



УДК 632.935.9+631.348.8.

## ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ НА СЕЛЬХОЗУГОДИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*М.И. Сидоров, студент 4 курса факультета механизации  
Научный руководитель – И.В. Юдаев, к.т.н, доцент  
ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия*

*Современное состояние сельскохозяйственных угодий заставляет задуматься о необходимости продолжать, в борьбе против сорняков, интенсивную химическую и механическую обработку почвенных площадей, нанося природе экологический урон и продолжая безудержно истощать минеральные запасы гумуса в почве. В качестве альтернативы традиционным способам предлагается использовать электроимпульсную прополку, подтвердившую, что она является экологически безвредной и технологически эффективной.*

**Ключевые слова:** *экология, электроимпульсная прополка, структура электроимпульсного пропольщика, параметры процесса*

Волгоградская область – один из крупнейших в Российской Федерации производителей сельскохозяйственной продукции, доля которой в валовом производстве всей страны составляет 2,0...2,5 процента. По производству зерновых культур область – в числе лидеров среди российских регионов.

Для устойчивого развития сельского хозяйства региона в 1984 году на выездной сессии ВАСХНИЛ одобрена и принята к исполнению научно-обоснованная система сухого земледелия области, одной из технологических операций в которой определена успешная борьба с сорняками. При этом отмечено, что основными наиболее вредоносными сорными растениями Нижнего Поволжья являются корнеотпрысковые сорняки, такие как осот желтый и розовый, вьюнок полевой, горчак розовый, а также малолетние сорные травы: щирицы (виды), мари (виды), щетинники (виды) и овсюг.

Основными действующими факторами при уничтожении, например, корнеотпрысковых сорняков принято считать истощение их корневой системы систематической механической обработкой почвы, особенно на паровых полях; а также применение эффективных гербицидов и подавление сорных растений развитыми посевами сельскохозяйственных культур.

Землепользователь в России в последние два десятилетия столкнулся с целым рядом проблем, которые привели к изменению фитосанитарного состояния посевов и насаждений. Уменьшение финансирования привело к снижению использования химических средств борьбы с сорной растительностью и сокращению традиционных агротехнических мероприятий для этой цели, что привело в целом к увеличению степени засорённости сельскохозяйственных угодий. Применение же доступных, но не всегда экологически безопасных, химикалиев увеличило количество площадей с неблагоприятным экологическим состоянием. Кроме этого не снижаются ареолы распространения карантинных сорняков в регионе и стране в целом. Поэтому в последнее время предлагаются новые способы физического уничтожения сорняков, к которым относится и применение электрических импульсов высокого напряжения.

## СЕКЦІЯ 1

### «Технічні інновації та практика в управлінні якістю вищої освіти» «Науково-технічний прогрес у розвитку вищої освіти України»»



Электроимпульсную технологию уничтожения сорняков можно рассматривать как применение сравнительно экологически чистых технологий в земледелии, попытку подавления и уничтожения наиболее вредоносных трудноискоренимых корнеотпрысковых сорняков, а также возможность избирательного уничтожения карантинных. Кроме того, появляется возможность автоматического контроля и управления разрабатываемых агрегатов (спутниковый контроль засорённости, автоматическое дозирование энергии воздействия в зависимости от вида и возраста сорных растений и др.).

Ещё в XIX веке в США запатентовано первое техническое устройство, позволяющая повреждать сорняки при помощи электрической энергии. Впоследствии в ряде стран предложены технологии применения электричества для истребления сорных растений, прополки посадок и посевов, стерилизации растительных остатков на обрабатываемых площадях. В основном эти работы посвящены разработке установок (*LW-5, l'Agrichoc, Эрник* и др.) для борьбы с сорными травами при помощи переменного высокого напряжения, но изучалось также и влияние импульсов высокого напряжения на сорняки. Сравнивая эти два направления можно констатировать, что импульсное воздействие перспективнее, так как требует меньших затрат энергии для необратимого повреждения тканей (в некоторых случаях на порядок), что сказывается на уменьшении мощности применяемого оборудования и, следовательно, его громоздкости, снижении амплитуды воздействующего напряжения, что в свою очередь позволяет повысить безопасность проведения такого рода работ, сокращении затрат совокупной энергии на традиционно выполняемой операции [4].

Для обоснования использования электроагрегатов при прополке посадок и посевов, а также участков со сплошной засоренностью, пока еще не сформулированы чётко к ним требования, отсутствует обоснование механизма электроповреждения растительных тканей, повреждающей дозы электрической энергии, а также критерии выбора применяемой электродной системы. На электроэнергетическом факультете Волгоградского ГАУ проводятся исследования, направленные на решение этих задач, с дальнейшим проектированием и разработкой электротехнологического агрегата.

Технологическая эффективность истребления сорняков, в первую очередь, определяется необратимым повреждением их растительных тканей. Энергетические показатели этой операции зависят от минимальных затрат электрической энергии, которую необходимо затратить, для того чтобы повреждение тканей сорняков, и особенно корневой системы, достигло предельного значения. Сложность же конструкции и стоимость в значительной мере определяются уровнем используемого напряжения: чем оно ниже, тем проще, дешевле установка и безопаснее её эксплуатация.

Проведенные исследования по изучению электропроводных свойств и характеристик тканей сорных растений как объектов электроимпульсного воздействия, позволили установить, что удельное электрическое сопротивление растительных тканей корневой системы сорняков имеет наибольшее значения, а стеблей – наименьшее, а с увеличением периода развития сорных растений оно возрастает. Кроме этого выявлено – поверхностные ткани различных участков сорных растений обладают большим значением сопротивления, чем внутренние. [2, 5, 6].



Изучение чувствительности растительной ткани сорняков к воздействию электрическим током и анализ изменения параметров ее электрической схемы замещения, позволили сформулировать рабочую гипотезу электроповреждения. При этом электрическое сопротивление ткани уменьшается вследствие того, что клеточные мембраны теряют свои полупроницаемые свойства, а сопротивление самих мембран, а также внутриклеточного и межклеточного органических «растворов» выравниваются, становясь равными сопротивлению протоплазмы. Это происходит в результате того, что выходящий из клетки через открывшиеся поры в стенке мембраны вакуолярный сок, имеющий самую высокую проводимость, смешивается с межклеточной жидкостью и снижает общее электрическое сопротивление до значения сопротивления протоплазмы. Одновременно с этим образовавшийся раствор заполняет открывшиеся в мембранной стенке поры, которые под действием электрического поля высокой напряжённости утрачивают способность к избирательному пропусканию ионных потоков. В результате этого сопротивление мембраны становится равным сопротивлению протоплазмы, вследствие чего шунтирует мембранную ёмкость.

Для выявления основных технических характеристик агрегата, обоснования конструкции электродной системы и варианта подведения электрической энергии к растениям, исследовались сопротивления цепей протекания токов обработки сорняков в условиях их естественного произрастания. Анализ полученных результатов позволил выяснить, что сопротивление цепи обработки «электрод – растение – почва – растение – электрод» линейно возрастает с увеличением расстояния между сорняками и убывает по квадратичной зависимости при увеличении диаметра обрабатываемых растений. Этот параметр уменьшается по степенной зависимости с увеличением влажности почвы на исследуемом участке и возрастает при увеличении высоты подвеса электродной системы [2, 5, 6].

Для региона Нижнего Поволжья экспериментально установлено, что затраты электрической энергии на уничтожение некоторых видов сорных трав, находящихся в фазе развития «начало созревания», (при воздействии импульсами с амплитудой напряжения 18...20 кВ и частотой следования до 10 Гц) равны: для осота розового (*Cirsium arvense* L.) – 102...134 Дж; осота полевого (*Sonchus arvensis* L.) – 134...186 Дж; молочая лозного (*Euphorbia waldsteinii* L.) – 570...740 Дж; молочана татарского (*Lactuca tatarica* L.) – 64...104 Дж; вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.) – 172...212 Дж; щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) – 34...106 Дж; дурнишника обыкновенного (*Xanthium strumarium* L.) – 106...212 Дж [2, 5, 6].

Одним из основных вопросов реализации операции электроимпульсной прополки является ее экологическая безопасность. Анализ полученных результатов исследований и исследований других авторов по воздействию электрических полей и в частности электрических разрядов на микрофлору почвы, а также живущих в ней организмов, позволяет заключить, что явное негативное влияние на агрофитоценоз почвы не наблюдается. Такое заключение позволяет характеризовать электропрополку как экологически чистую технологию, которая не только не загрязняет окружающую среду, но и минимально воздействует на микрофлору почвы [1, 3].

## СЕКЦІЯ 1

### «Технічні інновації та практика в управлінні якістю вищої освіти» «Науково-технічний прогрес у розвитку вищої освіти України»



Результаты проведенных нами многолетних исследований по изучению электрофизических характеристик сорных растений как объектов электрического воздействия, а также и анализ моделей электропропольщиков позволяют определить основные элементы и обосновать построение рациональной структуры агрегата для уничтожения сорняков электрическими импульсами высокого напряжения. Принципиально устройство состоит из (рис. 1): силовой установки перемещения, источника электроэнергии и устройства подведения электроэнергии к сорнякам.



**Рис. 1. Электроимпульсный пропольщик, навешиваемый на колёсный трактор**

В качестве силовой установки для обеспечения мобильности и маневренности устройства, и поскольку уничтожение сорняков может производиться на участках без посевов, например, паровые поля, а также в междурядьях культурных растений, следует брать колёсный трактор.

В качестве первичного источника электрической энергии целесообразно использовать синхронный генератор, имеющий относительно малую стоимость и позволяющий с помощью обычного повышающего трансформатора получить любое значение высокого напряжения, необходимого для работы агрегата. Для привода генератора следует использовать вал отбора мощности колёсного трактора.

Исследованиями установлено, что для уничтожения сорняков необходимо напряжение до 20...25 кВ. Поэтому нагрузкой синхронного генератора 220/380 В, служит преобразователь, основным элемент которого – повышающий трансформатор, с масляный или сухой изоляцией. Кроме того необходимо использование выпрямителя, умножителя напряжения и формирователя импульсов или импульсного трансформатора с электронным блоком управления.

Исключительно важным является устройство подведения электроэнергии к растениям. Принципиально оно представляет электродную систему, состоящую только из навесных электродов или дополненную хотя бы одним заглубленным в почву. Выбор варианта подвода электрической энергии к сорным растениям производится в соответствии с технологией возделываемых культурных растений, местных почвенных условий, видов и периодов развития произрастающих сорняков.



Анализ существующих технических решений конструкции электродов навесной системы позволил предложить в качестве нового, эффективного варианта электроды, выполненные в виде цилиндрических тел с вертикальными проточками или проточками, сделанными под некоторым углом к направлению движения, имеющие режущие кромки, а также в виде пластины с контактирующей поверхностью, имеющей острые элементы, соединенные между собой дугообразными участками с режущей кромкой.

Для применения в качестве заглубленного электрода наиболее подходят электроды – ножи сельскохозяйственных орудий в виде черенкового, ножа-щелевателя, а также дисковых – неподвижного и вращающегося при перемещении.

Следует иметь в виду, что при использовании только навесных электродов для эффективного уничтожения сорняков потребуется более высокое рабочее напряжение, что в некоторой мере усложняет блок питания агрегата. Во втором варианте необходимо напряжение несколько меньше, но подпочвенное перемещение электрода потребует больших (на 10...15%) суммарных энергетических затрат.

Уничтожение сорняков производится или между рядами культурных растений, или при отсутствии посевов и посадок по всему полю сплошной обработкой. В любом случае подведение энергии к растениям выполняется контактированием хотя бы одного электрода с их стеблями. Поэтому до обработки они не должны быть смяты колесами и, следовательно, электродная система располагается в передней части трактора перед радиатором. Поскольку рабочее напряжение для электродной системы по техническим условиям составляет не менее 20 кВ, то с целью сокращения длины высоковольтных проводников повышающий трансформатор и генератор импульсов высокого напряжения должны размещаться вблизи электродов.

Внедрение электроимпульсной прополки в технологию подготовки посевных площадей для выращивания зерновых культур позволит увеличить эффективность борьбы с сорняками по затратам живого труда – на 62 % по сравнению с химической обработкой и практически сравниться с культивацией; по затратам прямой энергии – на 83 % и 62 % и по затратам на изготовление технических средств для каждого способа – на 35 % и 41 %, соответственно. Электроимпульсная прополка паров позволяет снизить полные совокупные энергетические затраты, например, при возделывании озимой пшеницы на площади 100 га на 12,89 % по сравнению с химической прополкой и на 5,13 % по сравнению с обычной культивацией. Годовой экономический эффект при этом составляет 35601,5 р. и 206765,9 р., соответственно, и срок окупаемости 4,3 и 1,1 года. Все это обеспечивается высокими технологической эффективностью и энергетическими показателями, меньшими эксплуатационными расходами и экологической безопасностью рассматриваемой электротехнологии.

### **Список литературы**

1. Боженков, А.В. Действие электрокультивации на агрофитоценоз почвы [текст] / А.В. Боженков // Агрономическая наука - достижения и перспективы. - Киров, 1994. - С. 73.
2. Баев, В.И. Сорные растения как объект электрической прополки: биологические особенности и электрофизические свойства [текст]: монография / В.И. Баев, Т.П. Бренина, Д.С. Елисеев, И.В. Юдаев; ВГСХА. - Волгоград: Станица-2, 2004. - 128 с.
3. Плеханов, Г.Ф. Изучение влияния электрического поля высоковольтных установок на некоторые компоненты биогеоценоза (почва, растения, животные) [текст] / Г.Ф. Плеханов, В.М. Орлов, А.Г. Карташев // Экология. - 1988. - №2. - С. 78...80.
4. Тверитин, А.В. Состояние и тенденции развития электрических способов и оборудования для борьбы с сорняками [текст] / А.В. Тверитин, Н.Б. Трофимова, Л.И. Исаева [и др.] // Обзорная информация. - М.: ВНИИТЭИСХ, 1984 - 65с.

## СЕКЦІЯ 1

### «Технічні інновації та практика в управлінні якістю вищої освіти» «Науково-технічний прогрес у розвитку вищої освіти України»

---



5. Юдаев, И.В. Обоснование технологических параметров электроимпульсного уничтожения сорной растительности [Текст]: автореф. канд. техн. наук / И.В. Юдаев. - Волгоград, ВГСХА, 2002. - 24 с.

6. Judajev, I.V. The definition of electro impulses used in weed control [Текст] / I.V. Judajev, T.P. Brenina // Journal of agricultural sciences. Published by University of Belgrade. Republic of Serbia. Faculty of Agriculture. - Belgrade 2008. Vol. 53. №1. - P.37...44.

***Аннотация:** Современное состояние сельскохозяйственных угодий заставляет задуматься о необходимости продолжать, в борьбе против сорняков, интенсивную химическую и механическую обработку почвенных площадей, нанося природе экологический урон и продолжая безудержно истощать минеральные запасы гумуса в почве. В качестве альтернативы традиционным способам предлагается использовать электроимпульсную прополку, подтвердившую, что она является экологически безвредной и технологически эффективной.*

***Ключевые слова:** экология, электроимпульсная прополка, структура электроимпульсного пропольщика, параметры процесса*