

УДК 631.588.9

ЭЛЕКТРОДУГОВЫЕ ПЛАЗМОТРОНЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Ю.А.ГОРДЕЕВ,
канд. с.-х. наук, РГТУиС, г. Смоленск

Показана целесообразность плазменного облучения семян перед посевом. Использование стационарных и мобильных электродуговых плазмотронов в хозяйствах повысило урожайность зерновых культур на 20-80%.

Ключевые слова: плазмотрон, предпосевная обработка семян.

The efficiency of the plasma exposure of seeds before sowing is shown. The use of stationary and mobile electric arc torches in farms increased the yield of grain crops in 20-80%.

Keywords: plasma torch, pre-seeding treatment.

Плазма – это электрически нейтральная система элементарных частиц и ионизированных и неионизированных молекул и атомов. Понятие *низкотемпературная* плазма конкретизирует физический состав плазмы, который кроме ионов и электронов включает нейтральные частицы (так называемое неравновесное состояние). Температура отдельных составляющих такой плазмы находится в пределах от 3000 до 30000°С. Для получения низкотемпературной плазмы в технических приложениях широко используется электрический разряд в газе.

Получают искусственную плазму в плазмотроне (генераторе плазмы), в котором плазма образуется при протекании электрического тока через разрядный промежуток.

Существуют два способа подключения плазмотрона для генерации дуг *прямого* действия (рис. 1а, 2а) и *косвенного* (рис. 1б, 2б) действия, назы-

ваемых плазменной струей.

Чаще плазмотроны косвенного действия конструктивно отличаются от плазмотронов прямого действия более эффективной системой охлажде-

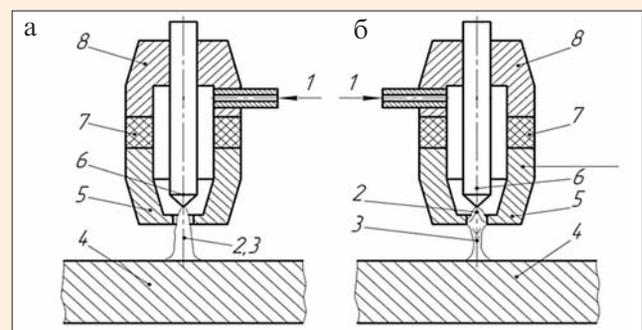


Рис. 1. Схемы образования плазменных дуг прямого (а) и косвенного (б) действия: 1 – подача газа; 2 – дуга; 3 – струя плазмы; 4 – обрабатываемый материал; 5 – наконечник; 6 – катод; 7 – изолятор; 8 – катодный узел

ния соплового узла плазмотрона. В плазмотронах косвенного действия плазменная дуга создается между электродом и соплом, а поток рабочего газа выдувает плазменную струю.

Плазменная дуга косвенного действия (струя, поток) имеет форму ярко выраженного конуса с вершиной, обращенной к изделию и окруженной факелом. Слой газа, омывающий столб дуги снаружи, остается относительно холодным, образуя тепловую и электрическую изоляцию между плазменной дугой и каналом сопла (рис. 2б).

В настоящее время плазменную дугу, генерируемую плазмотронами косвенного действия, ста-

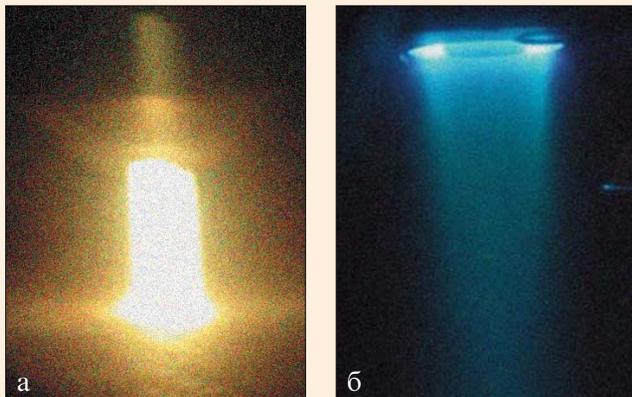


Рис. 2. Внешний вид плазменной дуги из сопла плазмотрона: а – плазменная дуга прямого действия; б – плазменная дуга косвенного действия

ли применять для предпосевной обработки семян. Плазменная технология активизирует все жизненные процессы семян.

Обрабатывать семена именно холодной плазмой ученые пытались последние 20 лет и достигли определенных результатов. Исследованиями активно занимаются в научных центрах Японии, Германии, Италии, России и Белоруссии.

В нашей стране в 1980 г. на Смоленском авиационном заводе инженером-исследователем А.С.Бересневым при участии сотрудников Смоленской государственной медицинской академии и Российского медицинского университета была создана плазменная установка СУПР-М.

Анализ испытаний уже существующих моделей промышленных плазмотронов, принципов их действия и систем их питания, проводившихся в лаборатории биофизики ФГОУВПО «Смоленская ГСХА» с 1994 г., показал, что для целей предпосевной обработки семян требуется разработка специализированных плазмотронов сельскохозяйственного назначения.

Установка для плазменного облучения семян (рис. 3) состоит из газобаллонного оборудования 1, предназначенного для дозированной по-

дачи рабочего газа, излучателя 2, в котором происходит зажигание и горение дуги газового разряда, управляющего блока 3 с устройствами зажигания, регулировки подачи газа, индикации давле-

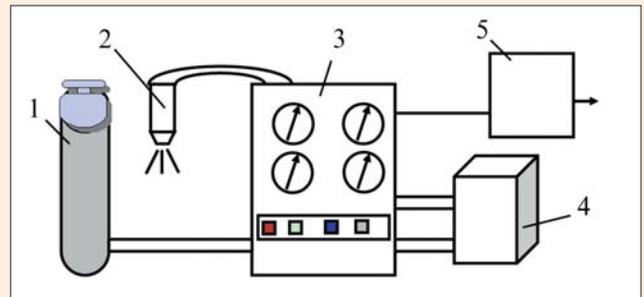


Рис. 3. Общая схема плазмотронной установки

ния охлаждающей жидкости, силы тока и напряжения дуги разряда, а также панели управления всей установкой. Для обеспечения подачи и охлаждения воды служит комплекс 4, а электропитание дуги разряда и всей системы осуществляется через дуговой выпрямитель 5.

Внешний вид плазмотрона для генерации плазмы дугового разряда в среде инертных газов показан на рисунке 4.

Система энергопитания плазмотронов состоит из четырех основных подсистем: подготовки и контроля параметров газа, системы циркуляции и охлаждения воды, управления и источника электропитания плазмотрона (рис. 5).

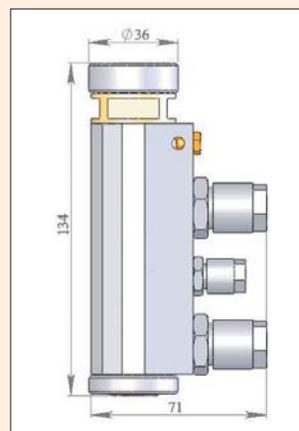


Рис. 4. Внешний вид и конструкция плазмотрона

Существует несколько модификаций плазмотронов сельскохозяйственного назначения.

В ранних экспериментах (1994-2007 гг.) для облучения семян ис-



Рис. 5. Структурная схема системы энергопитания плазмотрона

пользовали промышленно выпускаемые плазмотроны, применявшиеся при резке металлов и в хирургических операциях. Естественно, они не отвечали потребностям сельскохозяйственной биологии и обладали малой производительностью.

В самом начале 1997 г. в ЗАО «Центр плазменных технологий» было принято решение создать плазмотрон сельхозназначения СУПР-Б.

Для этого ток в силовой части лабораторной плазменной установки увеличили с 60 до 200 А, диаметр плазменного пятна расширили с 5 до 40 см и установили устройство автоматического возбуждения дуги (осциллятор) (рис. 6а).

На рисунке 6б представлен внешний вид плазмотрона СУПР-К, созданного инженером А.А.Кульковым в лаборатории биофизики ФГОУВПО «Смоленская ГСХА» при поддержке гранта Роснауки.

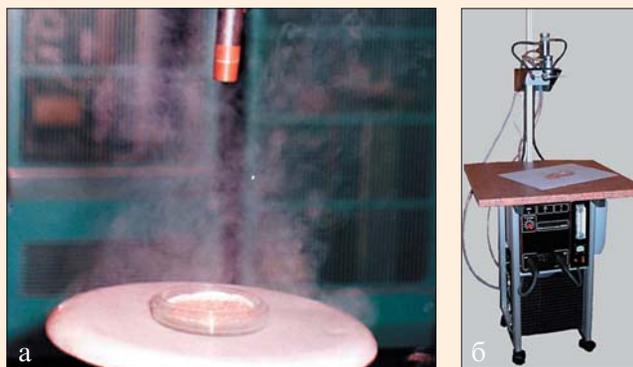


Рис. 6. Внешний вид стационарных электродугowych плазмотронов:

а – лабораторный электродуговой плазмотрон СУПР-Б;
б – лабораторный электродуговой плазмотрон СУПР-К

Данная модификация плазмотрона оснащена более совершенным и устойчивым к продолжительной работе соплом оригинальной конструкции. И самое главное, для получения строго дозированного импульсного излучения на нем установлен так называемый обтюратор, который за счет вращающихся дисков с прорезями обеспечивает различную длительность светового импульса.

Дисковый прерыватель (обтюратор) позволяет задавать различную скважность облучения. При вращении диска, установленного между соплом плазмотрона и облучаемым материалом, подача потока низкотемпературной плазмы носит прерывистый характер.

Система включает два алюминиевых диска диаметром 30 см с двумя радиальными прорезями, привод вращения диска и систему управления приводом. Внешний вид дисков с приводом показан на рисунке 7. В качестве привода используется дви-

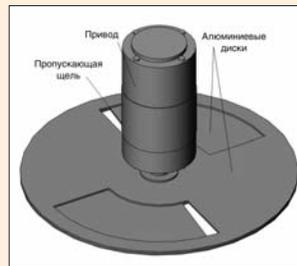
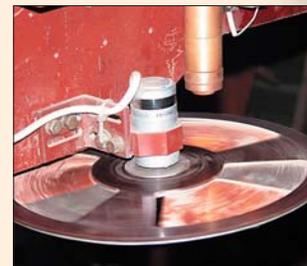


Рис. 7. Внешний вид обтюлятора



гатель постоянного тока. Диски имеют возможность поворачиваться относительно друг друга, что дает возможность регулировать ширину пропускающей излучение щели. Диски помещаются под плазмотроном так, чтобы середина щели совпадала с осью сопла плазмотрона. При вращении дисков поток излучения от плазмотрона к семенам будет прерываться телом дисков, не содержащим прорези (рис. 8).

Использование данного устройства позволило

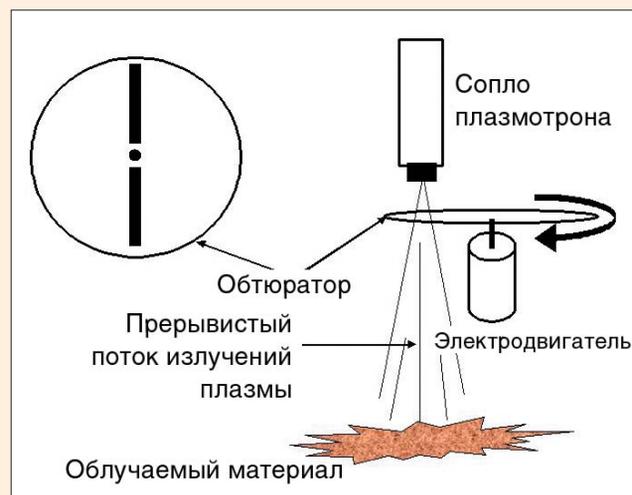


Рис. 8. Схема работы обтюлятора

поднять производительность установки сразу в 40 раз. Если без применения обтюлятора положительный эффект плазмы проявлялся при облучении семян в течение 40 с, то с обтюратором таких же результатов можно достичь за 1 с облучения. Это, в свою очередь, и позволило в дальнейшем создать высокопроизводительную промышленную установку.

Только к полевому сезону 2001 г. специалистами лаборатории биофизики ФГОУВПО «Смоленская ГСХА» под руководством профессора А.М.Гордеева и при участии ООО «Сегмент Сервис» ЗАО «Центр плазменных технологий» была создана мобильная установка.

«АгроПлаза-М» – мобильный комплекс, обеспечивающий плазменную предпосевную обработку семян производительностью до 2 т/ч. В штат-

ном режиме эксплуатируют и обслуживают комплекс один инженер и два оператора.

В состав комплекса «АгроПлаза-М» входят (рис. 9):
 - агрегат «АгроПлаза-М-01», предназначенный для приема семян из бурта (или любой другой формы складирования), формирования потока семян, плазменной обработки и погрузки обработанного посевного материала на автотранспорт либо его временного затаривания (1).

- агрегат «АгроПлаза-М-02» – стойка управления параметрами плазмы (2).

- агрегат «АгроПлаза-М-03» – система охлаждения плазмотронов (3).

Комплекс транспортируется на автомобиле КамАЗ-55102-053 (сельскохозяйственный вариант, двусторонний самосвал, тент). Разгрузка и монтаж комплекса осуществляются бригадой специалистов в течение 2 ч. Демонтаж и погрузка

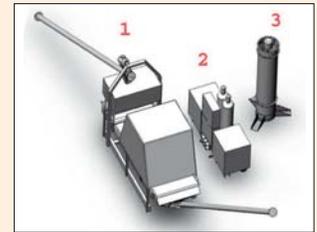


Рис. 9. Внешний вид и состав комплекса «АгроПлаза-М»

изводственных условиях обрабатывали на установках СУПР-М, СУПР-К и «АгроПлаза-М». Параметры облучения во все годы экспериментов были различными и зависели от модификации установок и целей экспериментов.

Полевые промышленные эксперименты проводились на полях ряда хозяйств Смоленской области – КХ «Катынь», КФХ «Правда», колхоз «Стригино», колхоз «Прудки» и др. (таблица).

Таблица

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ИЗЛУЧЕНИЯМИ ГЕЛИЕВОЙ ПЛАЗМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА УСТАНОВКАХ СУПР-М, СУПР-К, «АГРОПЛАЗА-М»

Год, культура	Варианты	Урожайность, ц/га	Прибавка		Хозяйство
			ц/га	%	
2000 г., ячмень	Контроль	12,2	-	-	КХ «Катынь»
	Плазма	17,8	+5,6	+46	
2000 г., оз. пшеница	Контроль	22,1	-	-	КХ «Катынь»
	Плазма	27,6	+5,5	+23	
2000 г., яр. пшеница	Контроль	19,1	-	-	КХ «Катынь»
	Плазма	26,3	+7,2	+38	
2001 г., яр. пшеница	Контроль	18,2	-	-	КФХ «Правда»
	Плазма	28,4	+10,2	+56	
2002 г., яр. пшеница	Контроль	23,3	-	-	КФХ «Правда»
	Плазма	39,2	+15,9	+68	
2002 г., яр. пшеница	Контроль	10,6	-	-	СПК «Стригино»
	Плазма	16,0	+5,4	+51	
2002 г., оз. рожь	Контроль	27,1	-	-	КФХ «Правда»
	Плазма	39,5	+12,4	+46	
2002 г., оз. рожь	Контроль	18,8	-	-	СПК «Стригино»
	Плазма	28,7	+9,9	+53	
2003 г., оз. рожь	Контроль	21,4	-	-	КФХ «Правда»
	Плазма	36,6	+15,2	+71	
2003 г., оз. рожь	Контроль	25,5	-	-	СПК «Стригино»
	Плазма	46,0	+20,5	+80	
2003 г., ячмень	Контроль	10,0	-	-	КХ «Прудки»
	Плазма	12,3	+2,3	+23	

комплекса – в течение 1,5 ч. В течение периода работы комплекса автомобиль используется как дополнительная транспортная единица для перевозки зерна к месту сева.

В 2000-2003 гг. посадочный материал в про-

Приведенные данные свидетельствуют о довольно высокой эффективности плазменных технологий.

В производственных испытаниях прибавка урожая зерновых культур при их применении составляла 20-80%. ◆