

УДК 631.53.027

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМОВИХРЕВОГО СКАРИФИКАТОРА СЕМЯН ТРАВ

В. М. ХАЛАНСКИЙ, Р. В. БРИКМАН, А. С. ВИШНЯКОВ

(Кафедра сельскохозяйственных машин)

В статье приведены результаты исследования процесса скарификации семян бобовых трав в пневмовихревом скарификаторе СПВ-05, обоснованы оптимальные параметры и режимы работы скарификатора.

На кафедре сельскохозяйственных машин создана лабораторная установка для исследования скарификации семян бобовых трав. Ее основным органом является вихревая рабочая камера, конструкция которой защищена авторскими свидетельствами [1—5]. Установка позволяет регулировать технологические параметры процесса и изменять основные конструктивные элементы рабочей камеры.

Процесс скарификации семян в пневмовихревом скарификаторе СПВ-0,5 происходит благодаря закрученному потоку газа, который перемещает семена в пневмовихревой камере по сложной винтовой траектории, перераспределяя их в потоке таким образом, чтобы они касались внутренней (скарифицирующей) поверхности. В результате семена получают ризки и царапины, т. е. скарифицируются, при этом нарушаются гидро- и аэрофобные свойства оболочки семени, повышается всхожесть семенного материала.

И. И. Смутьский [9], исследуя гидродинамику вихревых камер, отмечал, что такое сложное трехмерное течение, каким является течение в вихревой камере, в случае прикладного его применения требует тщательного теоретического обоснования и особенно экспериментального исследования. В данной работе по результатам эксперимента обоснованы параметры рабочего процесса пневмовихревого скарификатора СПВ-0,5.

Скарификация семян бобовых трав в пневмовихревой камере ранее не проводилась. Целью настоящего исследования было решение следующих задач: интерполяционная — установление связи между

Матрица планирования эксперимента. Культура — люцерна, сорт Камалинская 930  
(В — всхожесть; Э — энергия прорастания; Т — количество твердых семян)

№ опыта	Фактор			Параметр оптимизации, %											
				повторности В				повторности Э				повторности Т			
	$X_1$ , атм	$X_2$ , мм	$X_3$ , мм	$y'_1$	$y''_1$	$y'''_1$	$\bar{y}_1$	$y'_2$	$y''_2$	$y'''_2$	$\bar{y}_2$	$y'_3$	$y''_3$	$y'''_3$	$\bar{y}_3$
1	1,0	2	4	70	76	69	71,66	68	74	65	69,00	9	4	6	6,33
2	1,0	2	6	80	79	87	82,00	80	74	77	77,00	0	14	10	8,0
3	1,0	2	8	77	76	81	78,00	75	74	78	75,66	4	6	11	7,00
4	1,0	4	4	86	89	81	85,33	84	81	58	74,33	8	9	17	11,3
5	1,0	4	6	81	69	78	76,00	78	68	72	72,66	8	7	5	6,66
6	1,0	4	8	79	87	81	82,33	75	84	76	78,33	14	5	9	9,33
7	1,0	6	4	76	81	78	78,33	76	79	77	77,33	9	6	9	8,00
8	1,0	6	6	78	76	78	80,66	77	79	78	78,00	3	4	7	4,66
9	1,0	6	8	78	83	82	81,00	77	78	79	78,00	5	7	7	6,33
10	1,5	2	4	83	79	74	78,66	73	78	71	74,00	9	8	7	7
11	1,5	2	6	80	70	71	73,66	75	66	65	68,66	6	5	11	7,33
12	1,5	2	8	88	79	85	84,00	80	70	84	78,00	8	17	11	12,00
13	1,5	4	4	74	80	76	76,66	74	76	75	75,00	5	1	6	4,00
14	1,5	4	6	92	73	78	81,00	78	72	69	73,00	7	8	5	6,66
15	1,5	4	8	70	72	77	73,00	60	71	74	68,33	10	7	8	8,33
16	1,5	6	4	79	95	64	79,33	76	86	62	74,66	1	3	5	3,00
17	1,5	6	6	82	82	78	80,66	79	70	68	72,33	2	5	7	4,66
18	1,5	6	8	80	89	73	80,66	75	83	71	76,33	5	4	6	5,00
19	2,0	2	4	86	88	90	88,00	83	88	00	87,00	5	4	6	5,33
20	2,0	2	6	73	76	71	73,33	64	72	67	67,66	9	7	7	7,66
21	2,0	2	8	71	80	74	75,00	65	76	58	66,33	13	8	7	9,33
22	2,0	4	4	92	95	77	88,00	83	87	77	82,33	3	9	8	6,66
23	2,0	4	6	78	84	84	83,00	77	83	83	81,00	7	4	5	5,33
24	2,0	4	8	80	78	84	80,66	77	74	80	77,00	0	3	3	2
25	2,0	6	4	86	77	92	85,00	81	72	87	80,00	5	3	3	3,66
26	2,0	6	6	94	85	87	88,66	87	85	87	86,33	2	3	1	2,00
27	2,0	6	8	77	81	76	78,00	72	76	73	73,66	4	1	3	2,66
28	2,5	2	4	81	83	72	78,66	70	82	70	77,00	10	12	7	9,66
29	2,5	2	6	80	76	71	75,66	70	75	68	74,00	6	9	6	7,0
30	2,5	2	8	75	74	71	73,33	74	70	70	71	7	7	6	6,66
31	2,5	4	4	81	85	92	86,00	76	77	87	80,00	4	4	5	4,33
32	2,5	4	6	78	80	87	81,66	56	65	75	65,33	7	3	3	4,33
33	2,5	4	8	77	80	80	79,00	66	77	77	73,33	9	5	3	5,66
34	2,5	6	4	03	81	97	90,33	90	81	70	83,33	5	0	3	2,66
35	2,5	6	6	72	75	75	74,00	70	65	64	66,33	5	0	3	2,66
36	2,5	6	8	92	91	93	92,00	90	89	00	86,66	3	7	5	5,00

параметром оптимизации и факторами, влияющими на процесс скарификации, и экстремальная — определение оптимального режима работы для обработки семян бобовых культур.

В качестве параметров оптимизации были выбраны следующие свойства семян: энергия прорастания, всхожесть, количество твердых семян, травмированность. Основным показателем принята всхожесть семян.

Экспериментальное исследование было разбито на 4 этапа.

Первый этап. Проведение однофакторных поисковых опытов для выявления возможности использования высокоскоростной пневмовихревой камеры для скарификации семян бобовых трав и определения факторов, влияющих на данный процесс. Результаты обрабатывались на ЭВМ СМ4 по программам GREGA и DINCR.

Второй этап. Проведение многофакторного эксперимента с использованием элементов активного планирования эксперимента [7] с целью определения наилучших условий протекания процесса скарификации для данной культуры (оптимальных технологических и конструктивных параметров пневмовихревого скарификатора, режима его работы), а также характера совместного влияния факторов на данный процесс.

Режимы обработки семян бобовых трав на пневмовихревом скарификаторе СПВ-0,5  
(камера 100×200 мм)

Культура	Давление воздушного потока, МПа	Расход воздушного потока ( $d$ сопла), мм	Длина разгонного участка, мм	Характер рабочей поверхности	Подача, кг/ч	Энергия прорастания, % (Эн)	Всхожесть, % (Вс)	Количество твердых семян, % (Тс)	Контроль		
									Эн	Вс	Тс
Люцерна	0,20—3	6—4	100—250	Накатка 0,5×0,5	200—300	82	88	3,6	61	67	19
Донник	0,25—0,35	6—4	100—250	Накатка	200—300	81	91	2	72	77	19
Клевер красный	0,3—0,35	6—4	100—250	»	200—300	94	93	2	80	84	15
Козлятник	0,2—0,25	6—4	100—250	Накатка, наждачная бумага	200—300	89	92	4	53	60	38

Третий этап. Проведение контрольных экспериментов при оптимальных режимах для отдельных культур.

Четвертый этап. Обработка партий семян и посев их в хозяйствах с последующим определением посевных качеств.

Для проведения поисковых опытов были выбраны семена следующих культур: люцерны сорта Камалинская 930, донника Медет, клевера красного Тимирязевец, козлятника восточного. После обработки определяли энергию прорастания, всхожесть, количество твердых семян и степень травмирования по ГОСТ 12.03—86 [8]. В результате была доказана возможность использования пневмовихревой камеры для скарификации семян бобовых трав. Энергия прорастания и всхожесть после обработки у семян люцерны увеличивались соответственно на 25 и 23 %, донника — на 34 и 35; клевера — на 20 и 15 и козлятника — на 37 и 32 %. Определены факторы, влияющие на процесс скарификации: давление воздушного потока, расход воздуха, длина разгонного участка, характер рабочей (скарифицирующей) поверхности, размеры камеры, количество подаваемых семян, размер кольцевой щели.

Все перечисленные факторы были сгруппированы по признакам, установлены уровни их варьирования и по составленной матрице (табл. 1, 3-факторный эксперимент) планирования проведены опыты 2, 3 и 4-факторных экспериментов. Результаты обрабатывали на ЭВМ ЕС-1022 и ЕС-1035 по программе SAP, определяющей математическую модель процесса и различные ее варианты относительно параметра оптимизации и позволяющей провести статистическую оценку результатов опыта и полученной модели по t-критерию Стьюдента, F-критерию Фишера и другим статистическим критериям.

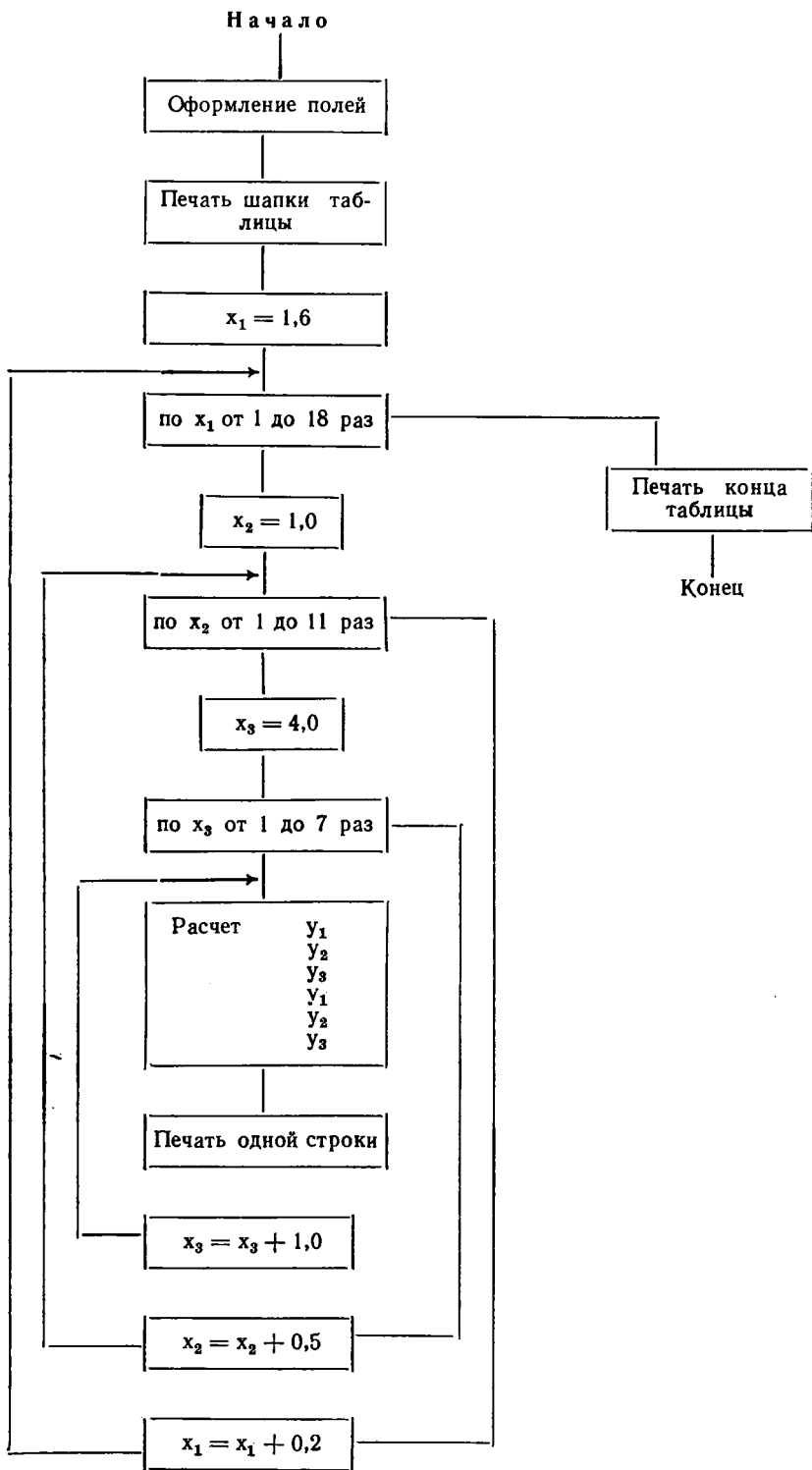
Математическая модель процесса скарификации семян люцерны следующая:

$$y_1 = 80,3 (0,19/x_1^2 - 0,32/x_1 + 1,12) \cdot (0,14/x_2^2 - 0,27/x_2 + 1,07) \times \\ \times (0,0057x_3^2 - 0,075x_3 + 1,123);$$

$$y_2 = 75,5 (0,19/x_1^2 - 0,29/x_1 + 1,09) \cdot (1,07/x_2^2 - 0,87/x_2 + 1,14) \times \\ \times (0,01x_3^2 - 0,127x_3 + 1,38);$$

$$y_3 = 5,9 (0,23x_1^2 - 0,1x_1 + 1,95) \cdot (0,035x_2^2 - 0,48x_2 + 2,28) \times \\ \times (0,006x_3^2 + 0,12x_3 + 0,49),$$

где  $x_1$  — давление воздушного потока;  $x_2$  — расход воздуха (диаметр сопла);  $x_3$  — размер кольцевой щели;  $y_1$  — всхожесть семян;  $y_2$  — энергия прорастания,  $y_3$  — количество твердых семян.



После получения математических моделей была составлена программа «Моделирование процесса скарификации» (схема), заключающаяся в следующем. В известном уравнении, адекватно описывающем процесс скарификации, задаются различные значения факторов в большом диапазоне действия и с небольшим шагом варьирования, т. е. определяется значение параметра оптимизации в каждой интересующей нас точке факторного пространства, осуществляется прогнозирование, а затем по наилучшему значению параметра оптимизации

(всхожесть или энергия прорастания) определяется оптимальное значение факторов, влияющих на процесс. Расчет параметра оптимизации при малом шаге варьирования факторов позволяет построить точные графические зависимости. Таким образом были решены интерполяционная и экстремальная задачи. Установлено, что значимыми факторами, влияющими на процесс скарификации, являются: давление воздушного потока, расход воздуха, длина разгонного участка, характер поверхности, подача. Оптимальные значения в определенном диапазоне перечисленных факторов и их влияние на посевные качества семян для различных культур указаны в табл. 2.

Предложенная методика моделирования процесса скарификации аналогична методу «прямой перебор» в оптимизационных задачах [6], но перебор не бессистемный, а полный, однако разумно ограниченный возможностями машины и обрабатываемого материала.

Контрольные опыты проводились с максимальной загрузкой при оптимальных режимах, определенных для каждой культуры в предыдущих опытах. Результаты их подтвердили правильность найденных режимов работы и конструкции рабочей камеры для исследуемых культур. Во время контрольных опытов проверялась надежность работы машины, оценка ее по соответствию системе СБТ, вырабатывались правила обслуживания машины.

После проведения 3 этапов лабораторных исследований проводились хозяйственные испытания пневмовихревого скарификатора. Обработывались партии семян по 50 кг и высевались на площадях 15—20 га. Для сравнения обрабатывали партии семян 50 кг на скарификаторе СКС-1 и высевали одновременно на одном поле с одинаковой агротехникой.

Результаты исследований на люцерне и клевере показали, что у семян люцерны, обработанных на пневмовихревом скарификаторе, полевая энергия прорастания выше на 13 %, а полевая всхожесть — на 6 %, у семян клевера — соответственно на 15 и 10 % выше.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1107770 СССР, МКН<sup>3</sup> А01С1/00. Скарификатор / В. Л. Пахаруков, В. И. Брикман, Р. В. Брикман (СССР). № 3493550/30—15; заявлено 22.09.82, опубл. 15.08.84, Бюл. № 12, 3 с. — 2. А. с. 1132815 СССР, МКН<sup>3</sup> А01С1/00. Скарификатор / В. И. Брикман, Р. В. Брикман, А. С. Вишняков, В. Н. Мурин и В. Л. Пахаруков (СССР). № 3589228/30—15; заявлено 06.05.83, опубл. 07.01.85, Бюл. № 1, 4 с. — 3. А. с. 1237103 СССР, МКН<sup>3</sup> А01С1/00. Скарификатор / В. И. Брикман, Р. В. Брикман и В. Л. Пахаруков (СССР). № 3543069/30—15; заявлено 21.01.83, опубл. 15.06.86, Бюл. № 22, 2 с. — 4. А. с. 1329648 СССР, МКН<sup>3</sup> А01С1/00. Скарификатор / Р. В. Брикман, А. С. Вишняков, А. А. Вишняков, В. Н. Мурин, В. Л. Пахаруков и В. Е. Панасенко (СССР). № 3977524/30—15; заявлено 20.11.85, опубл. 15.08.87, Бюл. № 30, 3 с. — 5. А. с. 1355147, МКН<sup>3</sup> А01С1/00. Скарификатор / В. М. Халанский, Р. В. Брикман, А. С. Вишняков, В. Н. Мурин, В. Л. Пахаруков, В. Е. Панасенко и А. А. Вишняков (СССР). № 4079322/30—15; заявлено 22.05.86, опубл. 30.11.87, Бюл. № 44, 2 с. — 6. А р и с Р. Дискретное динамическое программирование. М.: Наука, 1969, с. 9—21. — 7. РТМ 23.236—73 Основы планирования эксперимента в сельскохозяйственных машинах. М.: ВИСХОМ, 1974. — 8. Семена и посадочный материал сельскохозяйственных культур. — М.: Изд-во стандартов, 1973. — 9. Смульский И. И. Исследование гидродинамической вихревой камеры. — Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1979.

Статья поступила 10 апреля 1988 г.

#### SUMMARY

Results of investigating the process of legume grasses seed scarification in pneumatic scarificator SPV-05 are discussed in the paper, and optimal parameters and operating conditions for the scarificator are substantiated.