрода для работы с малыми токами (менее нескольких мА).

Электрод имеет фиксированную площадь рабочей поверхности, которая представляет собой стеклоуглеродный диск определенного диаметра, запрессованный в фторопластовый стержневой держатель. На втором конце установлен металлический токосъемник.

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Электрод не предназначен для работы в качестве вращающегося дискового электрода (ВДЭ).

Названия электродов и их характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Стеклоуглеродный дисковый электрод 3 мм.</p> <p>Диаметр стеклоуглеродного диска 3 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	 A photograph of a 3 mm glass carbon disk electrode. It consists of a white cylindrical body with a black O-ring in the middle and a thin metal rod protruding from the right end. The left end is the glass carbon disk.
<p>Стеклоуглеродный дисковый электрод 5 мм.</p> <p>Диаметр стеклоуглеродного диска 5 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 8 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	 A photograph of a 5 mm glass carbon disk electrode. It is similar in design to the 3 mm version, with a white cylindrical body, a black O-ring, and a metal rod. The glass carbon disk at the left end is larger in diameter.

1.5. Платиновый дисковый электрод



Платиновый дисковый электрод предназначен для работы в качестве рабочего электрода. При необходимости может быть использован в качестве вспомогательного электрода для работы с малыми токами (менее нескольких мА).

Электрод имеет фиксированную площадь рабочей поверхности, которая представляет собой платиновый диск определенного диаметра, запрессованный в фторопластовый стержневой держатель. На втором конце установлен металлический токосъемник.

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Электрод не предназначен для работы в качестве вращающегося дискового электрода (ВДЭ).

Название электродов и их характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Платиновый дисковый электрод 3 мм.</p> <p>Диаметр платинового диска 3 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	 Изображение платинового дискового электрода с диаметром диска 3 мм. Устройство состоит из белого фторопластового корпуса, черного резинового кольца для регулировки высоты и металлического токосъемника на противоположном конце.
<p>Платиновый дисковый электрод 5 мм.</p> <p>Диаметр Платинового диска 5 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 8 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	 Изображение платинового дискового электрода с диаметром диска 5 мм. Устройство имеет аналогичную конструкцию с белым фторопластовым корпусом, черным резиновым кольцом и металлическим токосъемником.

1.6. Платиновый проволочный электрод

Платиновый проволочный электрод предназначен для работы в качестве вспомогательного электрода. Также может быть использован в качестве рабочего электрода, когда требуется повышенная площадь.

Рабочее тело электрода представляет собой платиновую проволоку определенной длины. Площадь рабочей поверхности определяется тем, на какую глубину электрод погружен в раствор. Проволока запрессована в фторопластовый стержневой держатель. На втором конце установлен металлический токосъемник.

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Название электродов и их характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Платиновый проволочный электрод 37 мм.</p> <p>Длина платиновой проволоки 37 мм, диаметр 0.1мм. Длина фторопластового корпуса 30 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	
<p>Платиновый проволочный электрод 150 мм.</p> <p>Длина платиновой проволоки 150 мм, диаметр 0.1 мм, свинчена в спираль. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	

1.7. Платиновый пластинчатый электрод

Платиновый пластинчатый электрод предназначен для работы в качестве вспомогательного электрода. Также может быть использован в качестве рабочего электрода, когда требуется повышенная площадь.

Рабочее тело электрода представляет собой платиновую пластину определенной геометрии. Площадь рабочей поверхности определяется тем, на какую глубину электрод погружен в раствор (обычно на всю). Пластина приварена к платиновой проволоке, которая полностью запрессована в фторопластовый стержневой держатель. На втором конце установлен металлический токосъемник. Электрод необходимо закрепить в фторопластовой крышке или пробке перед установкой в ячейку.

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Название электрода и характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

Платиновый пластинчатый электрод
10x10x0.1 мм.

Размер платиновой пластины
10x10мм, толщина 0.1 мм. Длина
фторопластового корпуса 70 мм,
диаметр 6 мм. Комплектуется
резиновым кольцом для регулировки
высоты установки.



1.8. Платиновый сетчатый электрод

Платиновый сетчатый электрод предназначен для работы в качестве вспомогательного электрода. Также может быть использован в качестве рабочего электрода, когда требуется повышенная площадь.

Рабочее тело электрода представляет собой платиновую сетку определенной геометрии. Площадь рабочей поверхности определяется тем, на какую глубину электрод погружен в раствор (обычно на всю). Сетка приварена к платиновой проволоке, которая полностью запрессована в фторопластовый стержневой держатель. На втором конце установлен металлический токосъемник. Электрод необходимо закрепить в фторопластовой крышке или пробке перед установкой в ячейку.

В ячейку со шлифами 14-го калибра без деформаций может быть установлен электрод с сеткой размером 10x10 мм. Сетку размером 20x20 мм придется согнуть, но она может быть легко установлена в ячейку с более крупным шлифом (например, в SC-12 с крупным центральным шлифом).

Импеданс электрода составляет менее 1 Ом и обусловлен только электронной проводимостью. Проверяется с помощью мультиметра путем замера электрического сопротивления между токосъемником и рабочей поверхностью.

Название электрода и характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Платиновый сетчатый электрод 10x10x0.1 мм.</p> <p>Размер платиновой сетки 10x10мм, толщина 0.1 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	
<p>Платиновый сетчатый электрод 20x20x0.1 мм.</p> <p>Размер платиновой сетки 20x20мм, толщина 0.1 мм. Длина фторопластового корпуса 70 мм, диаметр 6 мм. Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	

1.9. Одноключевой хлорсеребряный электрод сравнения

Одноключевой хлорсеребряный электрод сравнения предназначен для работы с любыми электрохимическими ячейками. Он имеет стржевую конструкцию из стекла. На конце рабочего конца имеется отверстие, заполненное фриттом. Через него осуществляется электрический контакт с внешним (рабочим) раствором. С другой стороны имеется цилиндрический фторопластовый колпачок с металлическим токосъемником. При необходимости, колпачок можно снять для смены рабочего раствора, например для замены на органический неводный электролит (пример рабочего раствора: 10 мМ AgNO_3 + 100 мМ TBAPF_6 как индифферентный электролит, и ацетонитрил в качестве растворителя).

Для продления срока службы электрод необходимо хранить в защитном колпачке. Рекомендуется использование совместно с электролитическими ключами-мостиками на основе кранов или фритта во избежание диффундирования посторонних реагентов в объем фриттового ключа электрода сравнения.

Импеданс нового исправного электрода с подготовленным к работе фриттом (выдержанном в растворе, если до этого он был высушен) составляет менее 1 кОм. Нормальными показателями являются величины до 5 кОм. При значениях выше 10 кОм электрод необходимо заменить. Импеданс обусловлен ионной проводимостью и измеряется потенциостатом методом электрохимического импеданса относительно платинового электрода по двухэлектродной схеме в насыщенном растворе хлорида калия. Значение потенциала проверяется относительно другого электрода сравнения при помощи потенциостата по двухэлектродной схеме.

Название электрода и характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Одноключевой хлорсеребряный электрод сравнения.</p> <p>Длина стеклянной части 70 мм, диаметр 5-6 мм (на фотографии показан с защитным красным колпачком).</p> <p>Комплектуется резиновым кольцом для регулировки высоты установки.</p>	
---	--

1.10. Двухключевой хлорсеребряный электрод сравнения


Двухключевой хлорсеребряный электрод сравнения предназначен для работы с ячейками, геометрически позволяющими разместить его. Электрод состоит из двух стеклянных емкостей, неразборно установленных друг в друга. Внешняя емкость является обслуживаемой, ее раствор может быть заменен через отверстие в верхней части, закрытое силиконовым кольцом. Рабочий конец электрода имеет отверстие, с запрессованным в него фриттом, через который осуществляется электрический контакт с внешним (рабочим) раствором.

Внутри внешней емкости диаметром 10 мм установлена вторая емкость диаметром 5 мм, содержащая необслуживаемый раствор 4.2 М KCl. Он сообщается с внешней емкостью через небольшое боковое отверстие, заполненное фриттом. Электрод таким образом имеет два мостика-ключа, что положительно сказывается на длительности и точности воспроизведения его потенциала из-за меньшей подверженности влиянию внешних реагентов на внутренний рабочий раствор электрода.

Для продления срока службы электрод необходимо хранить в защитном колпачке. Рекомендуется использование совместно с электролитическими ключами-мостиками на основе кранов или фритта.

Импеданс нового исправного электрода с подготовленным к работе фриттом (выдержанном в растворе, если до этого он был высушен) составляет менее 1 кОм. Нормальными показателями являются величины до 5 кОм. При значениях выше 10 кОм электрод необходимо заменить. Импеданс обусловлен ионной проводимостью и измеряется потенциостатом методом электрохимического импеданса относительно платинового электрода по двухэлектродной схеме в насыщенном растворе хлорида калия. Значение потенциала проверяется относительно другого электрода сравнения при помощи потенциостата по двухэлектродной схеме.



Название электрода и характеристики для заказа в каталоге SmartStat:

<p>Двухключевой хлорсеребряный электрод сравнения.</p> <p>Длина стеклянной части 100 мм, диаметр 10 мм (на фотографии показан с защитным белым колпачком).</p>	
--	--

1.11. Фторопластовые пробки под шлиф

Фторопластовые пробки являются сопутствующими аксессуарами и используются для фиксации трубчатых рабочих и вспомогательных электродов всех типов в ячейках, имеющих шлифы. Пробка имеет отверстие на всю глубину, в которое вводится электрод. В верхней части пробки сделано дополнительное отверстие на часть глубины, в которое вставляется резиновое кольцо-уплотнитель, служащее для герметизации ячейки. Имеется возможность регулировки расположения электрода по высоте.

Названия пробок и их характеристики для заказа в каталоге SmartStat (на фотографиях пробки показаны вместе с установленными в них электродами для примера; электрод в комплектацию пробки не входит и приобретается отдельно):

<p>Фторопластовая пробка 6 мм</p> <p>Предназначена для установки электродов с корпусом диаметром 6 мм.</p>	
<p>Фторопластовая пробка 8 мм</p> <p>Предназначена для установки электродов с корпусом диаметром 8 мм.</p>	

2. Установка электродов в ячейку

Электроды могут вставляться в фторопластовые крышки ячеек. В этом случае в крышке предусмотрены отверстия. Они могут быть негерметичными (электрод просто вставляется в отверстие в крышке и держится за счет своего фторопластового корпуса или резинового кольца на нем), или герметизируемыми при помощи резьбового уплотнителя (в этом случае кольцо вставляется в резьбовое углубление в крышке и придавливается в нем резьбовым уплотнителем). В этих случаях можно регулировать положение электрода по высоте.

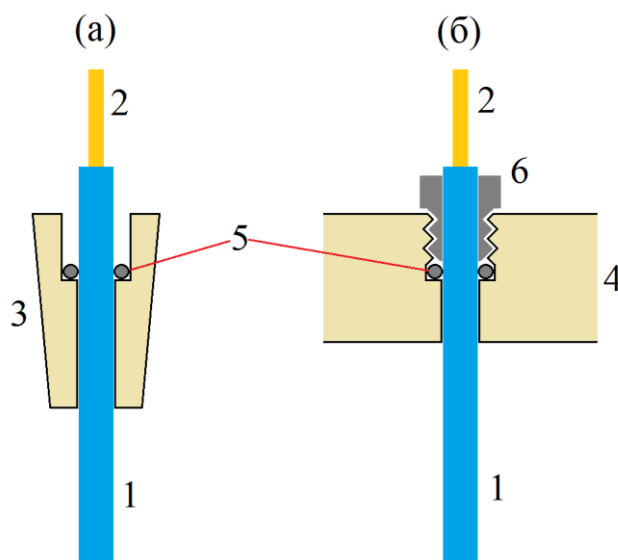


Рис. 1. Схемы установки трубчатых электродов. (а) – в фторопластовую пробку, устанавливаемую в шлиф ячейки; (б) – в фторопластовую крышку ячейки с резьбовым уплотнителем. 1 – корпус электрода, 2 – токоъемник, 3 – фторопластовая пробка-держатель, 4 – фторопластовая крышка ячейки, 5 – резиновое или силиконовое кольцо-уплотнитель, 6 – фиксатор-уплотнитель на резьбе ввинчивающийся в крышку.

Во втором варианте ячеек, имеющих стеклянные шлифы, электроды могут иметь собственную конусообразную фторопластовую пробку, вставляющуюся в этот шлиф (при этом электрод нельзя регулировать по высоте). Или электрод комплектуется дополнительной фторопластовой пробкой, в которую он вставляется. При этом герметичность обеспечивается за счет того, что резиновое кольцо-уплотнитель вставляется в углубление в пробке. При этом можно регулировать высоту электрода в ячейке (то, на сколько он в нее погружен).

Перед эксплуатацией электрод необходимо помыть и приготовить в соответствии с типом его конструкции, используемым материалом, а также решаемой задачей.

3. Меры безопасности

Электроды являются хрупкими изделиями. Пожалуйста, будьте осторожны при установке их в электрохимическую ячейку. Не тяните электроды за металлический токосъемник, это может нарушить внутренний электрический контакт, держите электрод за фторопластовый корпус.

Электроды не имеют гарантии изготовителя. Механические поломки не подлежат ремонту, а сломанный узел может быть только заменен на новый и практически никогда не может быть отремонтирован.

Стеклянные изделия и их осколки могут быть опасны для экспериментатора.

Также необходимо соблюдать общепринятые меры безопасности при работе с химическими реактивами.

Определенную электрическую опасность могут представлять электроды потенциостата, особенно высоковольтного.

Будьте аккуратны, работайте только в резиновых перчатках, защитных очках и халате.

Высокоточное оборудование для электрохимических исследований

SmartStat®

Изготовитель: Electrochemical Instruments

Россия, Московская область, г. Черноголовка

Телефон: 8(495)720-31-57

Адрес тех. поддержки: potentiostat@mail.ru

www.smart-stat.ru