

УДК 631.31 : 626.8

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
К ГИДРОМЕТАТЕЛЮ НА ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА И
РАВНОМЕРНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУИ СУСПЕНЗИИ**

В.Н.Кондратьев, кандидаты технических наук
РУП «Институт мелиорации»

Г.А.Самбурский, кандидат технических наук
Московская Государственная академия тонкой химической технологии им. М.В.Ломоносова

Т.Г.Свиридович, кандидат технических наук
РУП «Институт мелиорации»

Ю.А.Напорко, старший преподаватель
ГО БГАТУ

Ключевые слова: гидрометатель со сменными насадками, водорастворимый полимер (ВРП) дальность полета струи, равномерность распределения суспензии, многофакторный эксперимент, гидропосев трав, пленкообразующая эмульсия (ВЭП-2)

Анализ теоретических и экспериментальных исследований распределительных сменных устройств к гидрометателю показывает, что наиболее эффективными из них являются насадки круглые с вырезом (рис. 1 и 2). С целью оптимизации параметров выбранных конструкций и определения влияния их на равномерность распределения суспензии на основе ВРП, расположения насадков относительно плоскостей откосов, были проведены опыты по плану полного многофакторного эксперимента.

Из теоретических исследований ясно прослеживается, что на дальность полета струи суспензии и равномерность ее распределения воздействуют факторы, характеризующие параметры сменных насадков к гидрометателю, режим работы гидросеялки, влияние воздушной среды на движение струи, физико-механические свойства суспензии и ее составляющих компонентов, параметры каналов, состояние откосов и др. [1].

В табл. 1 приведены факторы, которые влияют на дальность полета струи суспензии и частиц (семян), входящих в ее состав. Основными переменными факторами, от которых зависит дальность полета струи и частиц, являются диаметр выходного отверстия в насадке, давление (напор) на выходе из насадке, от кото-



Рисунок 1 — Экспериментальный гидрометатель: 1 — съемная насадка

рого зависит начальная скорость вылета струи (v_0) и угол бросания струи относительно горизонтальной плоскости (α_0). Каждый из этих факторов вмещает в себя другие факторы, приведенные в табл. 1. Теоретическое определение этих факторов дано в работах [1, 2].

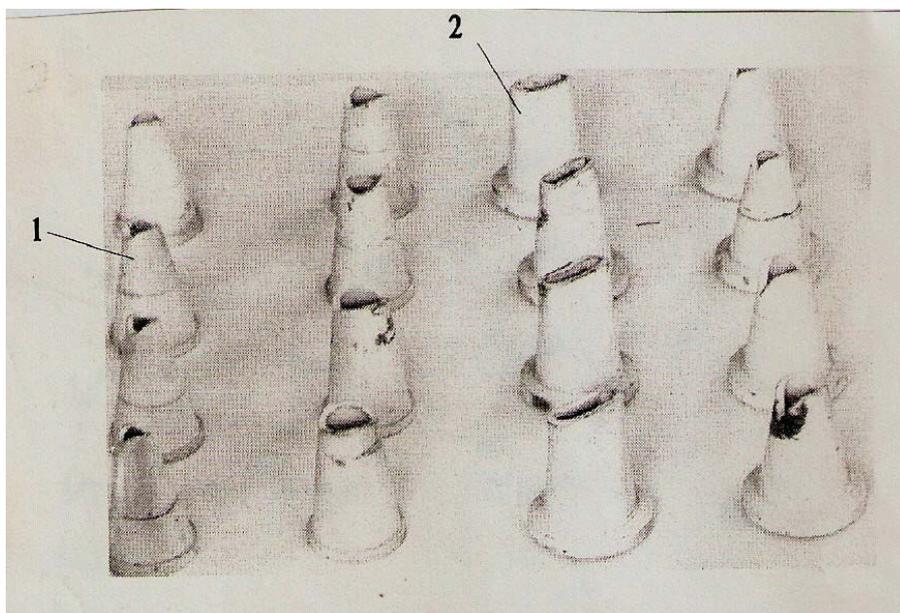


Рисунок 2 — Экспериментальные насадки к гидрометателю: 1 — щелевая; 2 — круглая с вырезом.

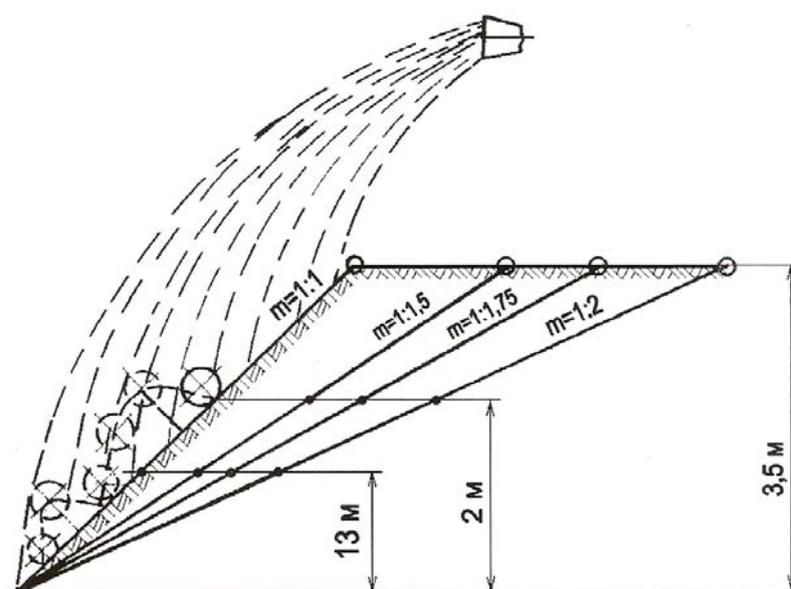


Рисунок 3 — Схема нанесения суспензии на основе ВРП при лабораторном эксперименте

Таблица 1 — Факторы, влияющие на дальность полета струи и равномерность распределения суспензии

	Факторы	Обозначение	Примечание
1	Начальная скорость вылета струи из насадка	$v_o = \varphi \sqrt{2gH}$	Твердые частицы, входящие в состав суспензии, также имеют ρ_o
2	Высота, с которой началось движение	H_o	Величина постоянная. Зависит от конструкции
3	Угол направления струи относительно горизонтальной плоскости	L_o	$\alpha_o = 0-45^\circ$
4	Коэффициент лобового сопротивления тела данной формы	C_x	
5	Плотность воздуха	ρ	
6	Коэффициенты, зависящие от скорости бросания	δ, β	$k_x = \frac{\ln \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_o}{2} + \frac{\pi}{4} \right)}{\alpha_o}$ $k_y = \frac{1}{\cos \alpha_o} - 1$ $k_z = \frac{\operatorname{tg} \alpha_o - \alpha_o}{\alpha_o}$
7	Критическая скорость частицы или капли	C	
8	Давление на выходе из насадка	H	Изменяется в пределах 0—0,6 МПа
9	Диаметр выходного отверстия в насадке	d	$d = 5-30$ мм насадки приведены на рис
10	Средний коэффициент расхода суспензии для насадки	μ	0,91—0,92
11	Радиус капли, частицы	r	Средний радиус семян трав, входящих в суспензию
12	Коэффициент скорости	φ	$\varphi = 0,96$

Таким образом, при изучении дальности полета струи суспензии установлено, что на дальность полета влияют три основных фактора:

x_1 - давление на выходе из насадки (напор H):

x_2 - начальный угол направления струи относительно горизонтальной плоскости (α_o);

x_3 - диаметр выходного отверстия в сменной насадке.

Следовательно, нами поставлен полный трехфакторный эксперимент, определяющий как дальность полета струи суспензии на основе ВРИ (объект исследований), так и ее состояние. Основной уровень варьирования каждого фактора и их интервалы, определены по методике, изложенной в табл. 2.

В таблице 2 приведены условия функционирования факторов.

Таблица 2 — Условия функционирования факторов

Кодовое обозначение факторов	x ₁ , МПа	x ₂ , град	x ₃ , м
Основной уровень ($\bar{x} = 0$)	0,25	25	0,02
Интервал варьирования (Dx)	0,15	20	0,01
Нижний уровень (x _i = -1)	0,1	5	0,01
Верхний уровень (x _i = + 1)	0,4	45	0,03

Областью возможных значений варьируемых переменных факторов является гиперкуб, т.е. в нормируемом (приведенном) масштабе изменение переменных выполняются условия:

$$-1 \leq x \leq 1 \quad (1)$$

В этом выражении предельные (максимальные и минимальные) значения варьируемых факторов обозначены 1 и -1.

Переход к обычному масштабу может быть осуществлен по известным формулам (2), (3), (4)

$$a_i x_i = \frac{a_i}{\varepsilon_i} X_i - \frac{a_i}{\varepsilon_i} X_{0i}$$

$$a_{ij} x_i x_j = \frac{a_{ij}}{\varepsilon_i \varepsilon_j} (X_i X_j - X_i X_{0j} - X_{0i} X_j + X_{0i} X_{0j})$$

$$a_{ii} x_i^2 = \frac{a_{ii}}{\varepsilon_i^2} (X_i^2 - 2 X_i X_{0i} + X_{0i}^2)$$

где X_i, X_j - именованная величина в размерности фактора;

X_{0i}, X_{0j} - натуральное значение фактора при нулевом уровне;

ε_i, ε_j - натуральное значение интервала варьирования фактора.

Требуется экспериментальным путем найти описание зависимости дальности полета суспензии от перечисленных факторов. Анализ механизма полета струи в воздухе показал, что для описания процесса надо использовать полную квадратичную модель.

Ввиду того, что варьируемые переменные могут принимать только целочисленные значения и в план эксперимента включены центральные точки с координатами x=0.

Базируясь на этих соображениях, был спланирован и реализован эксперимент, план которого представлен в табл. 3.

Необходимо отметить, что столбцы матрицы планирования, соответствующие членам, которые отражают взаимодействие факторов, равно как и квадратичные эффекты, образованы поэлементными произведениями столбцов ядра плана, т.е. столбцов соответствующих линейным членам.

Модель изучаемого процесса запишем в виде (5)

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1x_2 + a_5x_1x_3 + a_6x_2x_3 + a_7x_1^2 + a_8x_2^2 + a_9x_3^2$$

Чтобы иметь возможность оценить значимость коэффициентов и адекватность модели эксперимент проводился с трехкратной повторностью. Результаты полученных опытов представлены в табл. 4.

Таблица 3 — Матрица планирования

Планирование				Расчет					
	x_1	x_2	x_3	$x_1 \times x_2$	$x_1 \times x_3$	$x_2 \times x_3$	x_1^2	x_2^2	x_3^2
1	-1	-1	0	1	0	0	1	1	0
1	1	-1	0	-1	0	0	1	1	0
1	-1	1	0	-1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
1	-1	0	-1	0	1	0	1	0	1
1	1	0	-1	0	-1	0	1	0	1
1	-1	0	1	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	0	-1	0	1	0	1
1	0	-1	-1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	-1	0	0	-1	0	1	1
1	0	-1	1	0	0	-1	0	1	1
1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 4 — Выходные значения экспериментальных данных дальности полета струи суспензии

№ опыта	Переменные факторы			Опытные данные			Среднее значение \bar{y}
	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3	
1	-1	-1	-1	11,34	10,8164	11,2068	11,121
2	1	-1	-1	8,03	7,6827	7,4765	7,730
3	-1	1	-1	24,0675	23,9037	21,04	23,004
4	1	1	-1	17,8048	18,8676	17,4956	18,076
5	-1	-1	1	8,116	9,47	8,9869	8,858
6	1	-1	1	5,206	6,3472	5,9312	5,828
7	-1	1	1	17,4763	17,05	17,7	17,409
8	1	1	1	14,3752	14,6075	13,3536	14,112
9	1,22	0	0	12,1199	10,8604	11,5498	11,510
10	1,22	0	0	10,438	9,6604	9,9355	10,011
11	0	1,22	0	7,1212	7,1332	8,0066	7,420
12	0	1,22	0	20,754	19,4222	19,26	19,812
13	0	0	-1,22	14,9051	12,9436	13,2876	13,712
14	0	0	-1,22	10,9516	11,35	10,3612	10,888
15	0	0	0	12,2041	10,4786	11,706	11,463

Последний столбец приведенной таблицы содержит осредненные значения по трем повторениям.

Для обработки многофакторного эксперимента используем программу реализации математической обработки многофакторного эксперимента с применением компьютерной техники [2].

На основании результатов исследований и в соответствии с принятой матрицей планирования получены следующие значения коэффициентов уравнения регрессии выбранной модели:

$$\begin{aligned} a_0 &= 11,3231663; & a_1 &= -1,5034256; \\ a_2 &= 4,94135917; & a_3 &= -1,5663771; \\ a_4 &= -0,3499795; & a_5 &= 1,58436874; \\ a_6 &= 0,69266862; & a_7 &= -0,2254458; \\ a_8 &= 0,2491125; & a_9 &= -0,6742291. \end{aligned}$$

В табл. 5 приведены результаты проверки полученной математической модели (6):

$$Y = 11,3231663 - 1,5034256 \cdot x_1 + 4,94135917 \cdot x_2 - 1,5034256 \cdot x_3 - 0,3499795 \cdot x_1 x_2 + 1,58436874 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,69266862 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,2254458 \cdot x_1^2 + 0,2491125 \cdot x_2^2 - 0,6742291 \cdot x_3^2.$$

Проверка показала, что гипотеза об адекватности математической модели не отвергается, так как расчетное значение критерия Фишера меньше табличного (см. табл. 5).

В результате дальнейшей математической обработки полученной модели найдены оптимальные значения изучаемых факторов в приведенном масштабе: $x_1 = 0$; $x_2 = -2,2580276$; $x_3 = -1,0535171$. При этом функция выхода $y = 9,05873691$.

Подставив полученные значения факторов x_1 , x_2 и x_3 в формулу (6), получим их фактические значения, т.е. раскодируем факторы.

В результате получим $x_1 = 0,25$ МПа, $x_2 = -20,16^\circ$, $x_3 = 0,01$ м. На рисунке 3 показано положение гидрометателя, оснащенного круглой насадкой с вырезом. С помощью формул (2), (3) и (4) раскодируем уравнение регрессии (6), в результате получим:

$$1) \quad 1,5034256 \cdot x_1 = \frac{1,5034256}{0,15} \cdot H - \frac{1,5034256}{0,15} \cdot 0,25 = (10,023 H - 2,507)$$

$$2) \quad 4,94135917 \cdot x_2 = \frac{4,94135917}{20} \cdot \alpha_0 - \frac{4,94135917}{20} \cdot 25 = (0,247 \cdot \alpha_0 - 6,1767)$$

$$3) \quad 1,5663771 \cdot x_3 = \frac{1,5663771}{0,001} \cdot d - \frac{1,5663771}{0,001} \cdot 0,02 = (156,638 \cdot d - 3,133)$$

Таблица 5 — Результаты проверки полученной математической модели (б) на достигнутую точность ее величин, характеризующей точность наблюдений

Однородность результатов (G _s < G _β)	Значимость коэффициентов модели (б)		Адекватность модели и объема (F < F _{кp})	Оптимизация модели		Оптимальные значения переменных факторов и функции
	Коэффициенты модели (a _i)	Доверительный интервал (S _i , x t)		Фактическое значение выходной функции	Расчетное значение выходной функции	
Гипотеза об однородности построения дисперсий подтверждается 0,3398 < 0,363 (f _n = 2, N _с = 15)	11,3231663	0,57291296	F - критерий рас-пределения с числами степеней свободы f ₁ = 5 и f ₂ = 30 F = 1,4682 < 2,5335 Гипотеза об адекватности математической модели принимается	11,1210666	11,0544182	x ₁ = 0
	-1,5034256	0,26311227		7,72973333	8,04756691	x ₂ = -
	4,94135917	0,26311227		23,0037333	22,2855949	2,2580276
	-1,5663771	0,26311227		18,076	19,2787436	x ₃ = -
	-0,3499795	0,41694985		8,85763333	9,27012224	1,0535171
	1,58436874	0,41694985		5,82813333	6,2637092	При этом оптималь-ные выход-ные выход-ной функции
	0,69266862	0,41694985		17,4087666	17,8043822	У =
	-0,2254458	0,30785892		14,1121	14,7975309	9,05873691
	0,2491125	0,30785892		11,5100333	13,1498285	
	-0,6742291	0,30785892		10,0113	9,49650421	
				7,42033333	7,65829972	
				19,8120666	19,6658025	
		13,7121	14,2488493			
		10,8876	10,4425528			
		11,4629	11,3231663			

Значительное влияние на дальность полета струи суспензии вместе с семенами трав и ВРП оказывает начальный угол направления струи (x₂) и диаметр выходного отверстия насадка (x₃).

Цель наших дальнейших экспериментальных исследований технологического процесса укрепления откосов сводилась к установлению пределов изменения значений наиболее важных для практического использования факторов, влияющих на процесс качественного дернообразования. Одним из таких факторов является равномерное распределение суспензии по подготовленной поверхности откоса. Кроме того, он является основным показателем работы гидросеялки и ее устройств при распределении суспензии, включающей ВРП.

Согласно ОСТ 70.72-74 показатель неравномерности должен находиться в пределах допустимой нормы 15...25%. Рассмотренные технологические процессы показывают, что равномерное распределение суспензии зависит не только от состояния поверхностей откосов каналов, но и от конструктивных элементов распределительного устрой-

ства гидросеялки.

Поэтому очередной задачей является оптимизация технологических и конструктивных параметров, обеспечивающих снижение до минимума отрицательных влияний на равномерность распределения суспензий на основе ВРП.

При изучении процесса распределения суспензии по откосам на этапе предварительных исследований нами было установлено, что на равномерность влияют три основных фактора: x₁ - диаметр выходного отверстия в насадке; x₂ - угол направления струи суспензии относительно горизонтальной плоскости; x₃ - коэффициент заложения отко-

сов (см. рисунок 3).

В таблице 6 приведены интервалы варьирования указанных факторов. В таблице 7 представлен план многофакторного эксперимента изучаемого процесса, модель которого можно записать в виде (7). Результаты полученных опытов представлены также в таблице 8.

Таблица 7 — План (матрица) многофакторного эксперимента и результаты исследований равномерности распределения суспензии

	Переменные факторы			Критерии оптимизации		Среднее значение критерия оптимизации	
1	-1	-1	-1	39,366	45,1405	43,376	42,628
2	1	-1	-1	41,0916	38,9008	42,4012	40,798
3	-1	1	-1	20,7232	15,5214	19,8363	18,694
4	1	1	-1	17,9372	17,1311	18,2275	17,765
5	-1	-1	1	52,1415	52,4644	53,2099	52,605
6	1	-1	1	48,7049	47,3628	52,4919	49,520
7	-1	1	1	20,9024	24,1159	24,2	23,073
8	1	1	1	21,44	21,6851	23,6	22,242
9	1,22	0	0	29,2516	30,0213	27,1715	28,815
10	1,22	0	0	26,1394	26,964	25,317	26,140
11	0	-1,22	0	50,6025	53	48,2928	50,632
12	0	1,22	0	19	19,3079	18,12	18,809
13	0	0	-1,22	27,4408	25,8866	29,4917	27,606
14	0	0	1,22	32,3033	32,6267	30,1472	31,692
15	0	0	0	29,6721	26,5451	28,3806	28,199

Таблица 6 — Интервалы варьирования переменных факторов

Условия и интервалы варьирования	Насадки круглые с вырезом (см. рис. 2)		
	x1	x2	x3
Единица измерения	мм	град	м
Интервал варьирования	мм	град	м
Основной уровень	10	15	0,75
Верхний уровень	25	0	1,75
Нижний уровень	35	+ 15	2,5
Звездные точки	15	- 15	1
	37	+18	2,66
	13	-18	0,84

x1 — диаметр выходного отверстия в насадке;
 x2 — угол направления струи суспензии относительно горизонтальной плоскости;
 x3 — коэффициент заложения откосов

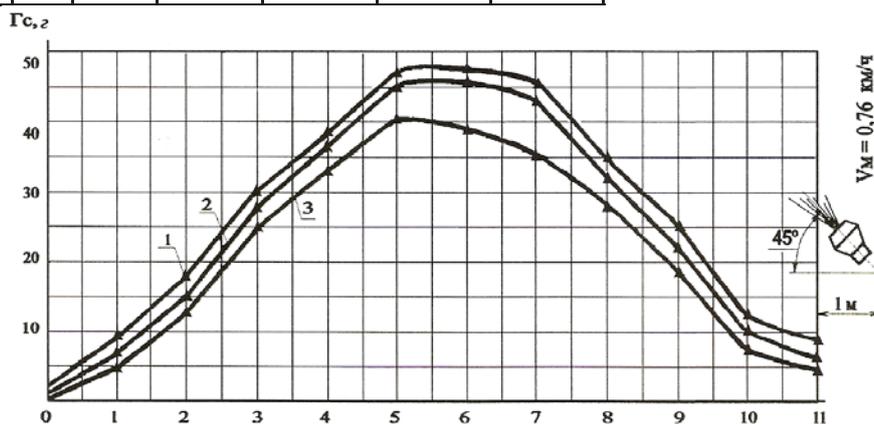


Рисунок 4 — Графики равномерности распределения суспензии насадком с диаметром

Определение значений коэффициентов модели, значимость коэффициентов и адекватность модели эксперимента, оптимизация переменных параметров проводились по методике [5].

В таблице 9 приведены результаты проверки, полученной математической модели (7):

$$Y = 28,031 - 0,906 \cdot x_1 - 13,005 \cdot x_2 + 2,969 \cdot x_3 - 0,338 \cdot x_1 x_2 + 4,568 \cdot x_1 \cdot x_3 + 1,133 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,394 \cdot x_1^2 + 0,148 \cdot x_2^2 - 1,230 \cdot x_3^2.$$

Оценку значимости коэффициентов модели осуществляем по методике [5]. В результате получено, что коэффициенты 5, 8 и 9 модели незначимы (см. таблицу 9). В этом случае математическая модель (7) будет иметь вид (8):

$$Y = 28,031 - 0,906 x_1 - 13,005 x_2 + 2,969 x_3 + 2,969 x_1^2 + 4,568 x_1 x_3 + 1,139 x_2 x_3 - 1,230 x_3^2.$$

Для проверки адекватности модели использовали F – критерий, значение которого находится в таблице 9. Результаты проверки приведены в таблице 9. Таким образом, результаты не противоречат предположению об адекватности модели. Фактические и расчетные значения выхода лапы в таблице 9. Определены оптимальные значения факторов в закодированном виде, которые равны: $x_1 = 0$; $x_2 = 1,180$; $x_3 = -1,069$. При этом значение функции равно 18,719.

Подставив полученные значения факторов x_1 , x_2 и x_3 в формулу (8) получим их фактические значения в раскодированном виде. В результате получим: $x_1 = 25$ мм, $x_2 = 17,70$, $x_3 = 0,95$ ». С помощью формул (1) – (6) раскодировем уравнение (8).

- 1) $0,906 x_1 = \frac{0,906}{10} d - \frac{0,906}{10} 25 = (0,09 d - 2,25)$
- 2) $13,005 x_2 = \frac{13,005}{15} \alpha_0 - \frac{13,005}{15} \cdot 0 = 0,867 \alpha_0$
- 3) $2,969 x_3 = \frac{2,969}{0,75} m - \frac{2,969}{0,75} 1,75 = 3,958 m - 6,927$
- 4) $4,568 x_1 x_2 = \frac{4,568}{10 \cdot 0,75} (d \cdot m - 1,75 d - 25 m + 25 \cdot 1,75) = 0,609 (d \cdot m - 1,75 d - 25 m + 43,75)$
- 5) $1,139 x_2 x_3 = \frac{1,139}{10 \cdot 0,75} (\alpha_0 m - 1,75 \alpha_0 - m \cdot 0 + 0 \cdot 1,75) = 0,152 (\alpha_0 m - 1,75 \alpha_0)$
- 6) $1,230 x_3^2 = \frac{1,230}{0,75^2} (m^2 - 2 m \cdot 1,75 + 1,75^2) = 2,187 (m^2 - 3,5 m + 3,062)$

Подставив результаты расчетов в уравнение регрессии (8), получим формулу расчета неравномерности распределения суспензии (9).

Таким образом, получено уравнение, с помощью которого можно прогнозировать неравномерность распределения суспензии. Однако надо отметить, что в уравнении (9) имеет

$$Q = 20,031 - (0,09d - 2,25) - 0,867\alpha_0 + (3,968m - 6,927) + 0,609(d \cdot m - 1,75d - 25m + 43,75) +$$

$$+ 0,152(\alpha_0 \cdot m - 1,75\alpha_0) - 2,187(m^2 - 3,5m + 3,062) = 20,031 - 0,09d + 2,25 - 0,867\alpha_0 + 3,968m -$$

$$- 6,927 + 0,609dm - 1,066d - 15,225m + 26,644 + 0,152\alpha_0 \cdot m - 0,266\alpha_0 - 2,187m^2 + 7,654m -$$

$$- 6,696 = 35,302 - 1,15d - 1,133\alpha_0 - 3,603m + 0,609dm + 0,152\alpha_0 \cdot m - 2,187m^2$$

$$Q = 35,302 - 1,15d - 1,133\alpha_0 - 3,603m + 0,609d \cdot m + 0,152\alpha_0 \cdot m - 2,187m^2 \quad (9)$$

место система ограничений, а именно:

$$15 \leq d \leq 35$$

$$-15 \leq \alpha_0 \leq 15$$

$$1 \leq m \leq 2,5$$

Размерность факторов указана в таблице 6.

Анализ формулы (6) показывает, что на равномерность распределения суспензии активное воздействие оказывают все три рассмотренные факторы. На рис.5 приведены сечения поверхности откликов, характеризующих неравномерность распределения суспензии подтверждающих, что для каналов с заложением 1:1 при $d = 25$ мм и угле $\alpha_0 = 17,7$ достигается равномерность 81,3%, т.е неравномерность составляет 18,7%. Надо отметить, что показатель неравномерности распределения суспензии находится в пределах допустимости нормы ($Q < 25\%$).

Результаты лабораторных исследований проверялись нами в производственных условиях по методике, изложенной в пособии по укреплению откосов, дамб и плотин гидропосевом трав с применением водорастворимых синтетических полимеров [3]. На объекте Москва -

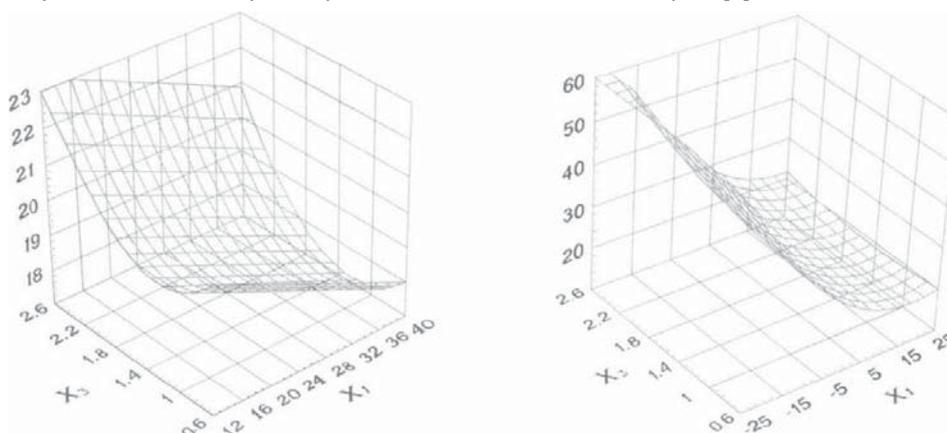


Рисунок 4 — Сечения поверхностей откликов, характеризующих неравномерность распределения суспензии по откосам: а - при фиксированном x_2 ; б - при фиксированном x_1

Таблица 9 — Результаты проверки полученной математической модели на достигнутую точность ее с величиной, характеризующей точность ее наблюдений

Однородность результатов (G3<Gg)	Значимость коэффициентов модели		Адекватность модели и объекта (F < Fкр)	Фактическое значение выходной функции	Расчетное значение выходной функции	Оптимальные значения факторов
	Коэффициенты модели (ai)	Доверительные интервалы (Si * t)				
Гипотеза об однородности построчных дисперсий подтверждается Критерий Кохрена G3=0,1802 < 2,056 (ln=2, N= 15)	28,0315198	1,36733979	F - критерий распределения с числами степеней свободы f 1 = 5 и f 2 = 30, F = 2,2598 < Fкр= 2,5335 гипотеза об адекватности математической модели принимается	42,6275	43,4450447	x1= 0; x2= 1,18025064; x3 = 1,0690538 Значение функции 18,7191917
	-0,9061156	0,62795555		40,7978666	41,6328133	
	-13,005439	0,62795555		18,6936333	19,8952149	
	2,96918623	0,62795555		17,7652666	18,0829835	
	-0,338031	0,99511123		52,605266	51,8444672	
	4,5684477	0,99511123		49,5198666	50,0322358	
				23,3725374	23,3725374	
	1,13323288	0,99511123		23,0727666	21,560306	
	0,39445	0,73474993		22,2417	29,1324503	
	-0,1448083	0,73474993		28,8148	26,9305892	
	-1,230525	0,73474993		26,1401333	50,577186	
				50,6317666	18,973967	
				1,8,8093	26,0968652	
		27,6063666	33,3119878			
		31,6924	28,0315198			
		28,1992666				

Минск (отметка 6117 км) при укреплении откосов дорог гидропосевом трав с применением ВРП и ВЭП-2 были проведены опыты с целью определения влияния равномерности распределения суспензий на основе ВРП и ВЭП-2 на развитие растений и образование дернового покрова. Используя круглые насадки с вырезом (см. рис.1 и 2), были сделаны замеры равномерности распределения. В таблице 3и на рис. 5 приведены результаты эксперимента. Результаты экспериментальных исследований использованы частично при разработке АУГ-3 [4].

Вывод

Теоретические и экспериментальные результаты исследований, приведенные в статье, рекомендуем использовать при проектировании и эксплуатации технических средств по обслуживанию и ремонте мелиоративных систем, плотин, дамб, откосов дорог, травяных газонов.

Библиографический список

1. В.Н.Кондратьев. Разработка технологий и средств механизации для биологических закреплений откосов: автореф. дис...д-ра техн.наук. – Минск, 1995. – 35 с.
2. Г.А.Самбурский. Совершенствование технологии противоэрозийной защиты откосов сооружений гидропосевом трав. дис..канд.техн.наук. – Москва, 2004. – 23 с.
3. В.Н.Кондратьев, Т.Г.Свиридович, Г.А. Самбурский и др. Пособие по укреплению откосов каналов, дамб, плотин гидропосевом трав с применением водорастворимых синтетических полимеров. – Мн.: БелНИИМил, 1997. – 75 с.
4. В.Н.Кондратьев. Гидропосев трав при использовании агрегата для ухода за гидротехнически-

Таблица 9 — Результаты определения равномерности распределения суспензии в производственных условиях

Номера мерных емкостей по рядам	Диаметр выходного отверстия насадка						Масса мерных емкостей с суспензией, г						Напор на входе в насадок, м.вод.ст.	Скорость перемещения гидросеялки, км/ч	Номер и масса пустых мерных емкостей, г
	1	2	3	4	5	6	56,2	56,1	58,5	59,5	57,5	59,3			
1	7	8	9	10	11	12	56,1	58,03	56,23	58,2	58,6	55,0	2	56,0	
13	14	15	16	17	18		56,15	56,2	56,1	58	58,4	55,15	3	55,15	
2	7	8	9	10	11	12	62,9	62,7	62,3	60,4	56,7	57,3	4	56,2	
13	14	15	16	17	18		62,9	62,5	59,5	57,9	57,6	54,7	5	54,7	
3	7	8	9	10	11	12	61	62,4	61,5	60,3	57,1	57,3	6	55,5	
13	14	15	16	17	18		62,9	64,2	63,2	66,3	65,7	62,5	7	55	
4	7	8	9	10	11	12	61,7	63,5	62,5	62,9	63,9	63,4	8	56,7	
13	14	15	16	17	18		61,1	62,9	62,62	62,8	63,5	63,5	9	55,2	
1	2	3	4	5	6		70,7	66,1	66,8	66,4	61,2	58,5	10	55,2	
4	7	8	9	10	11	12	74,5	70,1	64,3	62,5	60,9	59,3	11	55	
13	14	15	16	17	18		70,7	71,1	63,6	67,0	62	59,1	12	56,5	
5	7	8	9	10	11	12	77,7	79,7	83,7	92,5	86	82,5	13	55,9	
13	14	15	16	17	18		78	80	84	92	85	83	14	55,4	
							77	79	83	92,5	85,5	83,5	15	54,4	

ми сооружениями: рекомендации/ В.Н.Кондратьев, Н.Г. Райкевич, Т.Г.Свиридович, В.Н. Пекур, Н.Н.Прокопович, Ю.А.Напорко. – Минск, 2010. – 27 с.

Summary

Kondratyev V., Samburskiy G., Sviridovich T., Naporko Yu.

INFLUENCE OF PARAMETERS OF REPLACEABLE DISTRIBUTING DEVICES TO THE HYDROTHROWER ON RANGE OF FLIGHT AND UNIFORMITY OF DISTRIBUTION OF THE STREAM OF SUSPENSION

Theoretical and experimental results of researches of a vlyaniye of parameters of replaceable distributing devices to the hydrothrower on range of flight of a stream of suspension are reflected. The data provided in article are recommended to be used at design and operation of technical means after service and repair of meliorative systems, dams, dams, slopes of roads, grassy lawns.