

*Заяц Д.С. Гальваническое влияние электрических железных дорог на подземные сооружения // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2018. – № 01 (январь). – АРТ 42-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

**РУБРИКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОСТИ**

**УДК 629.423.33**

**Заяц Дмитрий Сергеевич**

студент 5 курс, электромеханический факультет

«Омский Государственный Университет Путей Сообщения»

г. Омск, Российская Федерация

E-mail: [zayats.dimon1994@yandex.ru](mailto:zayats.dimon1994@yandex.ru)

**ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ  
ДОРОГ НА ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

*Аннотация:* При выводе законов распределения потенциалов и токов в рельсах было принято сопротивление земли равным нулю, что позволило, не внося в решение задачи заметной погрешности, значительно упростить ее выкладки и полученные формулы. Но при переходе к рассмотрению распределения потенциалов и токов в подземных сооружениях – это допущение вообще исключает возможность решения задачи.

*Ключевые слова:* железные дороги, подземные сооружения, влияние, смежные устройства.

**Zayats Dmitry Sergeevich**  
student 5 course, electromechanical faculty  
"Omsk State University of Communication Pathways"  
Omsk, Russian Federation  
E-mail: [zayats.dimon1994@yandex.ru](mailto:zayats.dimon1994@yandex.ru)

## **GALVANIC EFFECT OF ELECTRIC RAILWAYS ON UNDERGROUND STRUCTURES**

*Abstract:* In deriving the laws of the distribution of potentials and currents in rails, the ground resistance was assumed to be zero, which made it possible, without introducing a significant error in the solution of the problem, to simplify considerably its computations and the resulting formulas. But in going to the consideration of the distribution of potentials and currents in underground structures - this assumption generally excludes the possibility of solving the problem.

*Key words:* railways, underground structures, influence, adjacent devices.

Действительно, если считать, что сопротивление земли равно нулю, а сопротивление подземного сооружения и сопротивление переходного слоя от земли к подземному сооружению имеет конечное значение, то ток по подземному сооружению не потечет, и никакой разницы потенциалов не будет.

Поэтому обычно для упрощения рассматриваемую задачу решают в два приема: распределение потенциалов и тока в рельсах устанавливают, исходя из принятой предпосылки, что сопротивление земли равно нулю, а затем, исходя из полученной, как бы заданной, картины распределения

потенциалов и тока в рельсах, определяют распределение потенциалов и токов в земле и подземных сооружениях. При решении задачи принимают, что сопротивление земли имеет конечное значение, а полученные выше значения потенциалов считают относящимися к бесконечно удаленной точке земли. Эта задача рядом авторов [1,2] решена аналитически. Здесь же ограничимся рассмотрением только физической картины распределения потенциалов и токов в земле и подземных сооружениях. Некоторым оправданием этого является то, что при достаточной сложности выкладок конечные решения не могут дать исчерпывающей точности, так как зависят от ряда исходных данных (переходных сопротивлений, сопротивления земли и т. п.), которые в свою очередь изменяются по времени (в зависимости от температуры, влажности) и по длине (в зависимости от профиля местности, состава грунта и т. п.).

В условиях эксплуатации при рассмотрении вопросов распределения токов и напряжений в сооружениях необходимо иметь ясное физическое представление, позволяющее правильно поставить ряд контрольных измерений, по существу решающих вопрос о защитах, какие надлежит принять в том или ином случае для обеспечения нормальной работы подземных сооружений.

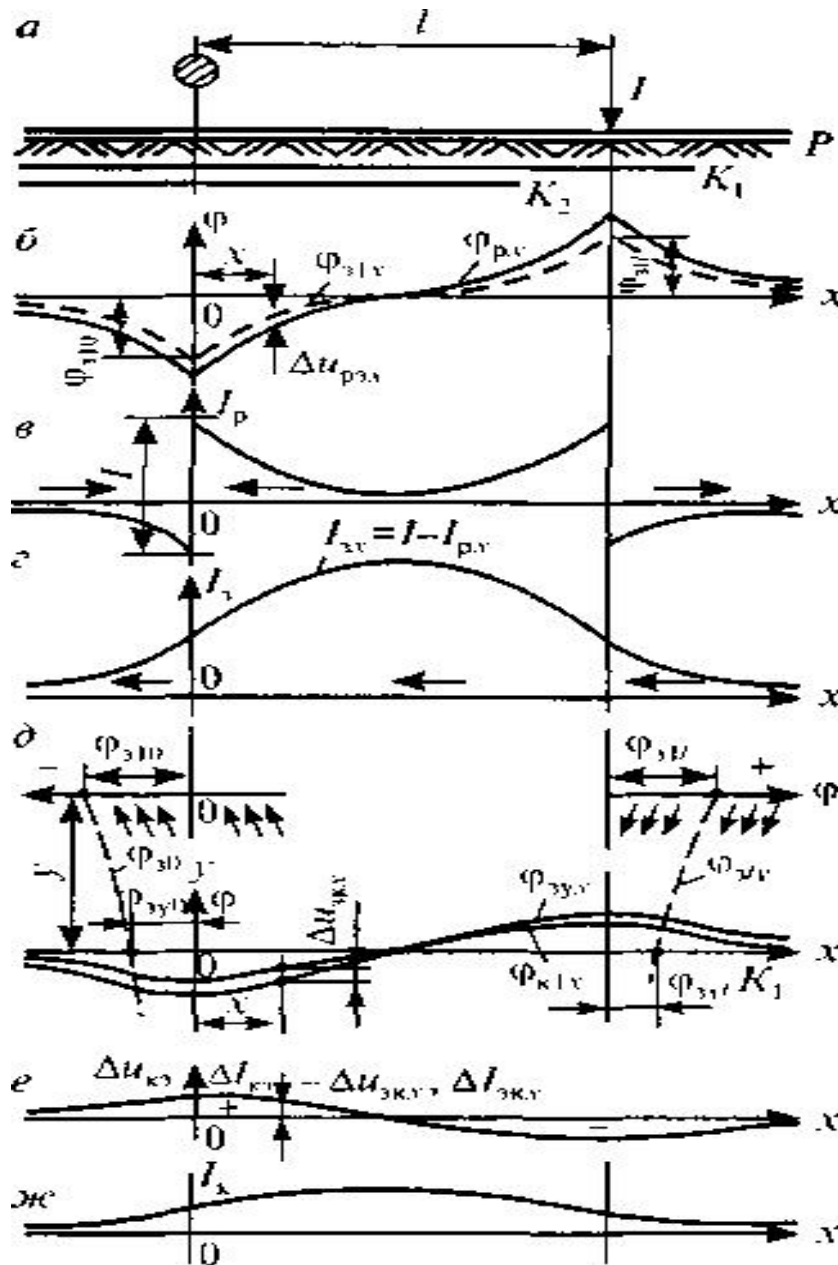


Рисунок 1 – Кривые распределения потенциалов и токов в рельсах, земле и подземных сооружениях при одной подстанции и одной нагрузке

Рассмотрим характер распределения потенциалов и тока в подземном сооружении для двух схем, на основе которых можно делать заключения и для различных случаев. Первая схема, когда на участке неограниченной длины расположена одна тяговая подстанция и одна нагрузка (рисунок 1),

и вторая, когда на участке также неограниченной длины подстанции расположены на равных расстояниях, и вся линия загружена равномерно распределенной нагрузкой (рисунок 2). В обоих случаях будем считать, что контактная сеть имеет положительную полярность, рельсы – отрицательную; вдоль линии железной дороги лежит подземное сооружение (трубопровод или кабель, один или несколько, см. рисунок 1). Для первого случая (см. рисунок 1, а) потенциал рельсов  $\varphi_{рх}$  и ток в рельсах  $I_{рх}$  показаны на рисунок 1, б и рисунок 1, в. Ток в земле  $I_{зх}$  может быть получен как разность между током нагрузки и током в рельсах (рисунок 1, г). Если вычесть из потенциала рельсов  $\varphi_{рх}$  падение напряжения в переходном сопротивлении “рельсы – земля”  $\Delta U_{рзх}$ , то получим диаграмму потенциала верхнего слоя земли  $\varphi_{з1х}$  относительно бесконечно удаленной точки земли (штриховая линия на рисунке 1, б); в точке расположения подстанции и нагрузки линия этого потенциала не имеет излома, так как здесь нет сосредоточенной нагрузки, как на рельсах.

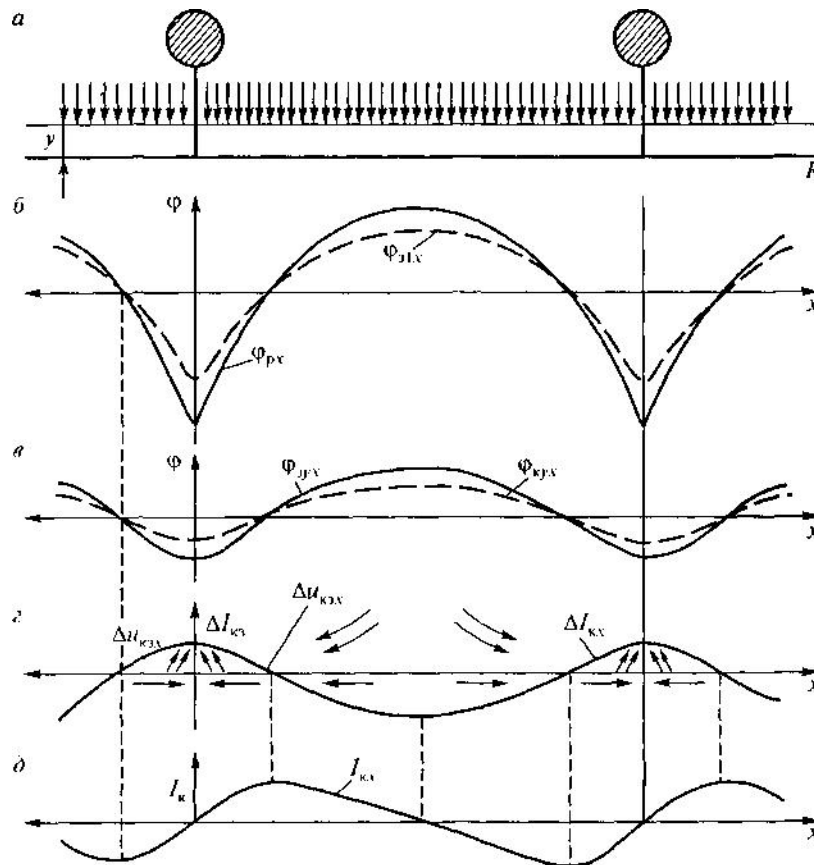


Рисунок 2 – Кривые распределения потенциалов и токов в рельсах, земле и подземных сооружениях при равномерно распределенной нагрузке

На рисунке 1, д штриховой линией показан характер изменения потенциалов земли в ее поперечных сечениях, проходящих через подстанцию  $\varphi_{30}(y)$  и нагрузку  $\varphi_{31}(y)$ . На глубине  $y$ , где расположен кабель  $K_1$  (или трубопровод), этот потенциал получает значения  $\varphi_{3y0}$  и  $\varphi_{3y1}$  и распределение потенциала земли на этом расстоянии  $\varphi_{3yx}$  имеет вид, показанный сплошной линией. Если из ординат этой кривой вычесть потери напряжения в переходном слое “земля – кабель”  $\Delta U_{3кx}$ , то получим диаграмму распределения потенциалов оболочки кабеля (относительно бесконечно удаленной земли)  $\varphi_{к1x}$  по длине кабеля (рисунок 1, д). Обратная величина  $\Delta U_{3кx}$ , т.е. разность потенциалов между оболочкой кабеля и

прилегающим слоем земли  $\Delta U_{3кx} = -\Delta U_{3кx}$ , показана на рисунке 1, е, соответствующая диаграмма тока  $I_{кx}$  в подземном сооружении приведена на рисунке 1, ж (она же является и диаграммой плотности утечки тока  $\Delta I_{3кx}$  в своем масштабе). Из рисунков видно, что зона входа тока в оболочку кабеля (катодная зона) лежит около нагрузки, а зона выхода тока из оболочки кабеля (анодная зона) – около подстанции. Как и во всех других случаях, диаграмма распределения потенциала или разности потенциалов одновременно в другом масштабе является и диаграммой плотности утечки тока.

Для второй схемы с равномерно распределенной нагрузкой (рисунок 2, а) диаграмма распределения потенциалов рельсов  $\varphi_{рx}$  и верхнего слоя земли  $\varphi_{з1x}$  дана на рисунке 2, б; диаграмма распределения потенциала земли  $\varphi_{зyx}$  и кабеля  $\varphi_{кyx}$  на глубине  $y$  дана на рисунке 2, в. Диаграмма разности потенциалов кабеля земли дана на рисунке 2, г, она же, как и на предыдущем рисунке 1, в другом масштабе показывает изменение тока утечки с поверхности кабеля. На рисунке 2, д показана диаграмма изменения тока по длине кабеля.

Дороги постоянного тока могут работать и при обратной полярности проводов и рельсов (минус в контактной сети). В начальный период электрификации в РФ были линии той и иной полярности, но в последующем была повсеместно принята полярность, показанная на рисунке 1, 2. Наибольшее удельное значение ответвляющихся или возвращающихся токов (плотность токов утечки) будет в точках максимального потенциала рельсов или подземных сооружений. Эти значения будут меньше для точек, расположенных ближе к нулевой точке, в которой они будут равны нулю. Максимальное значение блуждающих токов или токов в подземных сооружениях будет в сечении, проходящем

через точку с нулевым потенциалом, и оно будет постепенно уменьшаться при переходе к точкам, которые расположены ближе к концам участка. Анодные зоны подземных сооружений расположены против катодных зон рельсового пути и наоборот.

Для выявления коррозионных повреждений сооружений необходимо знать зоны входа и выхода блуждающих токов, как уже выше отмечено, называемые соответственно катодными и анодными зонами. В результате непосредственного действия блуждающих токов коррозия происходит в анодных зонах, т.е. в местах выхода из сооружения. Однако при защите подземных сооружений от блуждающих токов приходится считаться и с катодными зонами, в которых при щелочных грунтах под влиянием блуждающих токов концентрируются едкие щелочи, разрушающие сооружения в результате химических процессов. В зонах нулевого потенциала (которые являются нейтральными в отношении утечки тока) токи, протекающие по самому сооружению, достигают наибольшего значения и могут представлять опасность по своему тепловому действию и вызывать коррозионные повреждения в местах расположения стыков, муфт и т. п. При повышенном сопротивлении таких стыков ток, обходя последние, перетекает из одной секции подземного сооружения в другую. В местах выхода тока сооружение подвергается электрокоррозии.

На электрифицированных дорогах размеры отдельных опасных в отношении коррозии зон, а часто и их места все время изменяются. В точке приложения нагрузки всегда образуется зона ответвления или протекания (в зависимости от полярности контактной сети) блуждающих токов. Таким образом, одна из зон всегда перемещается вдоль трассы линии. Для полярности, принятой на железных дорогах РФ, на подземном сооружении



катодная зона располагается в месте нахождения нагрузки, а анодная – около подстанции.

Значения блуждающих токов, так же, как и распределение зон их протекания, зависят от ряда причин: состояния рельсовой сети, железнодорожного полотна, проводимости грунта, расположения и характера подземных сооружений, графика движения поездов и пр. В связи с этим теоретические расчеты дают результаты только первого приближения. На их основе выбирают средства защиты первой очереди, в необходимости которых не возникает сомнений. Окончательное же решение выбора защитных мероприятий второй очереди делают на основании выполненных на линии измерений после ее пуска. Согласно Инструкции по защите железнодорожных сооружений от коррозии блуждающими токами принимают специальные меры защиты этих сооружений, расположенных в анодных и знакопеременных зонах. При изменении размеров движения, веса поездов, схем питания, средств регулирования напряжения может стать другим распределение потенциалов и вызвать необходимость применения других защитных мероприятий.

Весьма существенным обстоятельством, определяющим долговечность сооружения, является неравномерность переходного сопротивления (подземное сооружение – земля) по длине подземного сооружения и отсюда – неравномерность утечки с его поверхности. Именно поэтому подземные сооружения всегда разрушаются не равномерно по всей поверхности, а в результате появления отдельных очагов усиленной коррозии. При этом токи утечки в отдельных местах могут в десятки раз превосходить токи утечки, которые были при равномерном распределении переходного сопротивления.

**Список использованной литературы:**

1. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. – М.:Транспорт, 1982. 528 с.
2. Сумин А.Р. Опасное влияние тяговой сети переменного тока на металлические сооружения. – Омск: Тр. ОМИИТ, 1970. 47 с.

*Дата поступления в редакцию: 16.01.2018 г.*

*Опубликовано: 20.01.2018 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,  
электронный журнал, 2018*

*© Заяц Д.С., 2018*