

УДК 621.3

Ширина А.Я.,
Джамалханова И.С.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ СОВМЕСТНО С ПРОТЕКТОРАМИ ПРИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЕ МОРСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Сумгаитский Государственный Университет

aynur.shirinoва.79@mail.ru

Предложен способ катодной защиты морских сооружений с применением ветроэлектрических катодных станций в сочетании с протекторами. Результаты экспериментальных исследований показали возможность обеспечения постоянной защиты основания даже при отсутствии ветра. Предложенный способ позволяет уменьшить количество протекторов более чем в 7 раз, увеличить срок службы протекторов в 3 раза и уменьшить величину плотности защитного тока более чем в 2,5 раза по сравнению с катодной защитой с применением только ветроэлектрических агрегатов

Ключевые слова: морские сооружения, катодная защита, протектор

Введение

Катодную защиту постоянного действия металлических конструкций с применением ветроэлектрических агрегатов осуществляют с помощью дополнительных аккумуляторных устройств, предназначенных для защиты сооружений в безветренные дни. Выпрямительный блок, подключенный к ветроэлектрическому агрегату, обеспечивает защиту металлических сооружений и одновременно заряжает аккумуляторы. При этом исключается возможность использования полной мощности ветроэлектрических агрегатов непосредственно для катодной защиты, так как часть полезной мощности агрегата расходуется для подзарядки аккумуляторной батареи. Кроме того, аккумуляторы при эксплуатации в морских условиях часто выходят из строя, затрудняя применение этого метода защиты.

Поэтому возникла необходимость заменить аккумуляторы более надежным и приемлемым для эксплуатации устройством.

Постановка проблемы

Для поддержания защитного потенциала сооружений в безветренные дни могут быть использованы протекторы. Были проведены исследования определе-

ния параметров катодной защиты морских сооружений с применением ветроэлектрических агрегатов совместно с протекторами. Определяли две величины плотностей тока: при защите сооружения с помощью ветроэлектрической катодной станции и при поляризации сооружения протекторами в безветренные дни.

В лабораторных условиях испытывали стальные образцы размером 150x100x3 мм в морской воде при плотностях защитного тока 0,5, 0,75, 1,0 и 1,5 мА/дм² в течение 25 суток. При каждой плотности тока испытывали по 5 образцов. Значения стационарных потенциалов образцов в морской воде были равны от -540 до -570 мВ относительно хлорсеребряного электрода. Защитные потенциалы образцов в течение 25 суток имели разные значения: -870, -920, -1010, -1115 мВ (соответствующие величинам плотности защитного тока). По истечении 25 суток защитные токи снизились до минимума и достигли значений 0,1-0,25 мА/дм². В таблице приведены величины плотностей токов, при которых наблюдались ощутимые изменения потенциалов образцов, измеряемые при каждой минимальной плотности тока.

Таблица 1. Изменение потенциалов образцов в морской воде после снижения плотности защитного тока до минимального его значения, мВ

| Плотность минимальных токов, мА/дм | Плотность защитных токов, мА/дм | Величина потенциала | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Через 1 ч | Через 1 сутки | Через 3 суток | Через 8 суток | Через 15 суток | Через 25 суток | Через 32 суток |
| 0,12 | 0,5 | -780 | -780 | -750 | -760 | -760 | -780 | -785 |
| 0,15 | | -800 | -800 | -805 | -790 | -805 | -800 | -805 |
| 0,17 | | -800 | -800 | -805 | -800 | -800 | -805 | 790 |
| 0,20 | | -805 | -805 | -800 | -800 | -800 | -780 | -780 |
| 0,25 | | -805 | -800 | -805 | -800 | -805 | -800 | -800 |
| 0,12 | 0,75 | -800 | -800 | -800 | -800 | -805 | -805 | -780 |
| 0,15 | | -805 | -805 | -800 | -805 | -800 | -800 | -800 |
| 0,17 | | -805 | -805 | -805 | -800 | -805 | -805 | -800 |
| 0,20 | | -805 | -810 | -810 | -805 | -805 | -805 | -805 |
| 0,25 | | -810 | -810 | -810 | -810 | -810 | -810 | -810 |
| 0,12 | 1,0 | -810 | -805 | -810 | -810 | -805 | -810 | -810 |
| 0,15 | | -815 | -815 | -815 | -810 | -815 | -810 | -810 |
| 0,17 | | -820 | -815 | -820 | -820 | -815 | -815 | -815 |
| 0,20 | | -820 | -820 | -815 | -820 | -815 | -820 | -820 |
| 0,25 | | -835 | -830 | -835 | -830 | -830 | -830 | -830 |
| 0,12 | 1,5 | -825 | -825 | -830 | -830 | -835 | -835 | -830 |
| 0,15 | | -825 | -830 | -830 | -830 | -830 | -830 | -835 |
| 0,17 | | -835 | -830 | -835 | -835 | -835 | -835 | -835 |
| 0,20 | | -835 | -840 | -835 | -840 | -840 | -840 | -840 |
| 0,25 | | -840 | -835 | -840 | -840 | -845 | -845 | -845 |

Как видно из таблицы, почти при всех выбранных минимальных плотностях поляризующего тока потенциалы образцов сохраняют свои защитные значения, если учесть, что смещение потенциалов стали в морской воде на 150-200 мВ в отрицательную сторону от стационарного значения обеспечивает защиту [1, 2].

Некоторые авторы предлагают даже заполяризовать защищаемую поверхность на 50-100 мВ отрицательные стационарного значения [3].

Из таблицы следует, что с увеличением плотности защитного тока увеличивается абсолютная величина отрицательных потенциалов (при одних и тех же плотностях минимального тока). Это явление объясняется образованием на поверхности стали защитных пленок, состоящих в основном из солей кальция и магния (при плотностях тока 1,0 и 1,5

мА/дм²), которые способствуют сохранению защитного потенциала стали в морской воде при незначительных плотностях тока.

По результатам испытаний величина плотности защитного тока была принята 1,0 мА/дм² с последующим минимальным током 0,15 мА/дм². При этом, если ветроэлектрическая катодная станция не будет работать на полную мощность, то величина плотности защитного тока не снизится ниже значения 0,75 мА/дм², выбранный минимальный ток протектора величиной 0,15 мА/дм² будет поддерживать потенциал сооружений на защитном уровне (при отсутствии ветра). Для проверки полученных данных была разработана схема ветроэлектрической катодной станции в сочетании с протекторами (Рис 1).

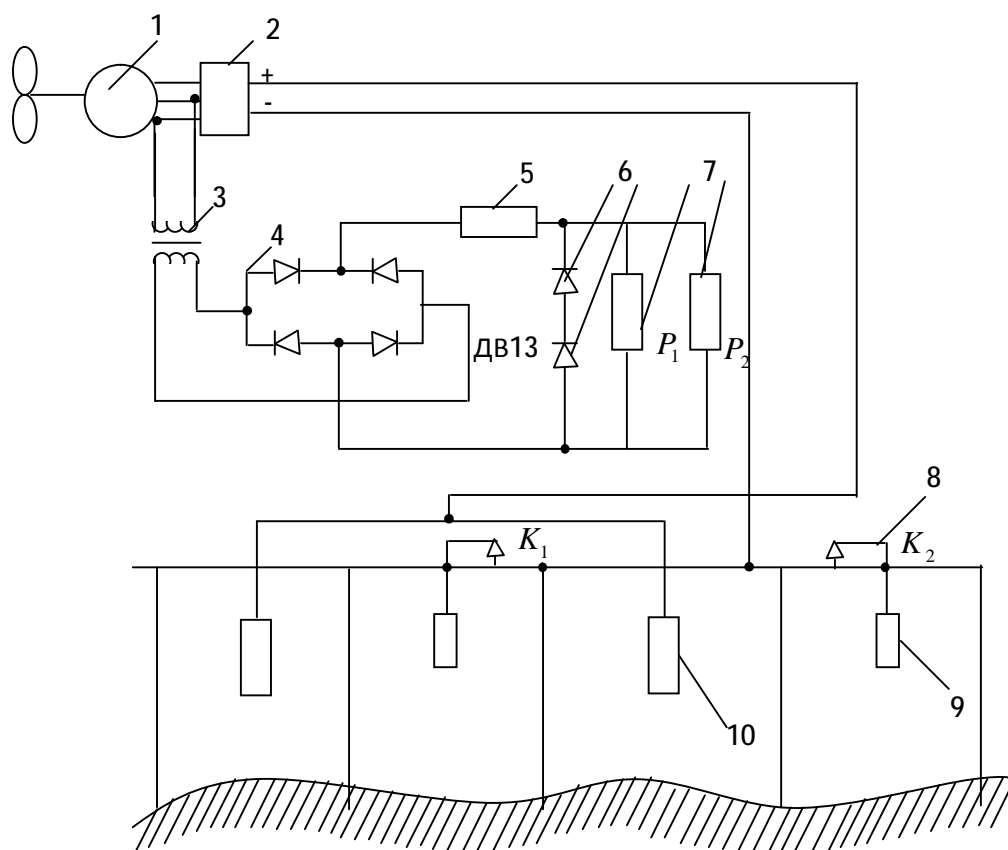


Рис. 1. Электрическая схема ветроэлектрической катодной станции в сочетании с протекторами; 1- ветроагрегат; 2 - катодный выпрямитель; 3 - понижающий трансформатор; 4 - выпрямительный блок; 5 - сопротивление; 6-стабилитроны; 7 - реле; 8 - контакты реле; 9 - протектор; 10 – анод.

Протектор подключали к защищаемому объекту через релейное устройство. В ветренные дни ветроэлектрический агрегат обеспечивает защиту сооружений, а в безветренные дни с уменьшением подачи электрической энергии ветроагрегата реле через свой нормальный закрытый контакт подключает к сооружению протектор, который с установленным минимальным током поддерживает поляризацию сооружения. При работе ветроэлектрического агрегата реле отключает протектор от сооружений.

Испытания разработанной схемы катодной защиты в естественных условиях проводили на бывшем индивидуальном основании Сангачалы-море № 16/8 (в

связи со строительством морских сооружений в этом районе это основание было присоединено к эстакаде). Основание находится на глубине море 8,5 м.

Для катодной защиты основания с применением ветроэлектрического агрегата определили общую площадь наружной поверхности защищаемого объекта, величины общего защитного и минимального поляризующего тока, количество анодов, выпрямителей, подключенных к ветроэлектрическому агрегату, протекторов, параметры и режим работы реле и параметры ветроэлектрического агрегата.

Общая поверхность подводной части оснований составляла около 700 м^2 . При плотности защитного тока

0,1А/м² для полной защиты оснований потребовался общий ток величиной 70 А. Для поддержания защитного потенциала на заданном уровне в безветренные дни при плотности тока 0,015 А/м² величина общего тока составляла всего 10,5 А.

Испытания проводили с ветроэлектрическим агрегатом мощностью 1,5 кВт, к которому подключали 3 выпрямительных трансформатора мощностью до 0,2 кВт. Каждый из этих выпрямителей в отдельности обеспечивал 4 анода током 24 А.

Выпрямители размещали на разных участках основания, ближе к своим анодам. Для обеспечения сооружений минимальным током в безветренные дни были выбраны магниевые протекторы типа ПЗ-69 силой тока 1 А каждый. Все протекторы подвешивали в середине пролета, равномерно размещая их по площадкам и электрически изолируя от защищаемого объекта. т. е. подключали к сооружению через релейное устройство.

Конструкция этих протекторов разработана институтом «Гипроморнефть» для защиты свай морских сооружений [4].

Следует отметить, что если бы защиту этого осуществляли только протекторами, то потребовалось бы 70 шт. протекторов типа ПЗ-69 с токоотдачей в среднем 1,65 А каждый.

При осуществлении катодной защиты указанной системы важным вопросом является правильный выбор параметров реле.

Так как параметры ветроэлектрического агрегата меняются с изменением скорости ветра в течение суток, то соответственно будут меняться и выходные параметры выпрямителя, подключенного к ветроагрегату. По расчету при изменении выходного напряжения ветроэлектрического агрегата от 220 до 60 В выходное напряжение выпрямителя меняется от 6 до 1,6 В и соответственно уменьшается сила тока выпрямителей до 8 А. Последняя не только не обеспечивает защиту сооружений, но даже не достаточна для поддержания защитного потенциала.

Поэтому параметры реле выбирали исходя из того, чтобы они подключали протекторы к сооружению при напряжении выпрямителей 1,6 В.

Было выбрано реле типа РП-2, которое работает при постоянном напряжении 24 В и имеет две пары контактных групп. Его контакты рассчитаны на силу тока 8 А и напряжение 30 В.

Как видно из рисунка, для обеспечения нормальной работы реле к ветроэлектрическому агрегату подключен маломощный понижающий трансформатор. Параметры этого трансформатора выбирали так, чтобы независимо от изменения напряжения ветроэлектрического агрегата (от 1 до 6 В) выходное напряжение его было 10 В. Кроме того к цепи реле подключали стабилитроны типа Д-813 и балансное сопротивление мощностью 2-4 Вт. После определения вышеуказанных параметров была осуществлена катодная защита основания.

Эффективность катодной защиты определяли измерением потенциалов свай оснований до и после работы ветроэлектрического агрегата, т.е. в ветреные и безветренные дни. Защитные потенциалы свай площадки при работе ветроэлектрического агрегата составляли в среднем -900 мВ относительно медносульфатного электрода сравнения. В течение трех месяцев четыре раза измерили потенциалы сооружения при отсутствии ветра. В продолжение всего периода испытания потенциалы свай оснований сохраняют свои защитные значения. Характерно, что с увеличением времени испытаний возрастают отрицательные значения потенциалов. Если в начале испытания величины потенциалов свай составляли от -780 до -810 мВ, то через 82 суток от -820 до -835 мВ, что определяет эффективность защиты оснований (стационарный потенциал свай составляет -650 мВ).

Выводы

Таким образом, результаты испытания катодной защиты морских сооружений с применением ветроэлектрических катодных станций в сочетании с протекторами показали возможность обеспечения постоянной защиты основания даже при отсутствии ветра (средняя скорость ветра в условиях Апшеронского полуострова, обеспечивающая работу ветроагрегата, составляет 16 ч/сутки). При этом уменьшается количество протекторов более чем в 7 раз и увеличивается срок службы протекторов в 3 раза. Уменьшается величина плотности защитного тока более чем в 2,5 раза по сравнению с катодной защитой с применением только ветроэлектрических агрегатов [5].

Имеется возможность эксплуатировать ветроэлектрические агрегаты на полную мощность, способную защитить, поверхность подводной части свай крупных индивидуальных оснований. Они также являются источниками постоянного питания для катодной защиты подземных металлических конструкций в тех районах, где средняя скорость ветра намного ниже, чем в условиях Апшерона.

Список литературы

1. Cathodic protection fundamentals // World, Dredge, and Material Construction. 1972. №5.
2. Heinrich G. Cathodischer Schutz stop see wasser korrosion // Metall. 1972. №6.
3. Богорад И.Я. и др. Коррозия и защита морских судов. Л.: Судостроение. 1973.
4. Мехмандаров С.А., Даниляк Б.М. Протекторная защита сооружений морских нефтепромыслов // Труды Гипроморнефть (Баку). 1970.
5. Абдуллаев М.М., Мамедов С.А. Защитные свойства катодных осадков на поверхности стали в морской воде при различных режимах катодной поляризации // Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности. 1973. №8.

Статью представлено в редакцию 24.05.2016