

УДК 631.344.8

UDC 631.344.8

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ГИДРОСЕЯЛКИ**

**STUDY OF WORK OF SOWING APPARATUS OF A HYDROSEEDING DEVICE**

Труфляк Евгений Владимирович  
д.т.н., профессор

Truflyak Evgeny Vladimirovich  
Dr.Sci.Tech, professor

Скоробогаченко Иван Сергеевич  
аспирант

Skorobogachenko Ivan Sergeevich  
postgraduate student

Сапрыкин Владимир Юрьевич  
аспирант

Saprykin Vladimir Yur'evich  
postgraduate student

Труфляк Ирина Сергеевна  
аспирант

Truflyak Irina Sergeevna  
postgraduate student

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье представлен анализ, выбор и обоснование мешалки высевающего аппарата, ее кинематических показателей при гидропосеве овощных культур, обеспечивающей равномерное распределение семян в объеме жидкости и на высеваемом участке, а также результаты лабораторных исследований

The article presents the analysis, selection and justification of a mixer sowing apparatus, its kinematic indicators in the hydroseeding of vegetable crops, providing a uniform distribution of seeds in the volume of fluid and seeded area and the results of laboratory research

Ключевые слова: ГИДРОПОСЕВ, ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ, РАБОЧАЯ ЖИДКОСТЬ, ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ

Keywords: HYDROSEEDING, VEGETABLES, WORKING FLUID, SOWING APPARATUS

В разработанной нами гидросеялке, предназначенной для посева широкого спектра мелкосемянных овощных культур с использованием воды в качестве транспортирующего элемента, в высевающем аппарате использована мешалка [1, 2, 3].

Мешалка – оборудование или часть оборудования для смешивания, перемешивания, диспергирования, циркуляции веществ, а также для поддержания однородности [4].

Цель проводимых исследований – анализ, выбор и обоснование мешалки, ее кинематических показателей при гидропосеве овощных культур, обеспечивающей равномерное распределение семян в объеме жидкости и на высеваемом участке.

Емкостные мешалки делятся на вертикальные и боковые [4]. Также бывают мешалки-эмульсификаторы и вакуумные мешалки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Классификация мешалок

*Вертикальные мешалки* устанавливаются в емкость сверху. В целях предотвращения вовлечения перемешиваемого продукта в круговое движение, вертикальные мешалки монтируются либо эксцентрично к оси емкости, либо по центру с установкой отражательных перегородок. Принцип работы зависит от типа используемого пропеллера.

*Боковые мешалки* устанавливаются в емкости сбоку в наклонном положении. Вращение ротора создает поток, направляющий продукт ко дну емкости, а затем к поверхности по стенке, противоположной мешалке. Искривленное днище емкости способствует данному эффекту. Боковая мешалка монтируется децентрализованно, что стимулирует круговой поток. Таким образом, достигается полная гомогенизация перемешиваемого продукта.

*Вакуумная мешалка* представляет собой герметичный сосуд с установленной центрально сверху или сбоку мешалкой. Основной особенностью данных мешалок является высокое качество перемешивания.

*Мешалка-эмульсификатор* предназначена для изготовления кремов и паст, конструкция которой представляет собой герметичный сосуд с центрально сверху установленными двумя мешалками, причем вращаются они

вокруг одной оси, но с различными скоростями. Внешняя мешалка низкоскоростная предназначена для создания центробежного потока. Внутренняя мешалка высокоскоростная – для гомогенизации среды.

С целью обеспечения равномерности распределения семян в объеме жидкости и на высеваемом участке, проводились лабораторные экспериментальные исследования по выбору подходящей формы мешалки и определению ее частоты вращения.

В предлагаемой гидросеялке использована вертикальная мешалка, с универсальным миксером, предназначенным для перемешивания красок и штукатурных смесей (от англ. mixer – мешалка).

Мешалка закреплялась вертикально в крышке бака и приводилась в движение посредством цепной передачи от приводных колес. В экспериментальной установке для имитации и исследования процесса перемешивания рабочей жидкости использована дрель ДУ-13/580ЭР, имеющая возможность плавного регулирования частоты вращения от 0 до 2800 мин<sup>-1</sup>.

Лабораторная экспериментальная установка (рисунок 2) содержит столешницу 1 для обеспечения устойчивости экспериментальной установки; настольную плиту 2, прикрепленную болтовыми соединениями к столешнице 1; стойку 3, закрепленную с помощью фиксирующих винтов 4 во фланце настольной плиты; подвижный блок 5 с фланцем, служащим для крепления дрели 6 с помощью зажима 7 в вертикальном положении; исследуемую мешалку 8; диммер 9, предназначенный для плавного включения и отключения устройства, а также обеспечения плавного регулирования частоты вращения; емкость 10; электронные весы 11; универсальный тахометр часового типа 12, предназначенный для измерения частоты вращения частей машин и механизмов, имеющих центровочные элементы, и линейных скоростей способом непосредственного присоединения.

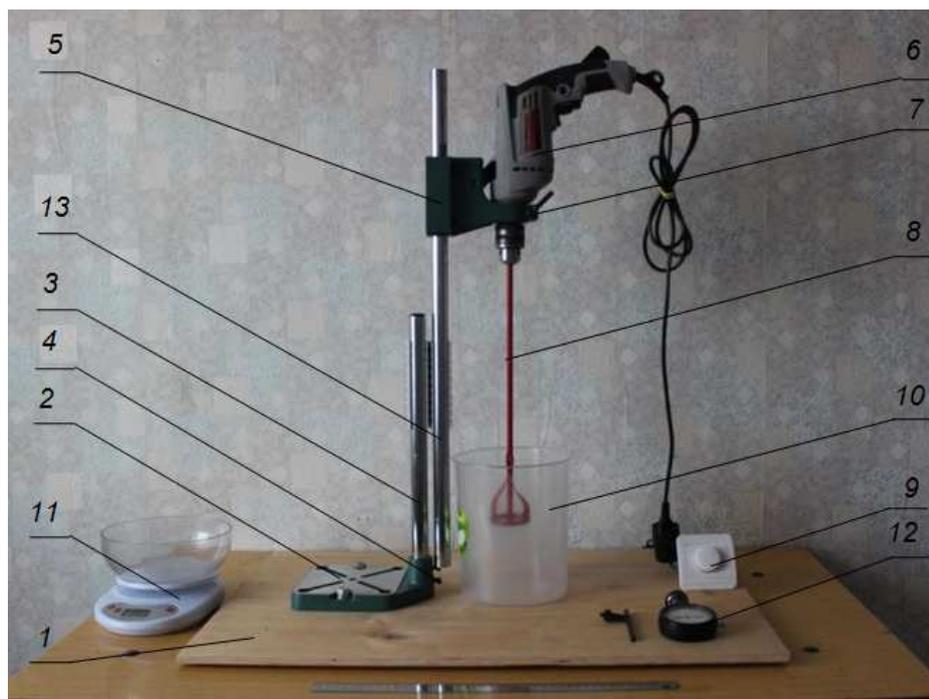


Рисунок 2 – Лабораторная экспериментальная установка:

1 – столешница; 2 – настольная плита; 3 – стойка; 4 – фиксирующие винты; 5 – подвижный блок; 6 – дрель ДУ-13/580ЭР; 7 – зажим; 8 – исследуемая мешалка; 9 – диммер; 10 – емкость; 11 – электронные весы; 12 – универсальный тахометр часового типа ТЧ 10-Р; 13 – вспомогательная стойка

Для исследования процесса перемешивания рабочей жидкости нами использовались мешалки (рисунок 3) с различными диаметрами и формами лопастей.

Мешалки имеют по оси шестигранное сечение и легко крепятся в саможимной патрон дрели.

Для обеспечения возможности установки исследуемых мешалок в патрон дрели, подвижный блок 5 (рисунок 2) с дрелью 6 закрепляли на вспомогательной стойке 13, соединенной со стойкой 3 с помощью крепежного соединения.

Методика проведения исследований заключалась в следующем. Дрель 6 с помощью зажима 7 жестко закреплялась в подвижном блоке 5. В емкость 10 наливалась вода объемом 3 л. Далее в патроне дрели 6 закреплялась исследуемая мешалка 8 и размещалась по центру емкости 10. С помощью зажимов подвижный блок 5 перемещался по вспомогательной

стойке 13 до тех пор, пока основание мешалки не располагалось у дна емкости 10.

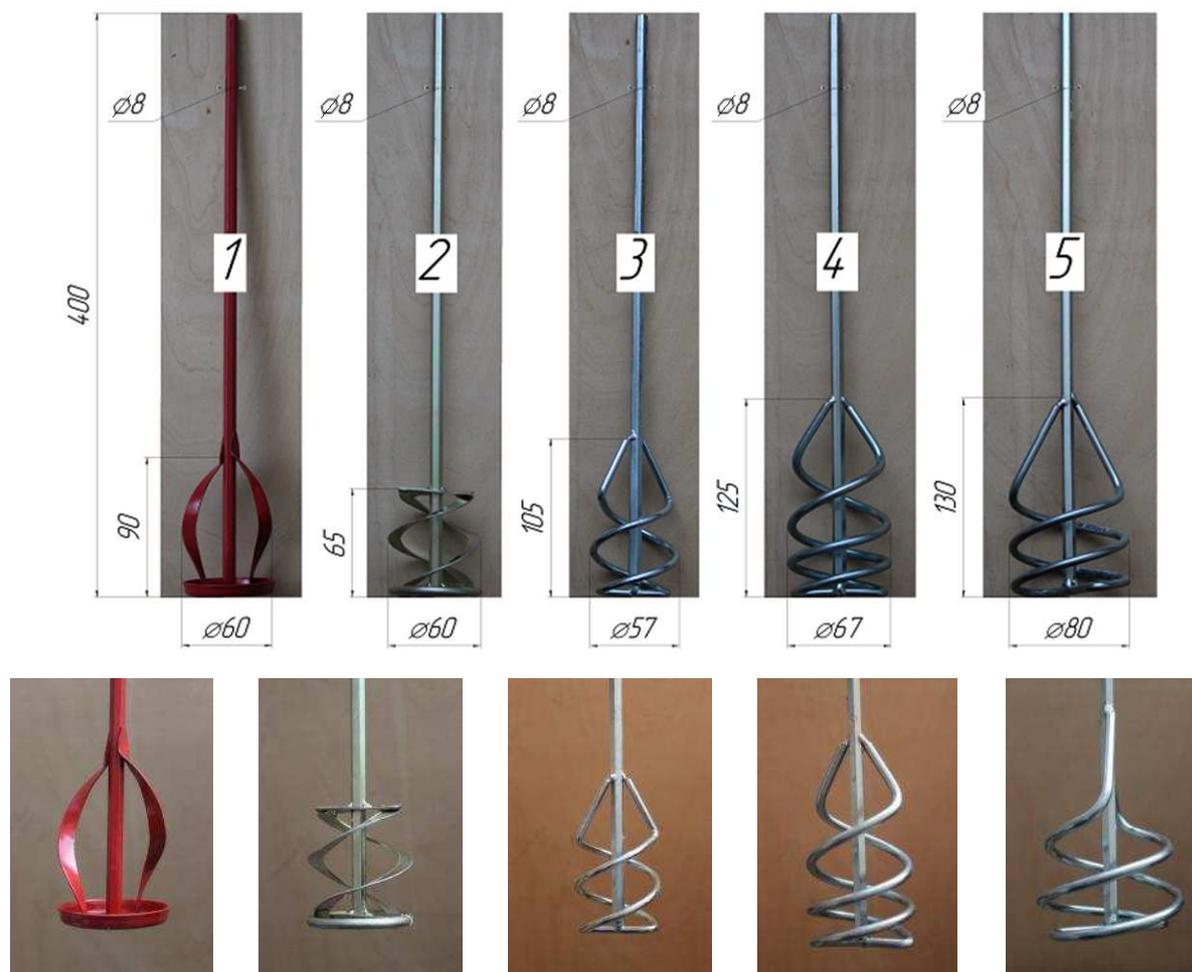


Рисунок 3 – Экспериментальные образцы мешалок

Далее через диммер 9 дрель 6 подключалась к сети, в емкость засыпались семена, после чего производилось включение дрели. Затем выполнялось плавное изменение частоты вращения поворотом рукоятки диммера 9, до тех пор, пока семена не распределялись равномерно в объеме жидкости. После равномерного распределения семян в объеме жидкости, производилось определение частоты вращения патрона.

Для измерения частоты вращения патрона, в котором закреплялась исследуемая мешалка, необходимо наличие центровочного элемента на нем, а также, чтобы во время измерения вал тахометра был соосен с патроном.

Частота вращения патрона определялась по формуле:

$$n = \frac{V}{\pi D}, \quad (1)$$

где  $n$  – частота вращения патрона дрели,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$V$  – линейная скорость вращения патрона дрели, м/мин;

$D$  – диаметр окружности патрона дрели, м ( $D = 0,042$  м)

Для измерения линейной скорости вращения патрона выполнялось следующее [5]:

- на приводной вал  $1$  (рисунок 4) тахометра надевался дисковый наконечник  $2$ , затем прижимался его цилиндрической поверхностью к измеряемой поверхности, таким образом, чтобы ось вала тахометра была параллельна оси патрона дрели;

- нажималась кнопка «пуск»  $3$ , при этом часовой механизм тахометра начинал работать;

- после остановки механизма отсоединялся наконечник тахометра от патрона дрели, производился отсчет показаний линейной скорости по шкале  $4$ ;

- устанавливалась стрелка на нулевое положение, для чего нажималась кнопка «стоп»  $5$ .

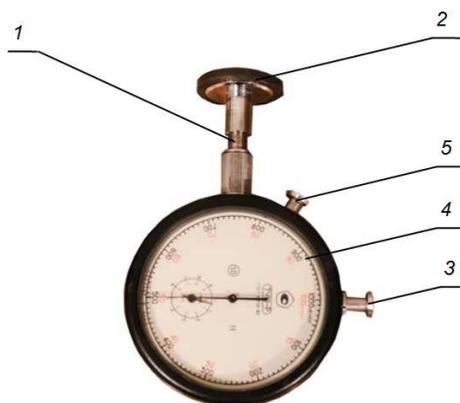


Рисунок 4 – Универсальный тахометр часового типа ТЧ 10-Р:  
 1 – приводной вал; 2 – дисковый наконечник; 3 – кнопка «пуск»; 4 – шкала;  
 5 – кнопка «стоп»

Для проведения лабораторных экспериментальны исследований использовали семена укропа, горчицы и лука чернушки (таблица 1, рисунок 5).

Таблица 1 – Основные агротехнические требования для посева исследуемых культур

Культура	Глубина посева, см	Норма высева семян, г/м <sup>2</sup>	Ширина междурядий, см	Количество рядов на 1 м <sup>2</sup> , шт	Норма высева семян, г/м	Масса семян в 1 см <sup>3</sup> воды, г
Укроп	<b>1–2</b>	<b>2,5–3</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>0,1–0,2</b>	<b>0,001–0,003</b>
			10	10	0,25–0,3	0,003–0,004
			15	7	0,36–0,4	0,004–0,005
			20	5	0,5–0,6	0,006–0,008
Горчица	<b>2–3</b>	<b>0,4–0,6</b>	25	4	0,1–0,15	0,0012–0,0018
			30	3	0,13–0,2	0,0017–0,0026
			35	3	0,13–0,2	0,0017–0,0026
			40	3	0,13–0,2	0,0017–0,0026
			<b>45</b>	<b>2</b>	<b>0,2–0,3</b>	<b>0,0026–0,004</b>
Лук	<b>1–4</b>	<b>0,8–1</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>0,16–0,2</b>	<b>0,002–0,0025</b>
			25	4	0,2–0,25	0,0026–0,0032
			30	3	0,27–0,33	0,0034–0,0042
			35	3	0,27–0,33	0,0034–0,0042
			40	3	0,27–0,33	0,0034–0,0042
			45	2	0,4–0,5	0,005–0,006

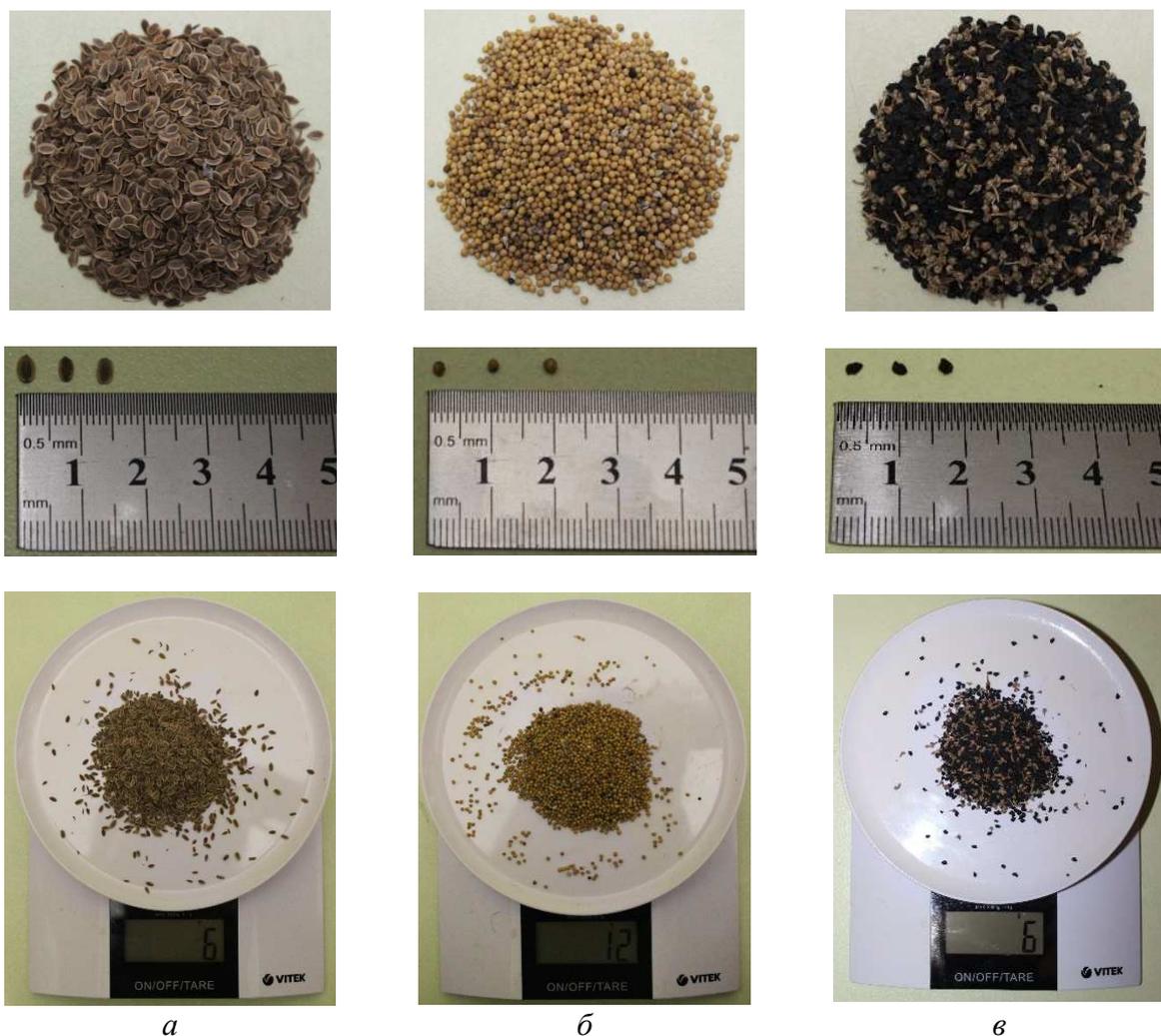


Рисунок 5 – Изучение размерно-массовых характеристик семян:  
*а* – укропа; *б* – горчицы; *в* – лука

На основании представленных в таблице данных для проведения исследований на мерную емкость, объемом 3 л определялись массы семян по выражению:

$$m_c = m_1 \cdot 3000, \quad (2)$$

где  $m_c$  – масса семян для проведения опыта, г;

$m_1$  – масса семян в  $1 \text{ см}^3$  воды, г

В результате принимали следующие данные:

- укроп – для ширины междурядий 5 см – 6 г;

- горчица – для ширины междурядий 45 см – 12 г;

- лук – для ширины междурядий 20 см – 6 г.

При проведении исследований семена добавлялись в воду и, после включения установки, добивались равномерного их распределения в объеме жидкости (рисунки 6–8). Далее производилось измерение частоты вращения патрона дрели, в котором была мешалка.

Поскольку емкость с жидкостью размещалась по центру расположения исследуемой мешалки, после включения установки можно было наблюдать образование воронки, причем величина образующейся воронки зависела от диаметра и формы используемой мешалки. Причем с увеличением скорости вращения мешалки, образование воронки способствовало подъему уровня жидкости в емкости, а в отдельных случаях и выплескиванию ее через край. Для устранения этого исследуемая мешалка смещалась относительно оси симметрии емкости, что позволяло нейтрализовать образование воронки и выплескивание жидкости через край емкости при необходимости увеличения скорости вращения мешалки.

Остановка мешалки позволяла проследить за характером перемещения семян в емкости. В результате действия силы инерции, с которой двигалась рабочая жидкость, семена оседали непосредственно по центру емкости, следовательно, не рекомендуется размещать высевающее отверстие по центру емкости.

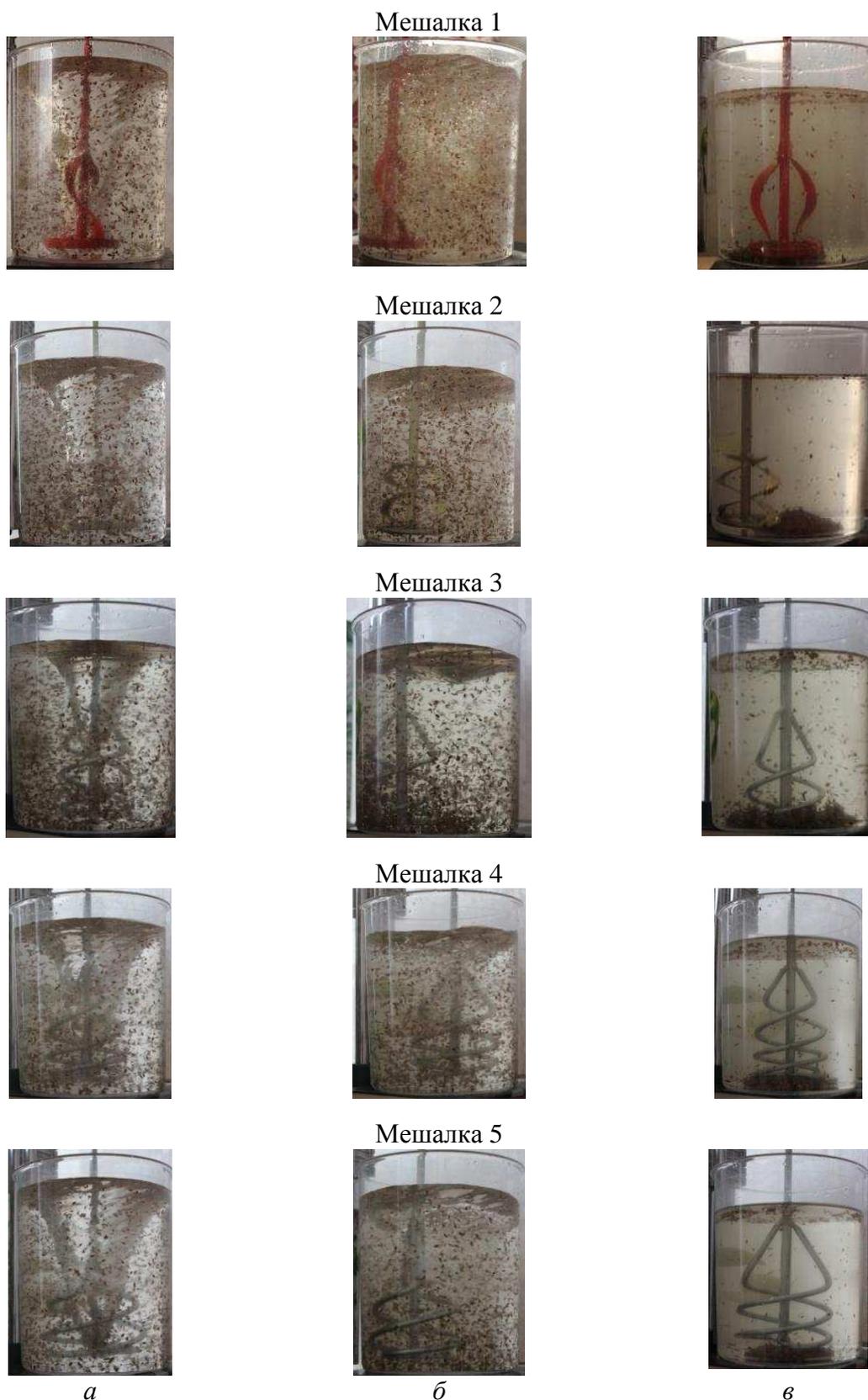


Рисунок 6 – Распределение семян укропа в объеме жидкости при размещении исследуемых мешалок:  
*a* – по центру; *б* – со смещением центра; *в* – остановка мешалки

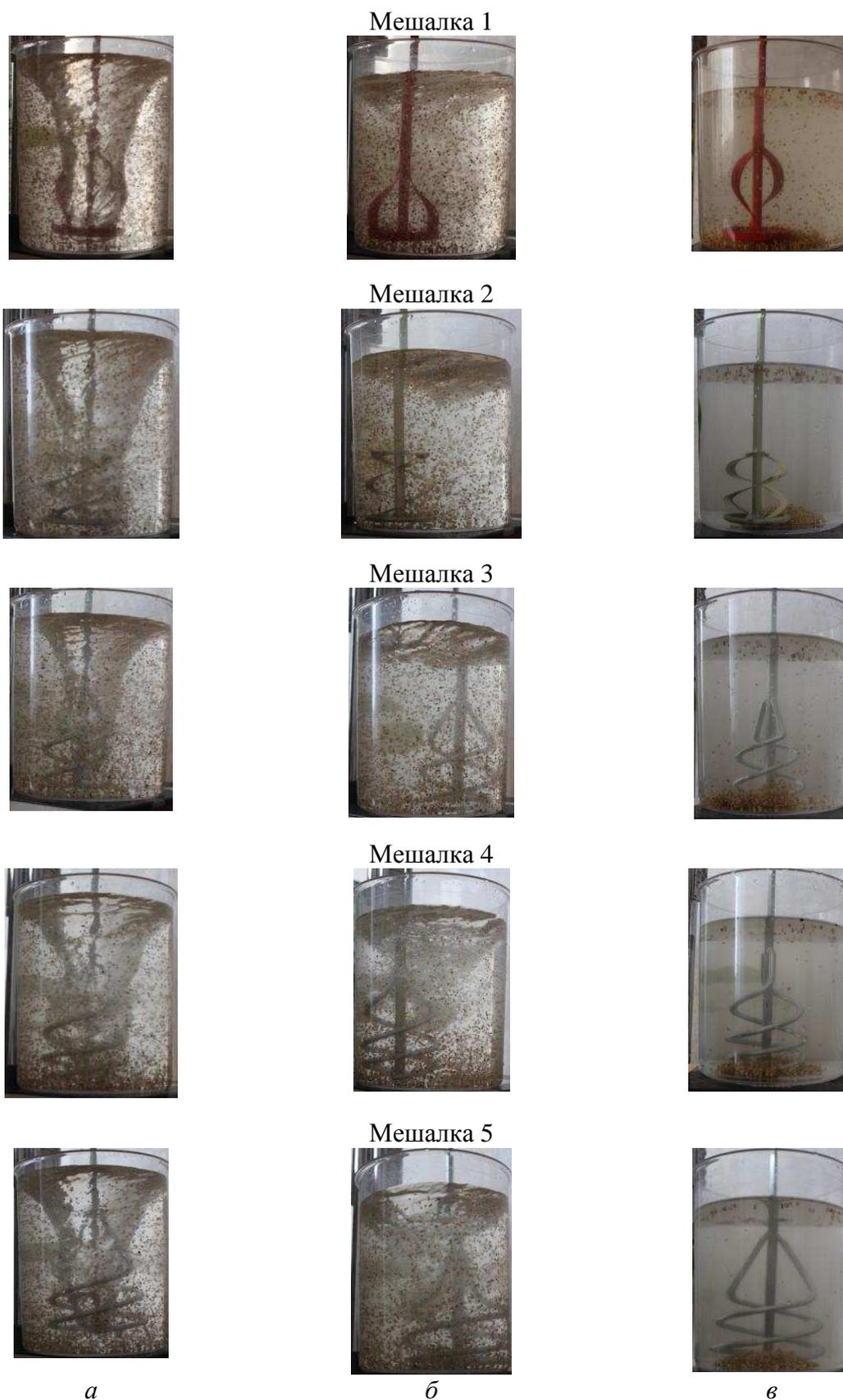


Рисунок 7 – Распределение семян горчицы в объеме жидкости при размещении исследуемых мешалок:  
а – по центру; б – со смещением центра; в – остановка мешалки

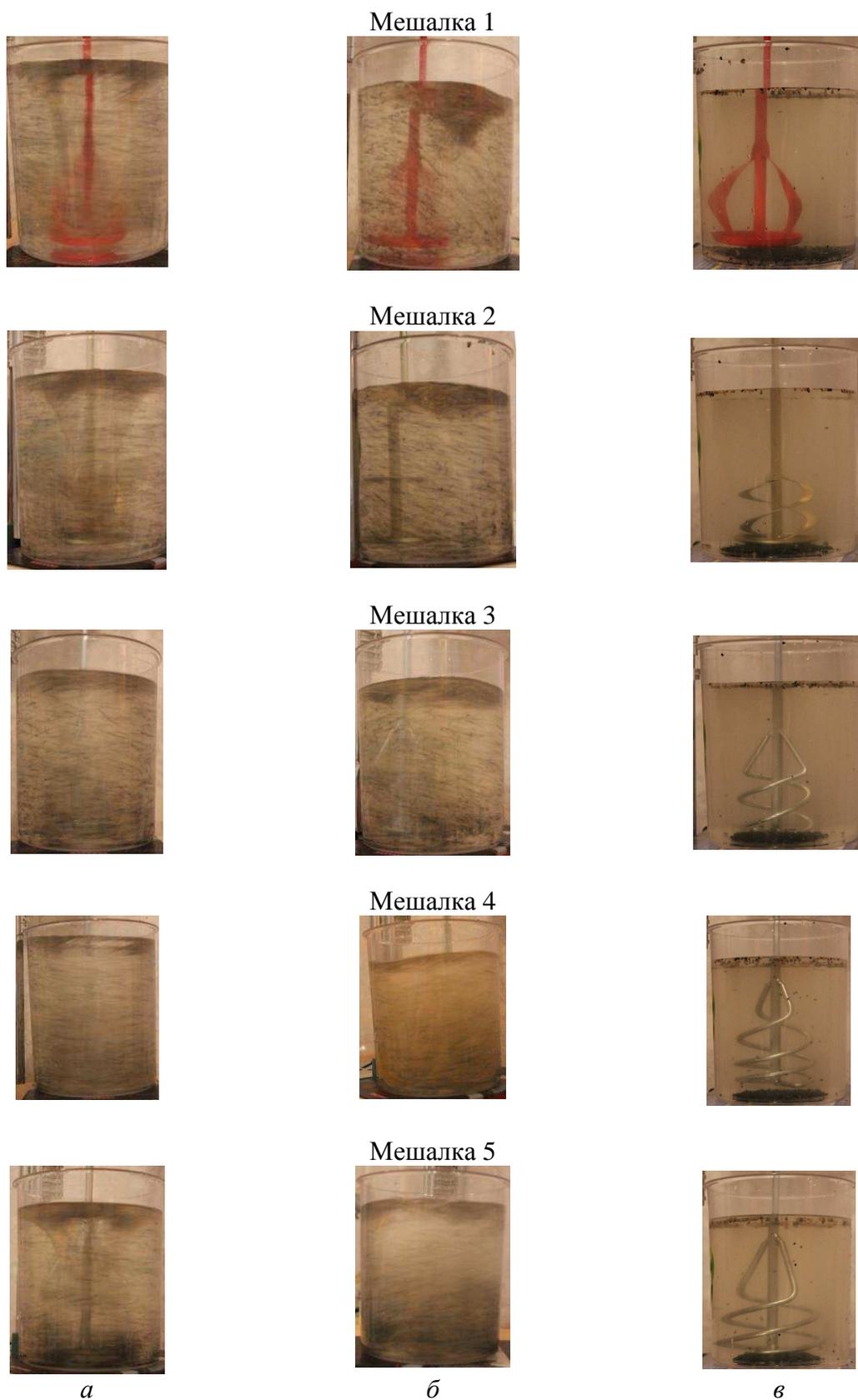


Рисунок 8 – Распределение семян лука в объеме жидкости при размещении исследуемых мешалок:

*a* – по центру; *б* – со смещением центра; *в* – остановка мешалки

Анализируя полученные данные (таблица 2, рисунок 9), наименьшая частота вращения мешалки для равномерного распределения исследуемых культур получена у мешалки № 1.

Таблица 2 – Частота вращения исследуемых мешалок

Номер исследуемой мешалки	Показатели статистической обработки данных				
	среднее арифметическое значение, $\bar{X}$ , мин <sup>-1</sup>	стандартное отклонение, $S$ , мин <sup>-1</sup>	коэффициент вариации, $V$ , %	ошибка выборочной средней, $S_{\bar{x}}$ , мин <sup>-1</sup>	относительная ошибка выборочной средней, $S_{\bar{x}}\%$
<b>Укроп</b>					
1	<b>531,5</b>	24,1	4,5	7,6	1,4
2	<b>568,7</b>	28,6	5,0	9,0	1,6
3	<b>608,9</b>	24,3	4,0	7,7	1,3
4	<b>573,2</b>	13,0	2,3	4,1	0,7
5	<b>602,8</b>	23,5	3,9	7,4	1,2
<b>Горчица</b>					
1	<b>608,9</b>	14,3	2,4	4,5	0,7
2	<b>611,9</b>	12,9	2,1	4,1	0,7
3	<b>938,0</b>	41,1	4,4	13,0	1,4
4	<b>903,9</b>	36,1	4,0	11,4	1,3
5	<b>621,0</b>	12,1	2,0	3,8	0,6
<b>Лук чернушка</b>					
1	<b>386,0</b>	20,7	5,4	6,5	1,7
2	<b>611,2</b>	21,5	3,5	6,8	1,1
3	<b>715,0</b>	12,4	1,7	3,9	0,5
4	<b>690,0</b>	16,0	2,3	5,1	0,7
5	<b>700,0</b>	18,2	2,6	5,8	0,8

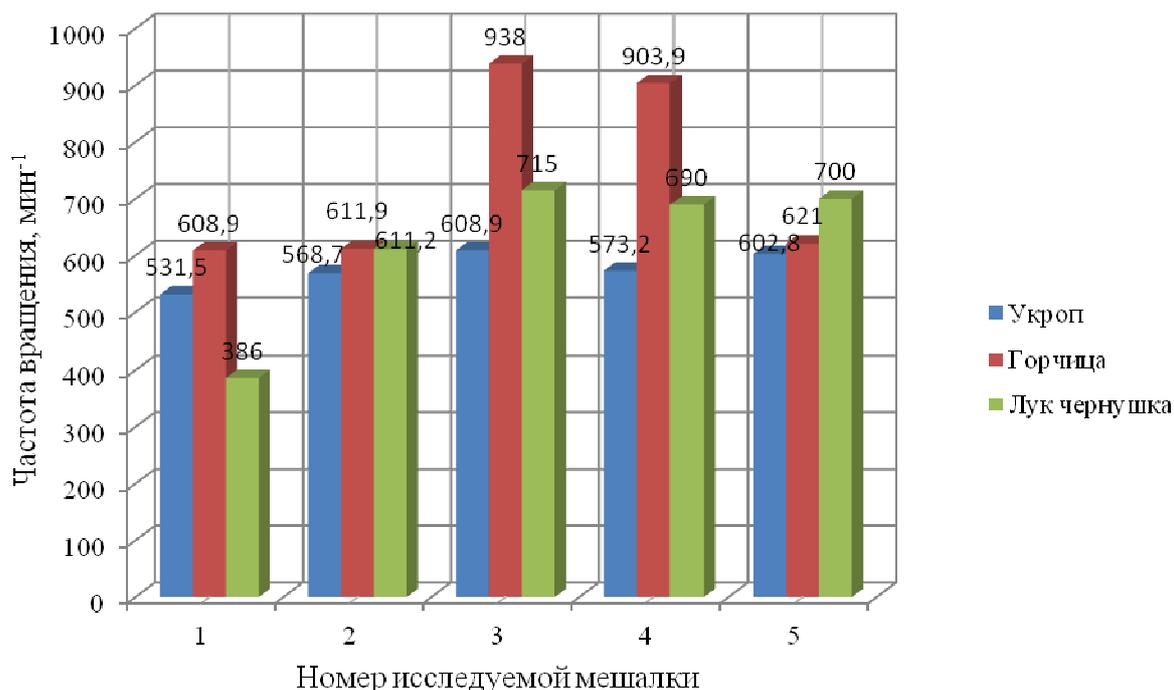


Рисунок 9 – Частота вращения мешалок при проведении лабораторных экспериментальных исследований

На основании проведенных исследований предложена мешалка 1, которая для обеспечения турбулентного течения жидкости снабжена кольцом 2 с закрепленным на нем лопастями 3, выполненными по форме спирали Архимеда и П-образными замкнутыми элементами 4, угол атаки профиля лопастей которых составляет не менее  $4^\circ$  (рисунок 10). Это позволяет лопастям создавать турбулентный поток воды. При уменьшении угла происходит плавное перемещение лопастей, что хуже отражается на смешивании семян с водой.

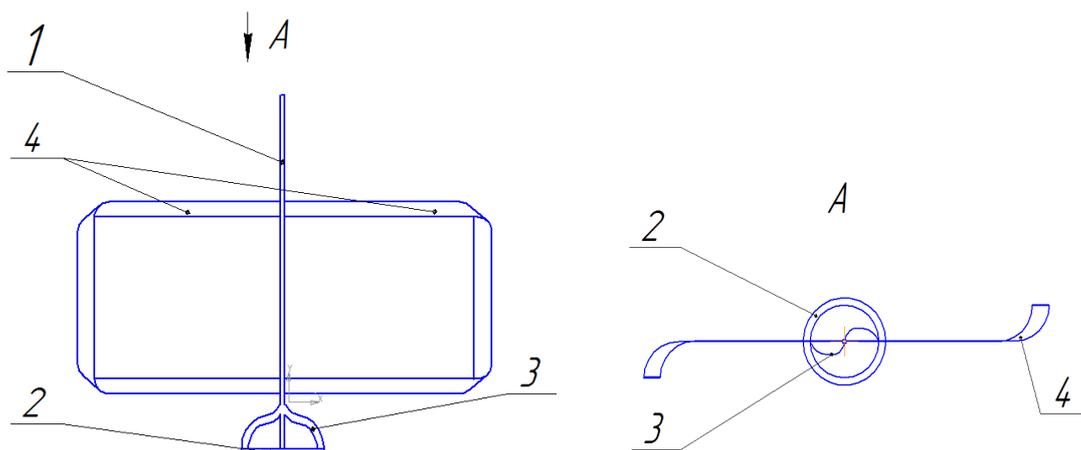


Рисунок 10 – Схема мешалки:

1 – механическая мешалка; 2 – кольцо; 3 – лопасти; 4 – П-образные замкнутые элементы

Экспериментальный образец мешалки представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Мешалка гидросеялки ГНОМ-2

В результате нами предлагается приспособление к мотокультиватору для гидропосева овощных культур (рисунок 12, таблицы 3–4). На рисунке 13 представлена мешалка для предлагаемого устройства и ее размеры.

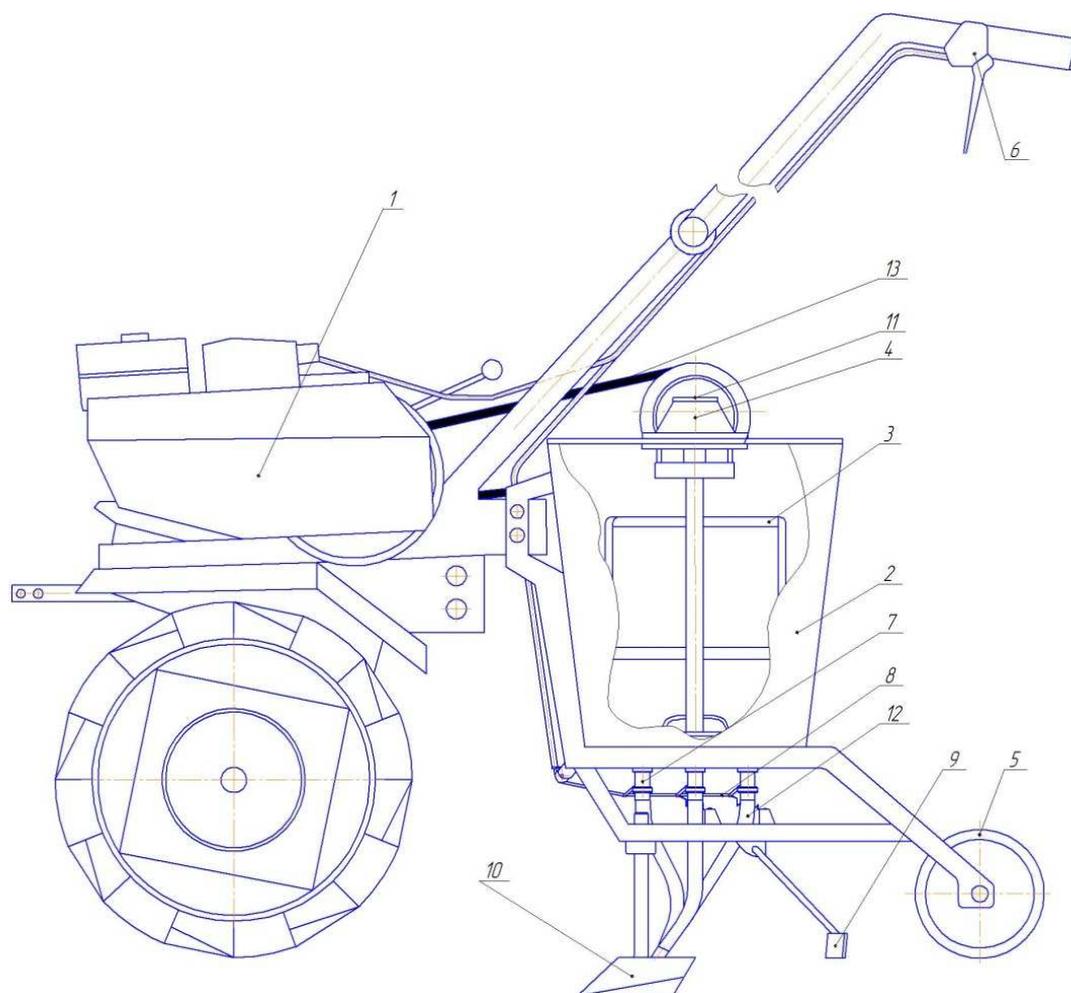


Рисунок 12 – Приспособление к мотокультиватору для гидропосева овощных культур:

1 – мотокультиватор МБ-2С-PRO-7.5 «НЕВА»; 2 – бак; 3 – мешалка; 4 – редуктор; 5 – прикатывающий ролик; 6 – рычаг управления; 7 – клапан; 8 – тяга; 9 – загорточ; 10 – сошник; 11 – вал привода; 12 – семяпровод; 13 – ремень

Таблица 3 – Техническая характеристика мотокультиватора

Показатель	Значение показателя
Марка мотокультиватора	МБ-2С-PRO-7.5 «НЕВА»
Двигатель	Robin Subaru EX21D
Мощность, л.с.	7,5
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	248
Тип топлива	АИ-92, АИ-95
Объем топливного бака, л	3,6
Масса, кг	89
Число передач	4 – вперед, 2 – назад
Ширина культивации, см	160

Таблица 4 – Техническая характеристика приспособления для гидропосева

Показатель	Значение показателя
Ширина захвата, м	0,8
Объем бункера, м <sup>3</sup>	0,15
Производительность, га/ч	0,068
Скорость, км/ч	0,36
Радиус высевающего отверстия, м	0,015
Количество высевающих отверстий, шт.	4

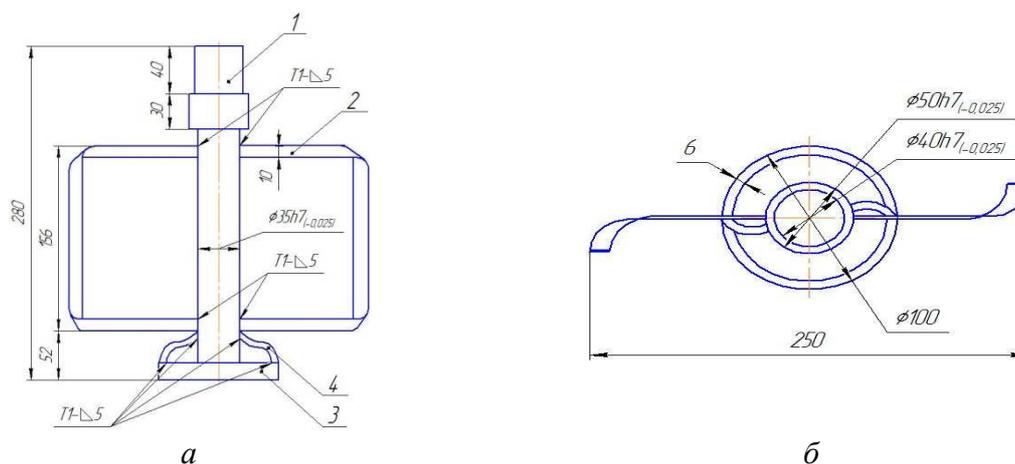


Рисунок 13 – Мешалка:  
 а – вид спереди; б – вид сверху;  
 1 – вал; 2 – лопасть; 3 – кольцо; 4 – спираль

Рекомендации по практическому использованию мешалки в конструкции гидросеялки:

1. размещение мешалки и высевающего отверстия не по центру оси симметрии емкости (бака) гидросеялки, а со смещением к периферии;
2. использование мешалки с витками плоского сечения, рекомендуемая частота вращения мешалки 380–600 мин<sup>-1</sup>.

#### Библиографический список

1. Труфляк Е.В. Посев семян овощных культур и табака гидравлическим способом с использованием электроактивированной воды/ Е.В. Труфляк, Е.И. Винецкий, Н.Ю. Курченко, И.С. Скоробогаченко // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 1 (211).
2. Труфляк Е.В. Изучение гидропосева овощных культур с применением электроактивированной воды / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко, Д.С. Яркин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014.

– №02(096). С. 66 – 79. – IDA [article ID]: 0961402006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/06.pdf>, 0,875 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

3. Пат. 2530497 РФ, МПК А 01 С 7/00. Сеялка для рядкового высева семян / Е.В. Труфляк, Д.С. Яркин, С.С. Яркин; заявитель и патентообладатель КубГАУ. – №2013119350/13; заявл. 25.04.2013; опубл. 10.10.2014. Бюл. №28.

4. Википедия – свободная энциклопедия: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.

5. Тахометр часовой ТЧ 10-Р. Паспорт. гЮ 2.780.001 ПС.

#### *References*

1. Truflyak E.V. Posev semjan ovoshhnyh kul'tur i tabaka gidravlicheskim sposobom s ispol'zovaniem jelektroaktivirovannoj vody/ E.V. Truflyak, E.I. Vinevskij, N.Ju. Kurchenko, I.S. Skorobogachenko // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2015. – № 1 (211).

2. Truflyak E.V. Izuchenie gidroposeva ovoshhnyh kul'tur s primeneniem jelektroaktivirovannoj vody / E.V. Truflyak, N.Ju. Kurchenko, D.S. Jarkin // Politematicheskij setevoj jelek-tronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №02(096). С. 66 – 79. – IDA [article ID]: 0961402006. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/06.pdf>, 0,875 у.п.л., импакт-фактор RINC=0,346.

3. Пат. 2530497 RF, МПК А 01 S 7/00. Sejalka dlja rjadkovogo vyseva semjan / E.V. Truf-ljak, D.S. Jarkin, S.S. Jarkin; zajavitel' i patentoobladatel' KubGAU. – №2013119350/13; za-javl. 25.04.2013; opubl. 10.10.2014. Bjul. №28.

4. Vikipedija – svobodnaja jenciklopedija: [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org>.

5. Tahometr chasovoj TCh 10-R. Pasport. gJu 2.780.001 PS.