СТ СЭВ 4421-83

УДК 620.193.2:69.001.4 Группа Ж09

# СТАНДАРТ СОВЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОПОМОЩИ

# Защита от коррозии в строительстве

# ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА

# ПО ОТНОШЕНИЮ К СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЕ

# Электрохимический метод испытаний

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Автор - делегация ГДР в Постоянной Комиссии по сотрудничеству в области строительства.

2. Тема - 22.700.06-82.

3. Стандарт СЭВ утвержден на 54-м заседании ПКС.

Утвержден Постоянной Комиссией по сотрудничеству в области стандартизации. Дрезден, декабрь 1983 г.

4. Сроки начала применения стандарта СЭВ:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Сроки начала применения стандарта СЭВ | |
| Страны - члены СЭВ | в договорно-правовых отношениях по экономическому и научно-техническому сотрудничеству | в народном хозяйстве |
| НРБ |  |  |
| ВНР | Январь 1985 г. | Январь 1985 г. |
| СРВ |  |  |
| ГДР | Январь 1984 г. | Январь 1984 г. |
| Республика Куба |  |  |
| МНР |  |  |
| ПНР | Январь 1985 г. | Январь 1986 г. |
| СРР | - | - |
| СССР | Январь 1985 г. | Январь 1985 г. |
| ЧССР | Январь 1985 г. | Январь 1987 г. |

5. Срок проверки - 1990 г.

Настоящий стандарт СЭВ устанавливает ускоренный электрохимический метод испытания и критерии оценки защитного действия бетонов по отношению к стальной арматуре, приготовленных на основе гидравлических вяжущих и различных природных или искусственных, плотных или пористых заполнителей с применением или без применения добавок к бетонной смеси.

# 1. Сущность метода

Метод испытания основывается на пассивации арматурной стали в щелочной среде и заключается в оценке защитного действия образца бетона по отношению к образцу стальной арматуры путем сравнения данных, полученных при измерении изменения плотности электрического тока в зависимости от изменения потенциала (потенциодинамический метод) или наоборот - изменения потенциала в зависимости от изменения плотности электрического тока, пропускаемого через образец (гальванодинамический метод).

# 2. Общие положения

2.1. Электрохимический метод испытания можно применять для:

1) определения способности бетона к пассивации стальной арматуры немедленно после изготовления железобетонных элементов и в течение всего периода полного твердения бетона;

2) оценки и сравнения влияния различных видов цементов и добавок к бетонной смеси на защитное действие бетона по отношению к стальной арматуре.

2.2. В зависимости от приборов, применяемых для измерения параметров электрического тока, испытания можно проводить одним из двух способов: потенциодинамическим и гальванодинамическим.

# 3. Образцы

3.1. Для испытания готовят следующие образцы:

1) водную вытяжку из бетона;

2) образцы бетона с арматурой;

3) образцы стальной арматуры.

3.2. Подготовка водной вытяжки из бетона (раствора).

3.2.1. Для приготовления водной вытяжки из бетона следует использовать пробы бетона, отбираемые из защитного слоя бетона железобетонных элементов в соответствии с целями, указанными в п. 2.1.

3.2.2. Пробу бетона высушивают при температуре (105±1)°С до постоянной массы. Крупные куски заполнителя бетона удаляют, затем пробу измельчают в фарфоровой или агатовой ступке таким образом, чтобы порошок проходил через сито с ячейками 0,20 mm без остатка.

Из порошка бетона готовят водную вытяжку объемом не менее 20 ml, обогащая измельченный бетон дистиллированной водой при максимальном отношении по массе, равном 1:4. При этом следует использовать дистиллированную воду со значением рН=6,0±0,5 при удельной проводимости , измеренной при частоте 50 Hz и температуре (25±5)°С.



Приготовленную бетонную суспензию отстаивают при температуре (25±5)°С не менее 6 h. Через каждый час суспензию интенсивно взбалтывают в течение 5 min. Во избежание карбонизации суспензию фильтруют непосредственно перед испытанием через бумажный фильтр средней плотности.

3.3. Подготовка образцов бетона с арматурой

Бетонную смесь для образцов бетона готовят согласно заданной рецептуре. Из смеси формуют образцы размерами 70х70х140 mm со стержнем из арматурной стали по п. 3.4, используемым в качестве рабочего электрода. Из приготовленной бетонной смеси необходимо изготовить три образца.

3.4. Для испытания стальной арматуры в бетоне готовят три стальных стержня длиной 150 mm, диаметром 3-6 mm. Поверхность образцов (включая один торец) шлифуют абразивной бумагой и перед заделкой в бетон обезжиривают ацетоном. Стержни заделывают в бетон шлифованным концом таким образом, чтобы другой конец выступал из бетона на 20 mm. Конец стержня, выступающий из бетона, изолируют защитной пленкой, не проводящей ток.

Для испытания стальной арматуры в водной вытяжке (фильтрате) подготовку стержней ведут так же, как и при испытании в бетоне, и оставляют неизолированной рабочую поверхность площадью 20 cm.



Рабочую поверхность стального стержня в бетоне рассчитывают после снятия поляризационной кривой по формуле



, (1)



где - радиус стального стержня, cm;



- рабочая длина стального стержня, cm.



# 4. Аппаратура и материалы

4.1. Для проведения измерений потенциодинамическим способом применяют:

4.1.1. Оборудование для получения водной вытяжки из бетона:

1) шаровая мельница;

2) фарфоровая или агатовая ступка;

3) штапель из фарфора;

4) фильтровальная бумага;

5) стеклянная воронка;

6) штатив для фильтрования;

7) химические стаканы;

8) весы.

4.1.2. Приборы для проведения электрохимических измерений:

1) стабилизатор напряжения с электронным регулированием (потенциостат);

2) самописец для вычерчивания в координатах (рекомендуется для преимущественного применения);



3) вольтметр для проверки потенциала;

4) электроды (вспомогательный и электрод сравнения);

5) прибор для определения рН;

6) штатив;

7) термометр;

8) термостат;

9) коаксиальный кабель.

Принципиальная электрическая схема для измерения потенциодинамическим способом показана на черт. 1.

4.2. Для проведения измерений гальванодинамическим способом применяют:

4.2.1. Оборудование для подготовки водных вытяжек из бетонов по п. 4.1.1.

4.2.2. Приборы для проведения электрохимических измерений:

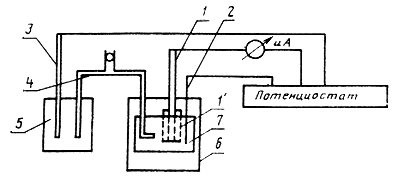
1) компенсограф (вольтметр) - минимальное входное сопротивление 10 м чувствительность 5 mV/mm с интервалом времени 1 cm/mm;



2) генератор тока (с регулируемыми интервалами тока);

3) кулонометр для определения количества электричества;

4) термостатированный сосуд.



1 - рабочий или испытуемый электрод (стальной стержень в водной вытяжке бетона или в бетонном образце - 1’); 2 - вспомогательный электрод (платиновый или титановый электрод);

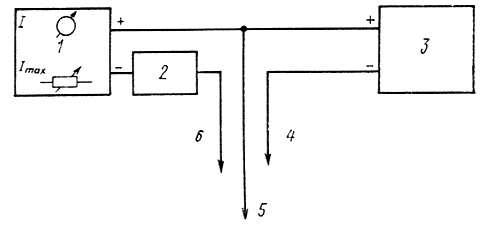
3 - электрод сравнения (например насыщенный каломельный электрод); 4 - солевой проводник;

5 - термостатированный измерительный сосуд с насыщенным раствором хлористого калия;

6 - термостат; 7 - водная вытяжка из бетона или дистиллированная вода

Черт. 1

Принципиальная электрическая схема для измерения гальванодинамическим способом приведена на черт. 2.



1 - генератор тока; 2 - кулонометр; 3 - компенсограф; 4 - электрод сравнений (каломельный);

5 - рабочий (испытуемый) электрод Fe; 6 - вспомогательный платиновый (титановый) электрод

Черт. 2

# 5. Проведение испытаний

5.1. Измерения электрохимических характеристик необходимо проводить при температуре фильтрата водной вытяжки из бетона (25±0,5)°С.

5.2. Образцы бетона с арматурой до начала измерений насыщают дистиллированной водой (при необходимости под вакуумом), а затем измеряют омическое сопротивление бетона при переменном токе для построения поляризационной кривой.

5.3. На каждом образце бетона и стальной арматуры следует выполнять только одно измерение.

5.4. Измерения величины силы тока в микроамперах потенциодинамическим способом производят в фильтрате водной вытяжки из бетона или в бетонном образце по истечении (60±5) min после включения потенциостата (черт. 1). После этого снимают анодную часть поляризационной кривой при прохождении диапазона от установившегося потенциала до плюс 1000 mV в течение 60 min. В случае снятия полной поляризационной кривой предварительно необходимо пройти катодный диапазон поляризации до минус 1000 mV и после этого снять характеристику поляризации на анодной части. В процессе снятия потенциодинамической характеристики в фильтрате водной вытяжки из бетона необходимо пройти весь диапазон поляризации от минус 1000 до плюс 1000 mV в течение 60 min. Если невозможна непрерывная запись в координатах , то необходимо регистрировать величину силы тока через каждые 50 mV.



5.5. Измерения гальванодинамическим способом производят в фильтрате водной вытяжки из бетона или в бетонном образце путем регистрации величины потенциала в милливольтах с помощью компенсографа или вольтметра (черт. 2).

Снятие гальванодинамических характеристик в фильтрате водной вытяжки из бетона или на бетонных образцах проводят со скоростью изменения плотности тока не менее 7A/cm в минуту.



Поляризация в водной вытяжке может производиться увеличением плотности тока до 50A/cm, в бетонных образцах - до 100A/cm, а затем она поддерживается постоянной в течение 5 min.



5.6. При электрохимических испытаниях стали в бетонных образцах, длительно хранившихся в тех или иных средах, после снятия поляризационных кривых необходимо разбить бетонный образец и определить степень коррозионных поражений арматуры (по площади коррозии или потере массы стали).

# 6. Обработка результатов испытаний

6.1. Потенциодинамический способ измерения

Для графического изображения зависимости плотности тока от потенциала пересчитывают силу тока, зарегистрированную по п. 5.4, в плотность тока по формуле

, (2)



где - плотность тока, A/cm;



- сила тока, А;



- площадь поверхности рабочего электрода, соприкасающейся с фильтратом или бетоном, cm.



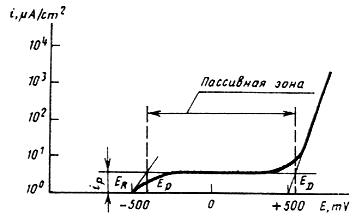
На графике (черт. 3) необходимо отложить по оси ординат плотность тока в микроамперах на квадратный сантиметр ( A/cm), а по оси абсцисс - потенциал рабочего электрода в милливольтах mV, измеренный по отношению к потенциалу электрода сравнения (например насыщенного каломельного электрода) с учетом омического сопротивления.



В точке соприкасания изображенной кривой с осью абсцисс обозначают стационарный потенциал . По длине кривой обозначают пассивную зону в диапазоне, где наблюдается почти постоянная плотность тока. Резкое увеличение плотности тока в пассивной зоне наступает в момент заметного выделения кислорода из фильтрата при нарушении пассивной арматурной стали.



Потенциал разрушения определяют по точке пересечения двух касательных, как показано на черт. 3.



- установившийся потенциал; - потенциал пассивации;



- потенциал разрушения; - плотность тока пассивации



Черт. 3

Коррозионное состояние арматурной стали при испытаниях в фильтрате водной вытяжки из бетона следует определить по показателям, приведенным в табл. 1.

Коррозионное состояние стали при испытаниях бетонных образцов следует определять по плотности тока согласно табл. 2.

6.2. Гальванодинамический способ измерения

Оценку состояния арматуры производят по характеру гальванодинамической кривой зависимости плотности тока от потенциала и точке на этой кривой, соответствующей прохождению количества заряда (Q), равному 10 mC/cm. В соответствии с полученными значениями потенциала различают три области коррозионного воздействия на арматурную сталь согласно табл. 3 и черт. 4.



Таблица 1

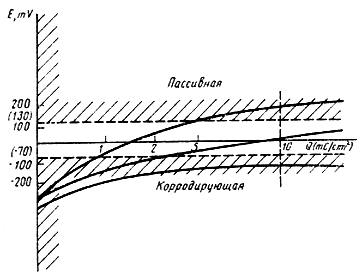
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателей коррозионного состояния арматурной стали | Потенциал электродов (насыщенный коломельный электрод), mV | Плотность токапассивации, A/cm |
| Установившийся потенциал | Не ниже - 550 |  |
| Потенциал пассивации | Не ниже - 450 |  |
| Потенциал разрушения | От 450 до 600 |  |
| Плотность тока пассивации для напрягаемой стали |  | Менее 10 |
| Плотность тока пассивации для ненапрягаемой стали |  | От 10 до 25 |

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Плотность тока при потенциале плюс 300 mV (насыщенный каломельный электрод), A/cm | Коррозионное состояние арматурной стали |
| До 10 | Сталь пассивная |
| Св. 10 " 25 | Неустойчиво-пассивное состояние стали |
| " 25 | Интенсивная коррозия стали |

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Потенциал электродов, насыщенный каломельный электрод , mV | |
| Коррозионное состояние арматурной стали | Испытание в водной вытяжке из бетона | Испытание на бетонном образце |
| Сталь пассивная | Более 130 | Более 170 |
| Неустойчиво-пассивное состояние стали | От минус 70до плюс 130 | От 15 до 170 |
| Интенсивная коррозия стали | До минус 70 | до 15 |



Черт. 4

# 7. Протокол испытаний

Результаты испытаний должны быть оформлены в протоколе, в котором должны быть записаны:

1) способ отбора проб, возраст бетона и условные обозначения образцов;

2) наименование ведомства;

3) фамилия исполнителя;

4) применяемый способ измерения;

5) данные о видах электродов, марке стали, виде цемента;

6) состав бетона;

7) продолжительность и дата испытания;

8) результаты испытаний и оценки.