

УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ

В. Ю. Сокович

Общепринятым и строго обоснованным критерием защиты металлических сооружений от электрокоррозии является потенциал на границе фаз металл — электролит (почва). Поддержание определенного отрицательного потенциала металл — почва соответствует защищенному состоянию сооружения.

С другой стороны, при неизменных внешних условиях, таких как переходные и продольные электрические сопротивления, внешние электрические поля и т. д., величина защитного тока строго соответствует величине защитного потенциала.

Оптимальным является режим полной защиты сооружения при наименьшем защитном токе. Сдвиг потенциала до более отрицательных значений, чем равновесный, связан с интенсивным выделением водорода и может вызвать вредные побочные явления, такие как отслаивание изоляции сооружений и водородная хрупкость металла. В некоторых неблагоприятных случаях возникает катодная коррозия с растворением защитных пленок, образующихся на металле, что приводит к увеличению скорости коррозии [1]. Эта опасность существует для таких металлов, как свинец, алюминий и цинк. Соответствующее увеличение защитного тока увеличивает мощность защитных установок и создает повышенную опасность разрушения соседних металлических сооружений.

Сдвиг потенциала до более положительных значений, чем равновесный, характеризуется неполной защитой сооружения.

Действующие «Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии» СН 28—58 нормируют среднесуточную величину защитного потенциала. Исходя из заданной среднесуточной величины защитного потенциала выбирают средства защиты и устанавливают их параметры.

В промежутках между перенастройкой параметры аппаратов сохраняются неизменными. Этот принцип принят за основу во всех разнообразных по устройству и назначению аппаратах, выпускаемых отечественной промышленностью.

Специфической особенностью работы защитной аппаратуры является нестабильность внешних условий, особенно в поле действия блуждающих токов, что приводит, при постоянных параметрах аппарата, к систематическому отклонению режима работы от оптимального.

На рис. 1, 2 приведены осциллограммы потенциала металл — почва и тока дренажа за непродолжительный промежуток времени. Запись произведена на силовом кабеле, расположенном в зоне действия блуждающих токов.

На рис. 3, 4 показаны диаграммы изменения средних значений потенциалов за сутки и в течение года [2, 3].

Из рисунков следует, что имеют место значительные колебания потенциалов как вокруг среднесуточного значения, так и самих среднесуточных

значений. Следовательно, применяющиеся аппараты защиты с постоянными параметрами не могут обеспечить оптимальный режим защиты в каждый момент времени. Длительные отклонения от оптимального режима вызывают либо перезащиту, либо неполную защиту сооружения и сопровождаются нежелательными явлениями, о которых упоминалось выше.

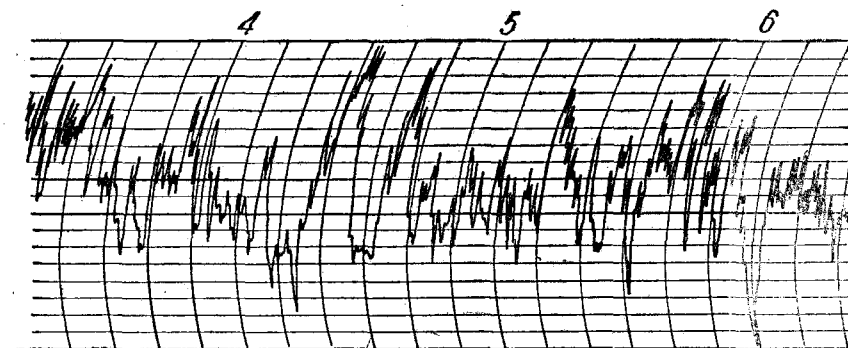


Рис. 1. Потенциал кабель — почва при включении обычного дренажа. Шкала 1,5 в. Скорость протяжки 600 мм/час.

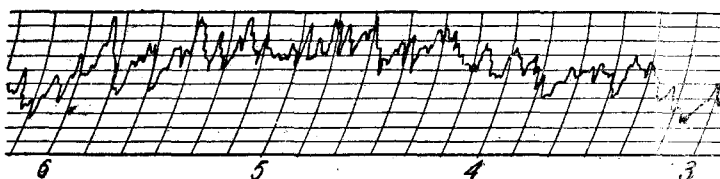


Рис. 2. Дренажный ток при включении обычного дренажа. Шкала 50 а; скорость протяжки ленты 600 мм/час.

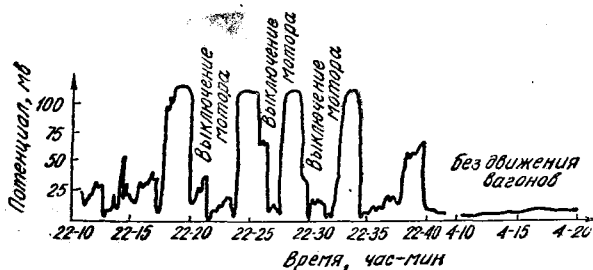


Рис. 3. Суточные изменения величины блуждающего тока электрической железной дороги.

В связи с этим возникает необходимость в автоматической аппаратуре защиты, позволяющей за счет автоматического изменения параметров поддерживать постоянную величину потенциала сооружения — почва при изменяющихся внешних условиях. Для облегчения серийного производства представляет интерес разработка универсальной установки, позволяющей при одной и той же схеме аппарата работать во всех основных режимах электрической защиты. Кроме того, существенным является требование выполнения схемы на стандартных элементах во всем диапазоне требуемых мощностей.

В Харьковском институте горного машиностроения, автоматики и вычислительной техники создана автоматическая установка, отвечающая этим требованиям.

Разработано два варианта схемы — с одним каскадом промежуточного усиления и двумя каскадами. В первом варианте схема несколько упрощается за счет использования специального магнитного усилителя 1МУ с высокоомной обмоткой управления (порядка 20 ком).

Недостатком схемы является применение специального магнитного усилителя. Во втором варианте используется серийный магнитный усилитель типа ТУМ.

При неизменной схеме аппарат, в зависимости от подключения, может работать в следующих режимах: а) катодной станции; б) усиленного электродренажа; в) электродренажа.

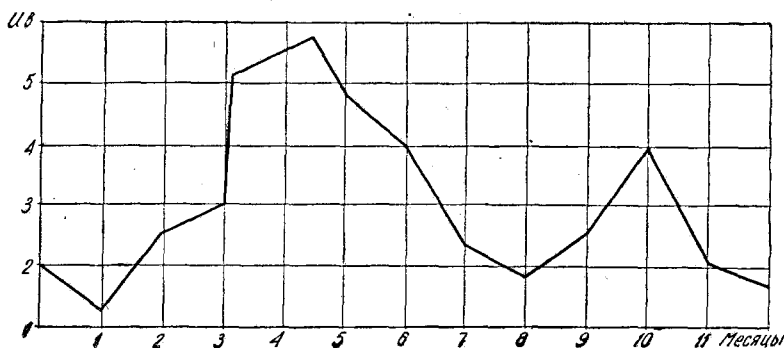


Рис. 4. Годовая потенциальная диаграмма сооружения — почва.

На рис. 5 приведена принципиальная схема установки с двухкаскадным промежуточным усилителем при работе в режиме катодной станции. Установка предназначена для автоматического поддержания постоянства заданной величины защитного потенциала сооружения при изменяющихся внешних условиях. Регулирование осуществляется включением в цепь защиты регулируемого источника напряжения (магнитный усилитель 2МУ).

Схема включает трехкаскадный усилитель. Транзистор Т и магнитный усилитель 1МУ — предварительные каскады усиления, усилитель 2МУ — выходной каскад усиления. За исходный регулирующий параметр принят потенциал сооружения — почва. Этот потенциал измеряется между измерительным электродом ИЭ, расположенным вблизи сооружения, и сооружением.

В схеме применяется электрическое сравнение между заданной величиной потенциала и действительной.

Необходимое значение защитного потенциала устанавливается по лимбу, который связан с движком потенциометра 1СП. В том случае, если потенциал сооружения — почва положительнее, чем установленный на потенциометре 1СП, входная цепь прибора открыта. На входе устройства появляется сигнал рассогласования, который усиливается тремя каскадами усиления, и на выходе магнитного усилителя 2МУ появляется соответствующее напряжение. Происходит поляризация металла.

Потенциал сооружения — почва становится более отрицательным. При достижении потенциалом значения, равного установленному на потенциометре 1СП, входная цепь закрывается. Напряжение на выходе магнитного

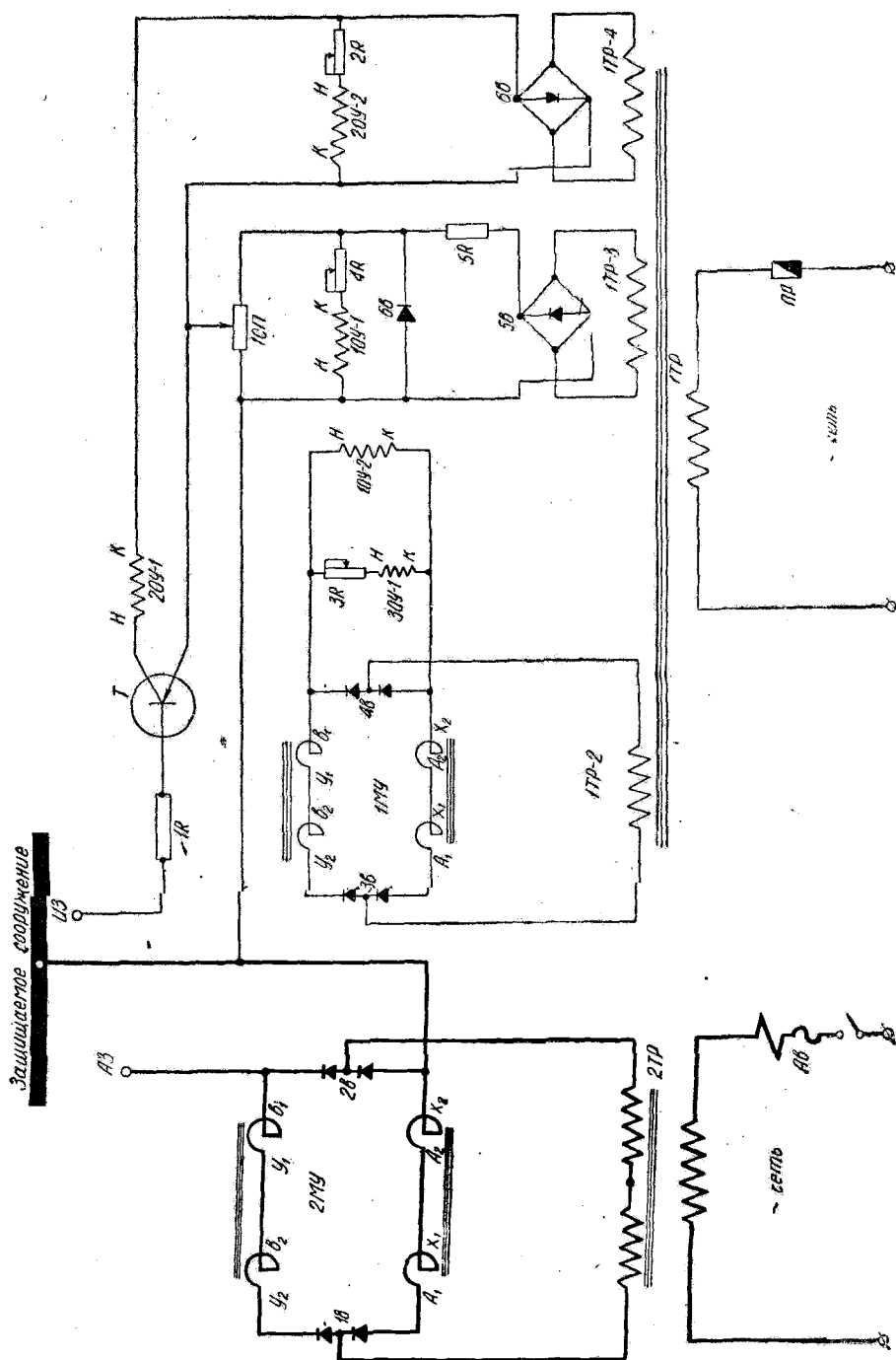


Рис. 5. Принципиальная схема автоматической универсальной установки. (Работа в режиме катодной станции).

На рис. 7 приведена скелетная схема включения аппарата при работе в режиме усиленного электродренажа. Подключение управляющих цепей остается без изменения. Работа схемы аналогична вышеописанной.

На рис. 8 показана скелетная схема включения аппарата при работе в режиме электродренажа.

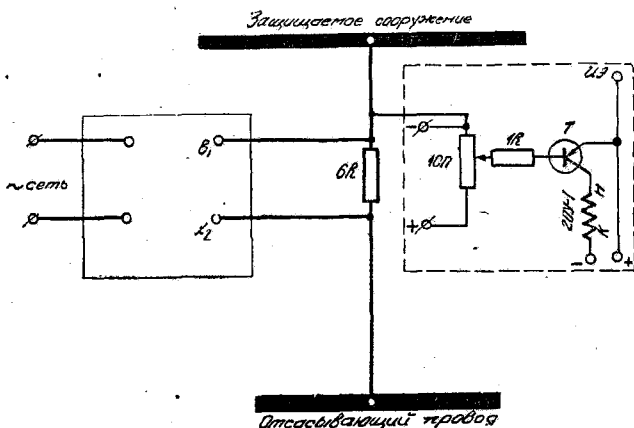


Рис. 8. Скелетная схема включения аппарата при работе в режиме электродренажа. Отдельно показано включение цепи управления.

Магнитный усилитель 2МУ включен параллельно на электродренажное сопротивление $6R$. Падение напряжения в сопротивлении $6R$, вызванное прохождением тока магнитного усилителя 2МУ, направлено встречно напряжению системы сооружения — отсасывающий провод. Это эквивалентно введению в электродренажную цепь регулируемого источника встречной э. д. с. Величина тока определяется соотношением

$$I_{\text{др}} = \frac{U_{\text{со}} - U_{\text{му}}}{R_{\text{вн}} + R_6},$$

где $U_{\text{со}}$ — напряжение системы сооружения — отсасывающий провод;

$U_{\text{му}}$ — напряжение на выходе магнитного усилителя;

$R_{\text{вн}}$ — внутреннее сопротивление системы сооружения — отсасывающий провод.

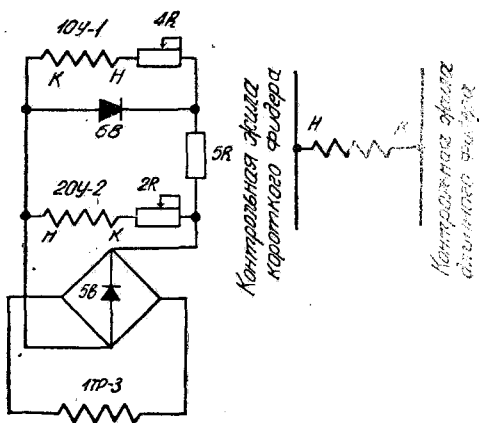


Рис. 9. Схема цепей управления аппарата для автоматического выравнивания потенциалов отсасывающих пунктов.

При включении аппарата $U_{\text{му}}$ равно нулю. Ток дренажа контролируется незначительными по величине сопротивлениями $R_{\text{вн}} + R_6$.

При достижении потенциала сооружения — почва заданной величины в цепи базы транзистора Т возникает ток, что вызывает ток на выходе магнитного усилителя 2МУ и соответствующую встречную э. д. с. в дренажной цепи. Процесс регулирования протекает непрерывно, за счет чего

поддерживается стабильная заданная величина потенциала сооружения — почва при минимальном значении тока дренажа.

На рис. 9 приведена схема цепей управления при включении аппарата для автоматического регулирования потенциалов отсасывающих пунктов тяговой подстанции с целью уменьшения токов утечки с рельсов электрифицированного транспорта.

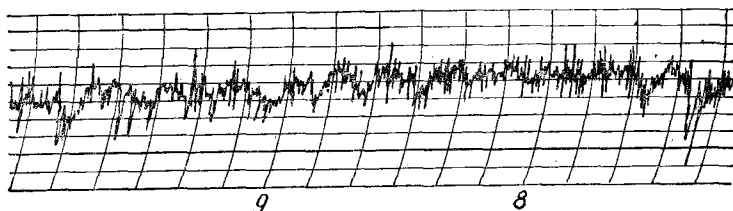


Рис. 10. Потенциал кабель — почва при включении автоматического аппарата. Шкала 1,5 в; скорость протяжки 600 мм/час.

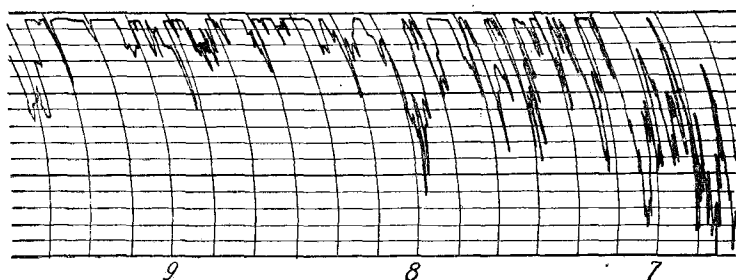


Рис. 11. Разность потенциалов между фидерами без подключения аппарата. Предел измерений 15 в. Скорость протяжки 600 мм/час.

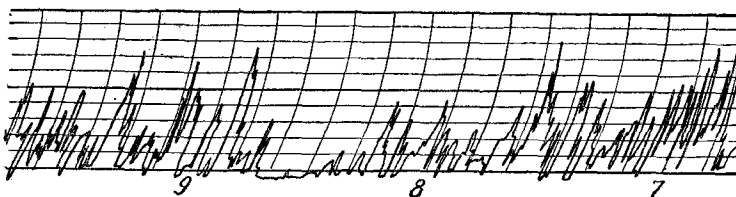


Рис. 12. Разность потенциалов между фидерами при подключении аппарата. Предел измерений 15 в. Скорость протяжки 600 мм/час.

Регулирование потенциалов отсасывающих пунктов осуществляется за счет включения аппарата в цепь фидера большего сопротивления. За исходный регулирующий параметр принимается разность потенциалов отсасывающих пунктов в точках их присоединения к рельсам. В схеме применяется магнитное сравнение между заданным значением разности потенциалов и действительным. Работа схемы аналогична описанной на стр. 5—6.

При больших мощностях целесообразно переходить на трехфазную схему включения усилителя 2МУ. Остальная часть схемы остается без изменений.

Установка выполнена на базе серийных магнитных усилителей типа УМП и ТУМ, разработанных на мощности до 80 *квт* в однофазном и 240 *квт* в трехфазном исполнении, в связи с чем может быть выполнена в любом практически необходимом диапазоне мощностей.

Проведены эксплуатационные испытания универсальной установки в различных режимах на промышленных объектах. Для этого был изготовлен опытный образец на ток 200 *а* и напряжение 20 *в*.

Измерения проводились самопишущими регистрирующими приборами типа НЗ73. Ниже приведены результаты эксплуатационных испытаний аппарата в режиме электродренажа и для регулирования потенциалов отсасывающих пунктов.

Программа испытаний была следующей:

- 1) измерение разности потенциалов кабель — почва при включении обычного дренажа;
- 2) измерение разности потенциалов кабель — почва при включении автоматического аппарата;
- 3) измерение разности потенциалов между отсасывающими фидерами до включения аппарата;
- 4) измерение разности потенциалов между отсасывающими фидерами после включения аппарата.

Результаты испытаний иллюстрируют осциллограммы рис. 1, 10, 11, 12.

Осциллограммы свидетельствуют о практически приемлемой точности поддержания потенциалов при включении аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катодная защита от коррозии. Под общей редакцией В. А. Притулы. Госэнергоиздат, 1962.
2. А. А. Спирин, Н. А. Цекун, М. М. Салам-Заде. Электрическая защита подземных металлических сооружений от электрокоррозии. Азнефтьиздат, 1954.
3. В. А. Притула. Катодная защита трубопроводов и резервуаров. Гостоптехиздат, 1950.