

СПОСОБ И СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ ЦЕПИ РАБОЧЕГО ТОКА ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОПОЛКЕ

THE WAY AND MEANS FOR EXPERIMENTAL MEASUREMENT OF RESISTANCE OF THE WORKING CURRENT CIRCUIT DURING ELECTRICAL WEEDING

Проф., д.т.н. Баев В.¹, ст.преп. Баев И.², ст.преп. Прокофьев П.³
Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия
E-mail: ibaew@mail.ru, camen79@mail.ru

Abstract: *Necessity is proved and methodic is described for experimental measurement of electrical impedance of working current circuit during electrical weeding.*

KEYWORDS: *ELECTRICAL WEEDING, CONTACT RESISTANCE, ROOT SYSTEM.*

1. Introduction / Введение

Электрическая прополка представляет собой процесс разрушения (повреждения) клеточных структур стеблей и корней растений электрической энергией высокого напряжения, подведенной по цепи: или сорное растение (СР) - заглубленный в почву металлический электрод (Э) (Fig.1), или сорное растение (СР) - сорное растение (СР) (Fig.2).

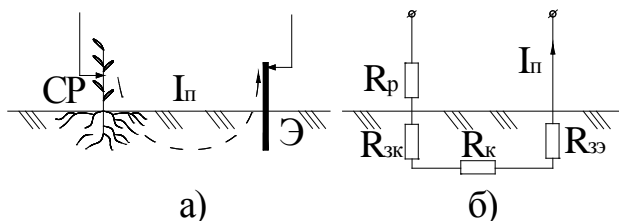


Fig.1 Подведение энергии к сорняку (а) и схема замещения цепи протекания I_n повреждающего тока (б) при варианте СР-Э:

R_p - сопротивление стебля растения; $R_{зк}$ - сопротивление контакта корневой системы с почвой; R_k - сопротивление слоя почвы между корневой системой растения и заглубленным электродом; $R_{эз}$ - переходное сопротивление контакта электрод-почва.

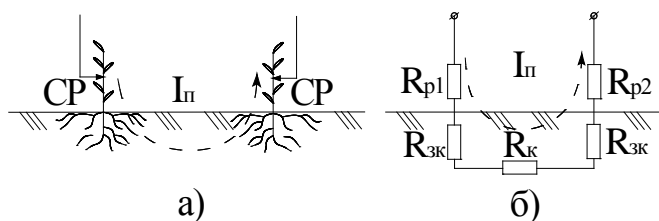


Fig.2 Подведение энергии к сорнякам (а) и схема замещения цепи протекания I_n повреждающего тока (б) при варианте СР-СР.

Из всех элементов схем замещения наибольшие значения имеют переходные сопротивления электрод - почва и корневая система - почва. Они же являются наиболее сложными в экспериментальном измерении.

Теоретическое представление о переходных сопротивлениях корневых систем различных видов сорных растений ранее рассматривалось в работе [1], а переходные сопротивления электрод - почва -- в работе [2]. Численные значения этих сопротивлений зависят от структуры и влажности почвы и необходимы для расчета рабочего тока процесса, оценки распределения потенциала на поверхности почвы в рабочей зоне и определения рабочего напряжения, необходимого для надежного повреждения растительной ткани сорняков. Поэтому значения сопротивлений необходимо не только оценить теоретически, но и для сравнения произвести экспериментальное измерение их фактических величин.

2. Preconditions and means for resolving the problem/ Предпосылки и средства для решения проблемы

Для решения этой задачи предложено использовать опыт исследований специалистов по механической обработке почвы с помощью почвенного канала. Вообще почвенный канал предназначен для лабораторных исследований. Здесь же опыт механиков перенесен в реальные полевые, различные почвенно-климатические условия. Условно названное почвенным каналом устройство представляет собой раму из двух металлических направляющих длиной 1,5...3м; соединенных поперечинами длиной 0,8...1м для придания конструкции механической жесткости. В качестве направляющих могут быть использованы: стальной уголок, двутавр, швеллер и т.д. Конструкция должна иметь достаточную жесткость при массе не более 30...50кг с возможностью её ручного перемещения и установки.

На направляющие рамы устанавливается передвижная тележка на четырех подшипниках. На тележке монтируется узел для крепления необходимого количества заземляющих электродов. Узел должен обеспечивать достаточные механическую прочность крепления электродов и электрическую изоляцию на напряжение до 30кВ [3].

Устройство узла должно позволять изменение расстояния между электродами и глубины их погружения в почву. В качестве электродов могут быть использованы ножи-щелеватели, культиваторные лапы и т.д.

Движение тележки по направляющим рамы осуществляется лебедкой с электрическим приводом, что обеспечивает равномерное перемещение заглубленных электродов в почву.

Измерение сопротивлений проводится при разных значениях напряжения от нуля до напряжения летального повреждения растений. Принципиальная электрическая схема измерения приведена на Fig.3. В ней выделены 4 основных части:

- 1) первичный двигатель ПД внутреннего сгорания с генератором СГ переменного тока напряжением 220В;
- 2) лабораторный автотрансформатор АТ и повышающий трансформатор ПТ напряжением 0,22/30кВ
- 3) заглубляемый электрод ЗЭ и уничтожаемое сорное растение СР с зажимами для подведения напряжения;
- 4) система измерительных элементов: делитель напряжения (R_1, R_2), токовый шунт $R_{ш}$, разделительные трансформаторы РТ1 и РТ2, аналого-цифровой преобразователь АЦП, обеспечивающий фиксацию результатов измерения не менее 3-5 в секунду, и переносной персональный компьютер ПК (ноутбук).

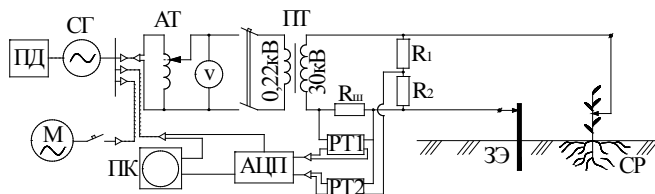


Fig.3 Принципиальная электрическая схема измерения переходных сопротивлений электрод - почва, растение - почва:

ПД - первичный двигатель привода синхронного генератора лабораторный; СТ - автотрансформатор лабораторный; ПТ - повышающий трансформатор; $R_{ш}$ - токовый шунт; R_1 и R_2 - плечи делителя напряжения; РТ1 и РТ2 - разделительные трансформаторы; АЦП - аналого-цифровой преобразователь; ПК - персональный компьютер; М - электродвигатель привода лебедки перемещения тележки; ЗЭ - заглубляемый заземляющий электрод; СР - уничтожаемое сорное растение.

Сами измерения сопротивления проводятся следующим образом. Устройство почвенного канала размещается на выбранном участке поля с сорными растениями. На узел крепления устанавливаются заглубляемые металлические электроды. Запускается в работу первичный двигатель ПД привода источника электроэнергии - синхронного генератора СТ. Автотрансформатором АТ устанавливается необходимое напряжение, которое будет подано на первичную обмотку повышающего трансформатора ПТ, а с его вторичной обмотки заданное высокое напряжение будет подано на исследуемые электроды ЗЭ или сорные растения СР. Затем включается в работу электродвигатель М привода лебедки, подается питание на измерительную аппаратуру и на ПТ, то есть на исследуемый объект. Продолжительность измерения параметров цепи не более 10 секунд. В результате компьютер регистрирует напряжение на электродах или растениях - сорняках, изменения тока в цепи и выдаст изменения суммарного сопротивления в цепи.

В начале исследования необходимо измерить переходное сопротивление заземляющий электрод - почва $R_{зэ}$. Для этого на узел крепления устанавливаются два одинаковых электрода так, чтобы при перемещении тележки они двигались в почве параллельно друг другу. Расстояние между электродами l устанавливается в зависимости от их заглубления в почву h (по аналогии с зоной защиты молниеотводов [4]) по соотношению

$$(1) \quad l = 2 \cdot (1,6h) = 3,2h$$

При таком соотношении значение сопротивления слоя почвы между приэлектродными зонами равно нулю $R_k=0$ (см. Fig.1 и Fig.2).

Измеренное суммарное сопротивление цепи тока теперь будет

$$(2) \quad R_{\Sigma} = 2 \cdot R_{зэ} ,$$

и сопротивление одного электрода

$$(3) \quad R_{зэ} = 0,5 \cdot R_{\Sigma} .$$

Сопротивление перехода корневая система - почва $R_{зк}$ можно измерить с допустимой погрешностью (10-20%) и при уже неподвижном заземляющем электроде и расстоянии между электродом и стеблем растения $l_{зр}$

$$l_{зр} = 3,2 \cdot h .$$

То есть $R_{\Sigma зр} = R_{зэ} + R_{зк}$, и тогда

$$(4) \quad R_{зк} = R_{\Sigma зр} - R_{зэ} = R_{\Sigma зр} - 0,5 \cdot R_{\Sigma}$$

По изложенной методике возможно измерять сопротивления в зависимости от значений заглубления электрода h (в пределах до 0,3м), влажности почвы (в диапазоне от 20% до 80%), напряжения (до 30кВ) на участках различных полей с различными структурами почв и различными видами сорных растений на участках.

5 Conclusion / Заключение

Таким образом, предложенные методика и технические средства позволяют с достаточной точностью измерять в полевых условиях реальные значения переходных электрических сопротивлений заглубляемый электрод - почва и корневая система сорного растения - почва и на этой основе вырабатывать технические условия на основные электрические параметры электропропольщика.

6 Literature / Литература

1. Баев, В.И. Аналитическое описание сопротивления корневой системы растений при электрической обработке [Текст]/ В.И.Баев, Н.К.Армянов // Научный вестник. Инженерные науки. Вып.2/ Волгоградская госуд. с.х. академия. Волгоград, 1999. - С. 133...135.
2. Баев, В.И. Оценка сопротивления и поля растекания тока в почве между корнем растения и заглубленным электродом при электрической прополке [Текст]/ В.И.Баев, И.В.Баев, П.В.Прокофьев // Научные известия. III International scientific and technical congress. Agricultural machinery. Varna, Bulgaria. June 2015. - С. 98...100.
3. Баев, В.И. Обоснование эскизной конструкции установки для электрического уничтожения сорняков [Текст]/ В.И.Баев, И.В.Юдаев // Совершенствование научного обеспечения и подготовки кадров для агропромышленного производства Волгоградской области. Материалы научно-практической конференции (1993г.). - Волгоград: Волг. госуд. с.х. акад., 1993. - С. 325...327.
4. Долгинов, А.И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике [Текст]/ А.И.Долгинов // - М.: "Энергия", 1968. - 464с.