

Литература

1. Кулен А., Купперс. Современная земледельческая механика. – М.: «Агропромиздат», 1986.
2. Временные рекомендации по ограничению уровня воздействия движителей сельскохозяйственной техники на почву. - М.: Агропромиздат, 1985.
3. Кочетов И.С. Энергосберегающая обработка почвы в Нечерноземье. – М.: Росагропромиздат, 1990.
4. Плуги и машины для глубокой обработки почвы. Программа и методика испытаний.- ОСТ 3,2-70.- М., 1970.

Кандидаты технических наук

О.В.Гордесенко (БГСХА, г. Горки, Беларусь),

И.С.Крук (БГАТУ, г. Минск, Беларусь)

ВЫБОР РАСПЫЛИТЕЛЕЙ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИХ УСТАНОВКИ ПРИ ЛЕНТОЧНОМ ВНЕСЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ

Внесение гербицидов на полях пропашных культур сплошным опрыскиванием нецелесообразно. Так как в данном случае в качестве целевого объекта обработки необходимо рассматривать защитную зону возделываемой культуры, т.е. верхнюю поверхность гребня или гряды, а при сплошном опрыскивании в этой зоне оседает около 40% рабочего раствора, и 60% – на дне борозды и боковых сторонах гребня /1, 2/. Это приводит к неоправданному расходу дорогостоящих препаратов на опрыскивание междурядий, которые обрабатываются механическим способом. Поэтому экономически и технологически обоснованным является ленточное внесение гербицидов.

Для того чтобы обработка гербицидами была эффективной, крайне важно точно определить целевой объект и обеспечить его равномерное покрытие необходимым количеством экологически безопасной дозой препарата, что в свою очередь определяется видом обработки (довсходовая или послевсходовая) типом применяемых распылителей, параметрами их установки (рис. 1,а) и условиями эксплуатации. Качество выполнения технологического процесса глав-

ным образом определяется кинематическими параметрами полета капель рабочей жидкости в окружающей среде.

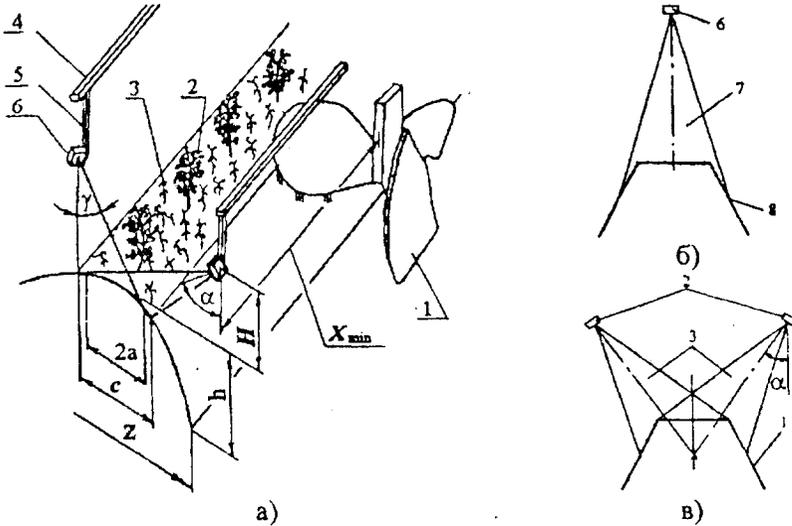


Рисунок 1 – Способы установки распылителя относительно гребня: а) технологическая схема ленточного способа внесения гербицидов, б, в) установка распылителей относительно обрабатываемой поверхности гребня: 1 – рабочий орган культиватора, 2 – всходы культурного растения, 3 – всходы сорняков, 4 – удлинитель, 5 – подвеска, 6 – распылитель, 7 – факел распыла, 8 – гребень, 9 – элора распределения жидкости по факелу распыла, $z \times 2a \times h$ – параметры гребня; X_{\min} – наименьшее расстояние между установкой распылителя относительно орудия; α – угол наклона распылителя к вертикальной оси; H – высота установки распылителя над поверхностью гребня; c – ширина защитной зоны гребня (гряды)

Наиболее проста схема установки распылителя вертикально над обрабатываемой поверхностью (рис. 1, б). Однако она эффективна при довсходовом внесении гербицидов. При появлении всходов данный способ установки влечет за собой появление агрехов, так как препарат не достигает поверхности защитной зоны, расположенной под листьями культурных растений. Необработанные поверхности будут являться очагами для новой волны сорных растений. Данная проблема при проведении послевсходовых обработок решается ус-

тановкой двух распылителей, расположенных под углом к вертикальной оси гребня (рис. 1, в).

В зависимости от размеров гребня, ширины защитной зоны и характеристик распылителя можно установить параметры его установки над поверхностью гребня $l/2$:

$$H = \frac{l-c}{2} \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \frac{\gamma}{2}) - h \cdot \frac{c-2a}{z-2a}, \quad (1)$$

где l – ширина междурядий.

При установке распылителя непосредственно над обрабатываемой поверхностью (то есть $\alpha = 0$), зависимость (1) примет следующий вид:

$$H = \frac{c}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} - h \cdot \frac{c-2a}{z-2a}. \quad (2)$$

Применительно к ленточному внесению гербицидов при возделывании культур на гребнях или узкопрофильных грядах, задача о перемещении капли жидкости в окружающей среде может быть сформулирована в следующем виде: «С какой начальной скоростью V_0 (рис. 2) и под каким углом φ_0 капля жидкости массой m , выбро-

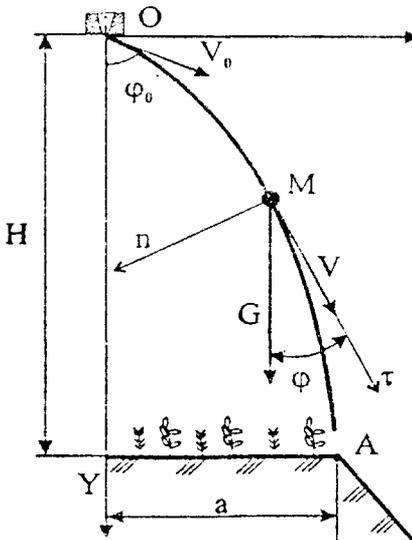


Рисунок 2 – Расчетная схема

шенная из сопла распылителя, установленного на высоте H над обрабатываемой поверхностью, достигнет защитной зоны растений (верхней поверхности гребня) шириной $2a$ не далее, чем в точке A (точке перехода горизонтальной в боковую поверхность гребня). Силами сопротивления окружающей среды пренебречь».

При такой постановке задачи, движение капли осуществляется только под действием силы тяжести G .

Разместим распылитель O на высоте H над обрабатываемой поверхностью так, чтобы ось симметрии факела распыла делила верхнюю поверхность гребня на две равные части шириной a . Составим дифференциальные уравнения движения капли в проекциях на естественные оси:

$$m \cdot \frac{dV}{dt} = mg \cdot \cos \varphi; \quad (3)$$

$$m \cdot \frac{V^2}{\rho} = mg \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

где ρ — радиус кривизны траектории точки M в заданный момент времени.

Интегрирование уравнений (3), (4) с учетом начальных условий ($t=0$; $V=V_0$; $\varphi=\varphi_0$) позволяет определить закон изменения скорости капли, выброшенной из сопла распылителя под углом φ_0 к вертикале со скоростью V_0 , при отсутствии сил сопротивления окружающей среды:

$$V \cdot \sin \varphi = V_0 \cdot \sin \varphi_0 = \text{const}. \quad (5)$$

Из равенства (5) следует, что форма и размер капли не оказывает влияния на скорость ее падения в среде, не оказывающей сопротивления движению. Движение капли жидкости относительно неподвижных осей координат XOY описывается дифференциальными уравнениями:

$$dx = V_0 \cdot \sin \varphi_0 \cdot dt; \quad dy = g \cdot t \cdot dt. \quad (6)$$

Интегрирование уравнений (6), с учетом начальных условий ($t=0$; $x_0=y_0=0$), позволяет определить координаты капли на траектории ее движения:

$$x = V_0 \cdot \sin \varphi_0 \cdot t; \quad y = 0,5g \cdot t^2 + V_0 \cdot t \cdot \cos \varphi_0. \quad (7)$$

Исключая из уравнений (7) параметр времени t , после очевидных преобразований получим уравнение траектории движения капли:

$$y = \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot V_0^2} (1 + \text{ctg}^2 \varphi_0) + x \cdot \text{ctg} \varphi_0. \quad (8)$$

Из уравнения (8) следует, что капля жидкости под действием сил тяжести в пустоте будет двигаться по параболе с вертикальной

осью симметрии и вершиной, совпадающей с точкой вылета капли из сопла распылителя. Геометрические параметры параболы определяются скоростью вылета и углом факела распыла.

Из уравнения (8) определим значение угла φ_0 , при котором капля жидкости, двигаясь по параболе, достигает фиксированной точки А с координатами $X=a$ и $Y=H$.

$$\operatorname{ctg}\varphi_0 = \frac{-V_0^2 + \sqrt{V_0^4 - g(g \cdot a^2 - 2 \cdot H \cdot V_0^2)}}{g \cdot a} \quad (9)$$

Функция (9) будет иметь действительные корни при условии, что $2 \cdot H \cdot V_0^2 > g \cdot a^2$ или комплексные, если

$$2 \cdot H \cdot V_0^2 < g \cdot a^2. \quad (10)$$

Механический смысл комплексных корней заключается в том, что при заданной начальной скорости V_0 капля не может пройти через фиксированную точку А. Эта точка окажется за «границей области химической обработки».

Так как высота H установки распылителя и ширина $2a$ верхней поверхности гребня являются технологическими параметрами, то из уравнения (9) с учетом неравенств (10) нетрудно установить пределы изменения скорости вылета капли из сопла распылителя, при которых она не покинет зону обрабатываемой поверхности:

$$\sqrt{\frac{g \cdot a^2}{2 \cdot H}} < V_0 \leq \sqrt{g \cdot \left(H + \sqrt{H^2 + a^2} \right)}. \quad (11)$$

Зависимости (9) и (11) служат основанием к выбору распылителей для химической защиты совмещенной с междурядной обработкой культур, возделываемых на гребнях. Расчетами установлено, что для обработки защитной зоны рядка шириной $a=0,1$ м, при высоте установки распылителя над поверхностью гребня $H=0,3$ м., необходимо использовать распылитель с углом факела распыла $2\varphi_0=44,6^\circ$, обеспечивающим скорость вылета жидкости из сопла $V_0=2,46$ м/с. Данным требованиям в большей степени отвечают узкофакельные распылители.

Для обоснованных рекомендаций по выбору типа распылителей и параметров их установки в условиях эксплуатации необходимы исследования по осаждению жидкости в пределах защитной зоны.

Для этих целей использована лабораторная установка, включающая в себя опрыскиватель, макет объекта обработки, имеющий в поперечном сечении размеры реального гребня (рис. 3). На верхней и боковых поверхностях макета отфрезерованы, отполированы и покрыты водоотталкивающим составом приемные канавки глубиной и шагом в 0,01м. Всего на поверхности макета гребня имеется 64 канавки.

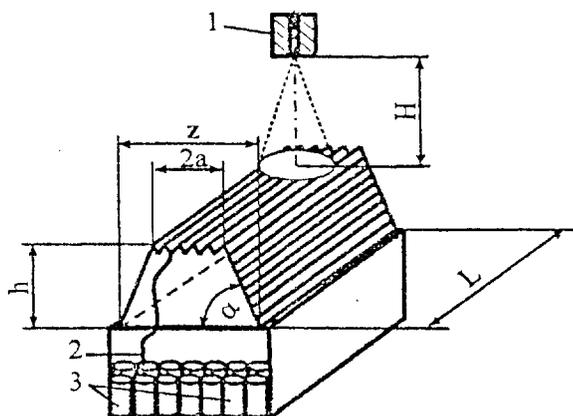


Рисунок 3 – Макет гребня с приемной поверхностью:
 $2a$ – ширина верхней поверхности (0,2 м); h – высота макета (0,19м);
 z – ширина основания (0,4м); L – продольный размер (1м); α –
 угол наклона боковой поверхности (60°)

С помощью системы кронштейнов и шарниров распылитель 1 фиксируется на заданной высоте H над геометрическим центром макета гребня. Из распылителя капли жидкости оседают в приемных канавках макета и стекают по шлангам 2 в мерные цилиндры 3. Соответствие цилиндров и канавок обеспечивается их нумерацией. Объем мерных цилиндров подобран так, чтобы время заполнения жидкостью до контрольной отметки составляло не менее 30 секунд. Пределы минутного расхода жидкости через распылитель определялись по известной формуле:

$$q_1 = \frac{Q_1 \cdot b \cdot W}{600}, \quad (12)$$

где Q_1 - норма расхода рабочей жидкости для ленточного опрыскивания, л/га;

W - допустимые скорости движения агрегата при междурядной обработке, км/ч;

b - ширина зоны обработки, м.

Исходя из пределов расхода жидкости, определенных по формуле (12), к лабораторным исследованиям были приняты распылители: щелевые - РЦ 110-1.0 (оранжевый), РЦ 110-0.6 (желтый), 04F110 «Lurmark», TP400155E «Teejet»; вихревые - РВ 80-1.2, 30НСХЗ «Lurmark»; центробежные - РЦ 96-1.2, РОК-0.9, РОК-0.6.

При исследованиях распылителей считалось, что вся жидкость, попавшая в канавки по ширине защитной зоны, является полезно использованной. Зная расход жидкости через распылитель за время τ и суммарный объем жидкости, поступивший в мерные цилиндры с защитной зоны за это же время, определяем коэффициент целевого использования рабочего раствора:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{26} Q_i}{q_c \cdot \tau} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где i - номер приемной канавки в защитной зоне;

$\sum Q_i$ - количество жидкости поступившее в мерные цилиндры за время τ , мл;

q_c - расход жидкости через распылитель, мл/с;

τ - время воздействия факела жидкости на поверхность макета гребня, с.

По физической сущности коэффициент целевого использования распыленной жидкости является экономическим критерием. Этим коэффициентом определяется доля распыленной жидкости, которая попадает в защитную зону растений. Рациональное использование гербицида обеспечивается в том случае, если коэффициент целевого использования стремится к 100%, т. е. ширина зоны обработки будет равна ширине защитной зоны растений.

В результате лабораторных исследований определено влияние параметров пространственной ориентации распылителя и технологических условий распыла на показатели качества обработки (см. таблицу). Анализируя данные, приведенные в таблице, отметим общие закономерности распределения жидкости по ширине обработки различными типами наконечников:

- с увеличением высоты установки распылителя над обрабатываемой поверхностью гребня коэффициент целевого использования распыленной жидкости убывает;

- увеличение давления, в пределах рекомендуемых технологией ленточного опрыскивания, оказывает незначительное влияние на количественные показатели обработки.

Влияние параметров пространственной ориентации распылителя и технологических условий распыла на показатели качества обработки

Марка распылителя		Условия проведения опыта			Расход жидкости через распылитель Q , л/мин	Коэффициент целевого использования K , %
		Высота установки распылителя H , м	Давление в напорной магистрали P , МПа	Угол γ между осью факела распыла и осью гребня, град.		
Выхревой	РВ 80-1.2	0,16	0,2	-	0,54	100
		0,16	0,3	-	0,68	100
		0,3	0,3	-	0,68	54
	30НСХ3; «Lurmark»	0,12	0,2	-	0,186	100
		0,16	0,2	-	0,186	99,7
		0,16	0,3	-	0,199	94
		0,3	0,3	-	0,199	79,7
Центробежный	РЦ 96-1.2	0,12	0,2	-	0,62	100
		0,12	0,3	-	0,68	100
		0,2	0,3	-	0,68	60,3
	РОК 0.9	0,15	0,2	-	0,58	96
		0,15	0,3	-	0,76	90
		0,3	0,2	-	0,58	40
	РОК 0.6	0,15	0,2	-	0,48	96,5
		0,15	0,3	-	0,6	90
		0,3	0,2	-	0,48	48

Продолжение таблицы

Марка распылителя		Условия проведения опыта			Расход жидкости через распылитель Q, л/мин	Кoeffициент целевого использования K, %	
		Высота установки распылителя H, м	Давление в напорной магистрали P, МПа	Угол γ между осью факела распыла и осью гребня, град. 			
Щелевой	РЩ 110-1.0	0,15	0,2	90	0,72	64	
		0,3				32	
		0,5				19	
		0,15	0,2	60		76	
		0,3				37	
		0,5				23	
		0,15	0,2	30		100	
		0,3				53	
		0,5				38	
Щелевой	04F110; «Lurmark»	0,15	0,2	90	1,3	64	
		0,3				30	
		0,5				20	
		0,15	0,2	60	1,3	73	
		0,3				37	
		0,5				24	
		0,15	0,2	30	1,3	99	
		0,3				63	
		0,5				41	
	ТР40015Е; «Teejet»	0,15	0,2	90	0,48	99,6	
						0,3	97,8
						0,4	92,5
		0,4	0,3		0,6	92	
		0,5	0,2		0,48	74	

При использовании щелевых распылителей коэффициент целевого использования можно регулировать путем изменения угла между осью факела распыла и продольной осью гребня. В распылителях с факелом распыла в виде конуса коэффициент целевого ис-

пользования распыленной жидкости определяется только высотой его установки над обрабатываемой поверхностью.

По показателям качества опрыскивания (дисперсионный состав, равномерность отложения по ширине ленты, густота покрытия обрабатываемого объекта) для внесения гербицидов по верхней поверхности гребня рекомендуются распылители: TP40015E «Тееjet», 30НСХЗ «Ligmark» (высота установки над обрабатываемой поверхностью: 0,3-0,4 м; рабочее давление 0,2-0,3 МПа); РОК-0.6; РОК-0.9 (высота установки над обрабатываемой поверхностью 0,15-0,2 м; рабочее давление 0,2-0,3 МПа).

Литература

1. Гордеенко О.В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Горки, 2004. - 169с.

2. Крук И.С. Повышение эффективности химической защиты посадок картофеля от сорняков усовершенствованием культиватора-опрыскивателя: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01.- Горки, 2001.- 133 с.

Кандидаты технических наук
О.В.Гордеенко (БГСХА, г. Горки, Беларусь), И.С.Крук,
инженер Танана А.А. (БГАТУ,
г. Минск, Беларусь)

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОСАДОК ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНЯКОВ

Для поддержания посадок в чистом от сорняков состоянии в технологиях возделывания пропашных культур проводится комплекс механических и химических обработок. При этом значительное место в получении стабильных высоких урожаев отводится химическому методу борьбы с сорняками. Однако широкое применение гербицидов в сельском хозяйстве, а также высокая их стоимость,