

УДК 631.362.36

UDC 631.362.36

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СЕПАРАТОРА СЕМЯН
ПО МАССЕ ССМ-2**

**STUDY OF SEEDS SEPARATOR WORK BY
SSM-2 WEIGHT**

Тлишев Адам Измаилович
к.т.н., профессор, SPIN-код: 1872-2847
email: a_tlishev@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Tlishev Adam Izmailovich
Cand.Tech.Sci, professor, SPIN code: 1872-2847
email: a_tlishev@mail.ru
Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia

Трубиллин Евгений Иванович
д.т.н., профессор, SPIN-код: 6414-8130,
email: trubilinei@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Trubilin Evgeniy Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor
SPIN-code: 6414-8130,
email: trubilinei@mail.ru
Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia

Богус Азамат Эдуардович
ст.преподаватель кафедры «Процессы и машины в
агробизнесе», SPIN-код 9567-1848,
email: azamat089@gmail.com
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Bogus Azamat Eduardovich
Senior Lecturer, SPIN code 9567-1848
email: azamat089@gmail.com
Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia

В статье представлено описание назначения, устройства, технологического процесса работы, а также обоснование параметров и режимов работы сортирующих сопел сепаратора семян по массе, разделяющий поштучно семена сельскохозяйственных культур по их индивидуальной по массе обеспечивая тем самым отбор семян обладающих большим запасом питательных веществ, а значит большой энергией прорастания и силой роста способствующие формированию урожая

The article describes the purpose, the device, the technological process of work, and also the justification of the parameters and operating modes of the sorting nozzles of the seed separator by weight, dividing individually the seeds of agricultural crops according to their individual weight, thus ensuring the selection of seeds with a large supply of nutrients, the energy of germination and the growth force contributing to the formation of the crop

Ключевые слова: СЕПАРАЦИЯ, МАССА 1000 СЕМЯН, ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК, СОПЛО, ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ОТВЕРСТИЕ, ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ДИАМЕТР, СТАТИЧЕСКИЙ НАПОР, ДИНАМИЧЕСКИЙ НАПОР

Keywords: SEPARATION, 1000 SEEDS WEIGHT, AIR FLOW, NOZZLE, EQUIVALENT HOLE, EQUIVALENT DIAMETER, STATIC FLOW, DYNAMIC FLOW

Doi: 10.21515/1990-4665-132-028

При подготовке семян к посеву используется различное множество воздушно-решётных и других сепараторов. Сепарирующие органы машин используемых при подготовке посевного материала, не позволяют разделить семена непосредственно по этому признаку. Чтобы выделить из общего количества семена более высокой массы, на практике приходится идти косвенным путём: а именно, разделять их по размерам полагая, что крупные семена будут более тяжёлыми, а мелкие - более лёгкими, не учитывая, что различия в плотности отдельных семян могут нарушить эту за-

висимость. После калибровки на решетках, семена подвергают сортировке воздушным потоком по аэродинамическим свойствам. Всё это мало способствует достижению желаемой цели.

В существующих способах сепарации в воздушный поток семена подаются случайным образом, т.е. без ориентации. При этом каждое семя, омываясь воздушным потоком, стремится занять в потоке положение, соответствующее минимальному сопротивлению. Поворот (закрутка) частиц вокруг собственного центра масс приводит к хаотическому движению и столкновению частиц. Одна частица может служить экраном для другой. Так как скорость воздушного потока, создаваемого вентилятором, не одинакова по всему сечению выходного канала, в котором частицы смеси занимают различные положения то неизбежны попадания тяжёлых фракций к средним, средних к лёгким и наоборот. Кроме этого на процесс разделения семян по фракциям влияют: размеры, форма и состояние поверхности частиц.

Согласно ГОСТ 20290 масса 1000 семян это - *масса 1000 семян* в граммах, определяемая в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Приведём несколько определений из этого ГОСТ. *Посевные качества* - совокупность свойств семян, характеризующих их пригодность для посева. *Сила роста семян* - потенциальная способность семян к быстрому прорастанию и формированию нормальных сильных проростков. *Энергия прорастания* - способность семян быстро и дружно прорасти. *Всхожесть семян* - способность семян образовывать нормально развитые проростки. *Неоднородность семян* - невыравненность семян по одному или нескольким показателям посевных качеств.

Масса 1000 семян – является одним из показателей посевных качеств семян характеризующий запас питательных веществ, заключённый в этом количестве семян. Чем выше масса 1000 семян одной и той же культуры, тем выше содержание в ней питательных веществ, выше сила роста семян,

энергия прорастания, всхожесть, и в конечном итоге выше урожайность.

Требованиями пункта 1.6 ГОСТ 9576 показатель массы 1000 семян подсолнечника нормируется, и для большинства регионов России не должен быть менее 60 г.

В бывшей ГДР допустимые отклонения средней массы 1000 семян подсолнечника регламентируются в пределах $\pm 2\%$. В России таких требований нет. Для калиброванных семян подсолнечника этот допуск не регламентирован и фактически достигает уровня $\pm 10\%$ и более, т.е. в выравненном по размерам посевном материале присутствует высокий процент зёрен с низким запасом питательных веществ. Подобная неоднородность по массе 1000 семян становится причиной неоднородности по энергии прорастания, всхожести, силе роста, что приводит к состязательности растений в процессе вегетации и в конечном итоге недобору урожая. Это относится и к массе 1000 семян зерновых, технических, овощных и др. культур.

Из выше сказанного следует, что показатель массы 1000 семян играет очень важную роль в деле повышения урожайности сельскохозяйственных культур и подготовленный к посеву семенной материал должны быть выравненным по этому показателю.

Наряду с комбинированными воздушно-решётными сепараторами семян задача по подготовке посевного материала может быть решена в устройствах, где разделение семенных смесей производится исключительно с помощью воздушных струй малого сечения. На кафедре процессы и машины в агробизнесе разработан сепаратор семян по массе ССМ-2, обеспечивающий поштучное разделение семян тонкими струями предварительно очищенного исходного материала на фракции, выровненные по их индивидуальной массе, а если исходный материал откалиброван то и по плотности (патент №2132754). Под *плотностью семян* следует понимать отношение массы семян к их объёму, исключая межсемянное пространство [ГОСТ 20290].

Принципиальной разницей между существующими сепараторами и разработанным нами является то, что поперечный размер (площадь сечения) воздушной струи в несколько раз меньше сечения частицы (семени). В этом случае сила давления на частицу будет определяться по следующей формуле:

$$R = \rho_{\text{в}} U_{\text{в}}^2 S_{\text{стр.}}, \quad (1)$$

где R – сила, действующая на частицу, Н;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг/м³;

$U_{\text{в}}$ – скорость воздушного потока, м/с;

$S_{\text{стр.}}$ – площадь сечения струи воздуха, м².

Из формулы 1 видно, что сила, действующая на частицу зависит от сечения струи (сопла), плотности и скорости вытекающего воздуха.

Запишем формулу 1 в другом виде:

$$R = \rho_{\text{в}} U_{\text{в}}^2 S_{\text{стр.}} = m_{\text{в}} V_{\text{в}} = m_{\text{с}} V_{\text{с}}, \quad (2)$$

где $m_{\text{в}}$ – масса воздуха, вытекающего из сопла; кг;

$V_{\text{в}}$ – скорость воздуха, вытекающего из сопла, м/с;

$m_{\text{с}}$ – масса семени, кг;

$V_{\text{с}}$ – скорость семени, м/с.

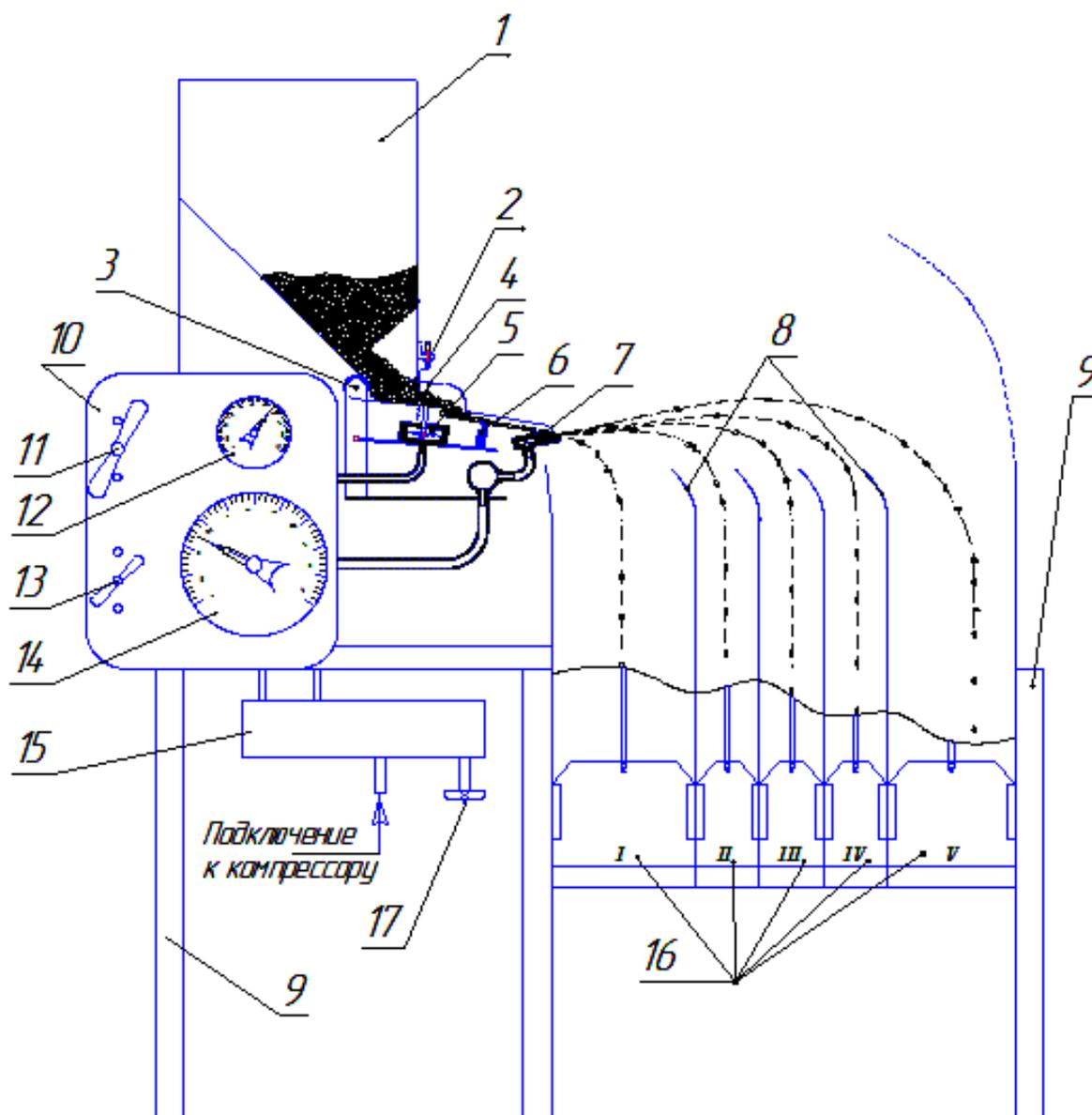
Из формулы 2 следует, что сила давления струи на частицу равна количеству движения воздуха ($m_{\text{в}} V_{\text{в}}$), вытекающего из сопла и количеству движения, приобретённого семенем (частицей) ($m_{\text{с}} V_{\text{с}}$) после воздействия струи. Так как количество движения воздуха в струе постоянно, то согласно формуле 2 частицы различной массой будут приобретать различную скорость, т.е. возможно разделение смеси на фракции, строго выровненные по массе.

ССМ-2 универсальный для всех культур, может работать в режиме

сортирования предварительно очищенных семян, обеспечивает разделение семян по их индивидуальной массе, а значит отбор из общей массы наиболее жизнеспособных, обладающих высокими посевными качествами семян, что в конечном итоге способствует получению прибавки к урожаю от 5 до 12% и более.

Технические данные сепаратора ССМ-2

Наименование	Единица измерения	Значение
Тип		Передвижной
Масса в полной комплектности	кг	45
Производительность машины при сортировке семян:		
- овощных культур	кг/ч	20-30
- подсолнечника	кг/ч	100
- зерновых культур	кг/ч	180
- гороха и сои	кг/ч	200
Количество фракций семян	шт.	5
Рабочее давление:		
- на соплах	МПа	0,001-0,003
- на привод лотков	МПа	0,1-0,15
Расход воздуха	м ³ /мин.	0,4-0,6
Количество лотков	шт.	2
Количество желобков	шт.	50
Габаритные размеры: - длина, ширина и высота соответственно	мм	1056*700*1678



1 –бункер; 2 –заслонка; 3 –шарнир лотка; 4 –лоток; 5 –пневмопривод; 6 – возвратная пружина; 7 –сопло; 8 –приёмник фракций; 9 –рама; 10 –пульт управления; 11 и 12 - соответственно регулятор давления и манометр пневмопривода лотка; 13 и 14 - соответственно регулятор давления и манометр сопл; 15 – ресивер; 16 – заслонки приёмника фракций; 17 - кран для сброса конденсата

Рисунок 1 Технологическая схема сепаратора семян по массе

К преимуществам данного способа разделения можно отнести и то, что для зерновых, овощных и травяных культур, посев которых осуществляется катушечными аппаратами, исключается операция калибровки семян на решётных устройствах.

При работе сепаратора в качестве источника воздуха может быть использован компрессор любого типа производительностью не менее 0,6 м³/мин.

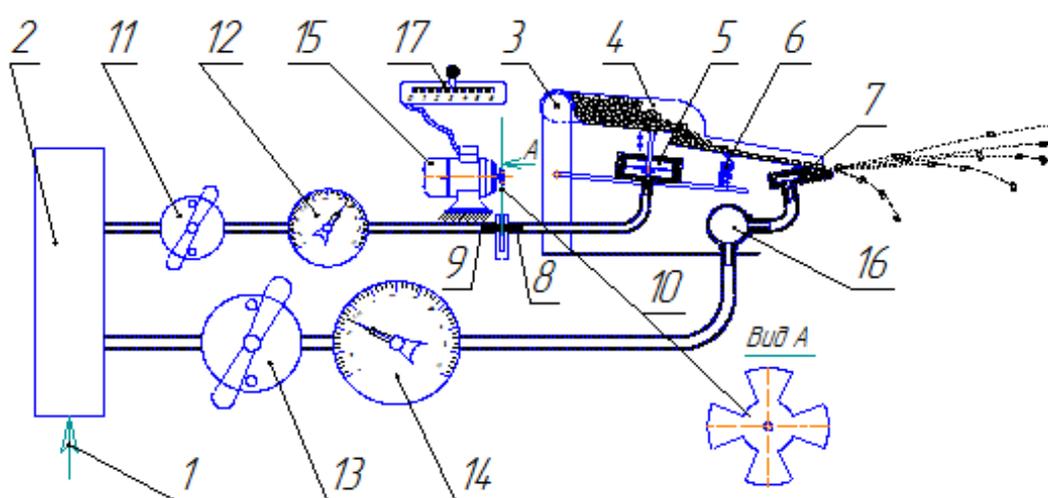
Устройство сепаратора. Сепаратор семян, технологическая схема которого представлена на рисунке 1 включает: раму 9, бункер 1 с расположенными под ним желобчатыми лотками 4; пневмопривод лотков 5 одностороннего действия, в виде одно мембранных элементов с жёсткими центрами со штоками и возвратными пружинами 6; блоки плоских сепарирующих сопел 7; сборник фракций 8; пневмосистему с коллекторами 2 и 13; редукторы давления 11 и 13 с манометрами 12 и 14; электродвигатель 15 (рисунок 2) на валу которого установлена крыльчатка 10. Все элементы пневмосистемы сепаратора связаны шлангами. Между компрессором и ресивером сепаратора последовательно включается фильтр для очистки воздуха от пыли, масла и влаги.

Технологический процесс работы сепаратора семян по массе

При работающем компрессоре и включённом электродвигателе 15 рисунок 2, с помощью регулятора давления воздуха пневмопривода 11 и реостата 17, позволяющего изменять число оборотов вала электродвигателя 15, устанавливается необходимый режим движения семян по желобкам лотка 4.

Генерация колебаний лотков осуществляется вращающимся с регулируемой частотой четырёхлопастным диском 10, жёстко закреплённым на валу электродвигателя 15, лопасти которого при вращении пересекает струю воздуха вытекающего из сопла 9 и улавливаемую приёмным соплом 8.

При отсутствии лопасти диска 10 в зазоре между соплами 9 и 8 струя воздуха улавливается приёмным соплом 8 и по каналам связи направляется в глухие камеры пневмоприводов 5. Мембрана пневмопривода поднимается вверх, и штоком, связанным с жёстким центром отклоняет лоток 4 поворачивая вокруг шарнира 3, растягивая пружину 6. Когда лопасти диска 10 заходят в зазор между соплами 8 и 9, то питающая струя из сопла 9 в приёмное сопло 8 не подаётся. При этом избыточное давление из глухих камер пневмоприводов 5 через сопло 8 сбрасывается в атмосферу, а лотки под действием пружин 6 возвращаются в исходное положение. Далее колебания повторяются в описанной выше последовательности. Колебания лотков с заданной частотой и амплитудой обеспечивают регулируемую подачу семян на сортирующие сопла в установившемся режиме.



1 - трубопровод от компрессора; 2 - центральный ресивер сепаратора; 3- шарнир лотка; 4 - лоток; 5 - пневмопривод лотка; 6 - пружина возвратная; 7 - сопла; 8 - приёмный канал; 9 - питающее сопло вибратора; 10 - крыльчатка-прерыватель воздушного потока; 11 - регулятор вибропривода; 12 – манометр вибропривода; 13 - регулятор давления сопл; 14 - манометр сопл; 15 - электродвигатель; 16 - ресивер сопл.

Рисунок 2 Схема блока питания сепаратора

В установленном режиме семена должны двигаться по желобчатому лотку поштучно друг за другом, равномерно без отрыва от поверхности лотка. Амплитуда колебаний лотка должна быть минимальной. Для регулировки амплитуды на пневмоприводе 5 установлен механизм для ограничения хода штока лотка 4. Фиксация ограничителя хода штока осуществляется контргайкой.

Поток семян из бункера 1 рисунок 1 по лоткам 4 регулируется заслонкой 2. С помощью редуктора давления воздуха 13 устанавливается такое давление в соплах 7, чтобы в последнюю фракцию (пятая фракция – самые лёгкие составляющие исходного вороха) попадало от 6 до 10 % сепарируемого исходного вороха.

Воздействие струи на семя осуществляется непосредственно у среза сопла на начальном его участке при следующих условиях: лоток совершает колебания вместе с соплом, причём срез сопла 7 находится непосредственно на нижней кромке лотка 4. Семена движутся поштучно ориентированные в желобках лотка длиной осью по направлению подачи на сопла. Струи воздуха сообщают семенам одинаковое количество движения. Время воздействия струи на семя ограничивается периодом прохождения семени над соплом.

После воздействия струи, семя движется в свободном полёте за пределами сопла и зоной действия струи, как тело, брошенное под углом к горизонту с начальными параметрами скорости и угла наклона.

Для устойчивой работы пневмосистемы сепаратора на компрессоре должен быть установлен кран для стравливания лишнего давления в атмосферу. Это исключит перегрев компрессора при длительной его работе и позволит поддерживать постоянной величину давления в ресивере компрессора. Давление на сепарирующих соплах 7 должно поддерживаться постоянным, равным первоначальной настройке.

Одним из основных элементов сепаратора семян, влияющих на каче-

ство сортировки является стабильная работа двух сортирующих сопел 7, каждая из которых обеспечивает распределение воздуха по 25-ти сортирующим каналам малого сечения. Конструкция сопла должна обеспечивать равномерное распределение воздушного потока по всем сортирующим каналам – соплам.

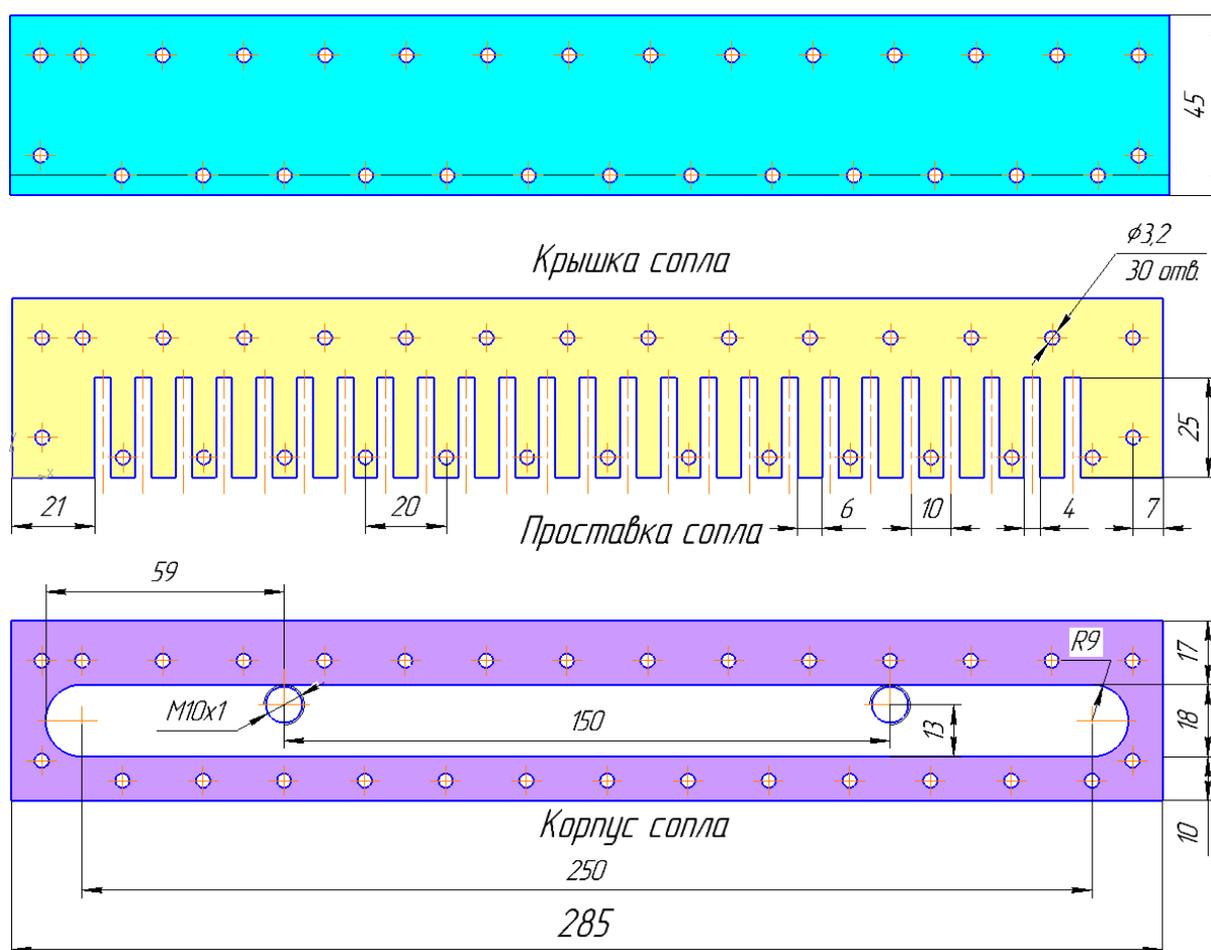


Рисунок 3 Крышка, проставка и корпус сопла

Сопло 7, рисунок 3 состоит из крышки толщиной 3 мм и корпуса, толщиной 10 мм, изготавливаемых из листового органического стекла по ГОСТ 10677 и проставки, изготавливаемого из тонколистового плекса, толщиной 0,3 мм. Наружные размеры сопла в сборе: длина 285 мм, ширина 45 мм, толщина от верха крышки до низа корпуса 13,3 мм.

В проставке выполнены вырезы прямоугольной формы размером

4x25 мм, в количестве 25 штук, с шагом 10 мм. В корпусе проделывается канавка глубиной 4 мм, шириной 18 мм и длиной 250 мм. В крышке, проставке и в корпусе сверлятся по 30 отверстий, диаметром по 3,2 мм. Кроме этого в корпусе делаются два отверстия с резьбой M10x1, для вкручивания шурупов.

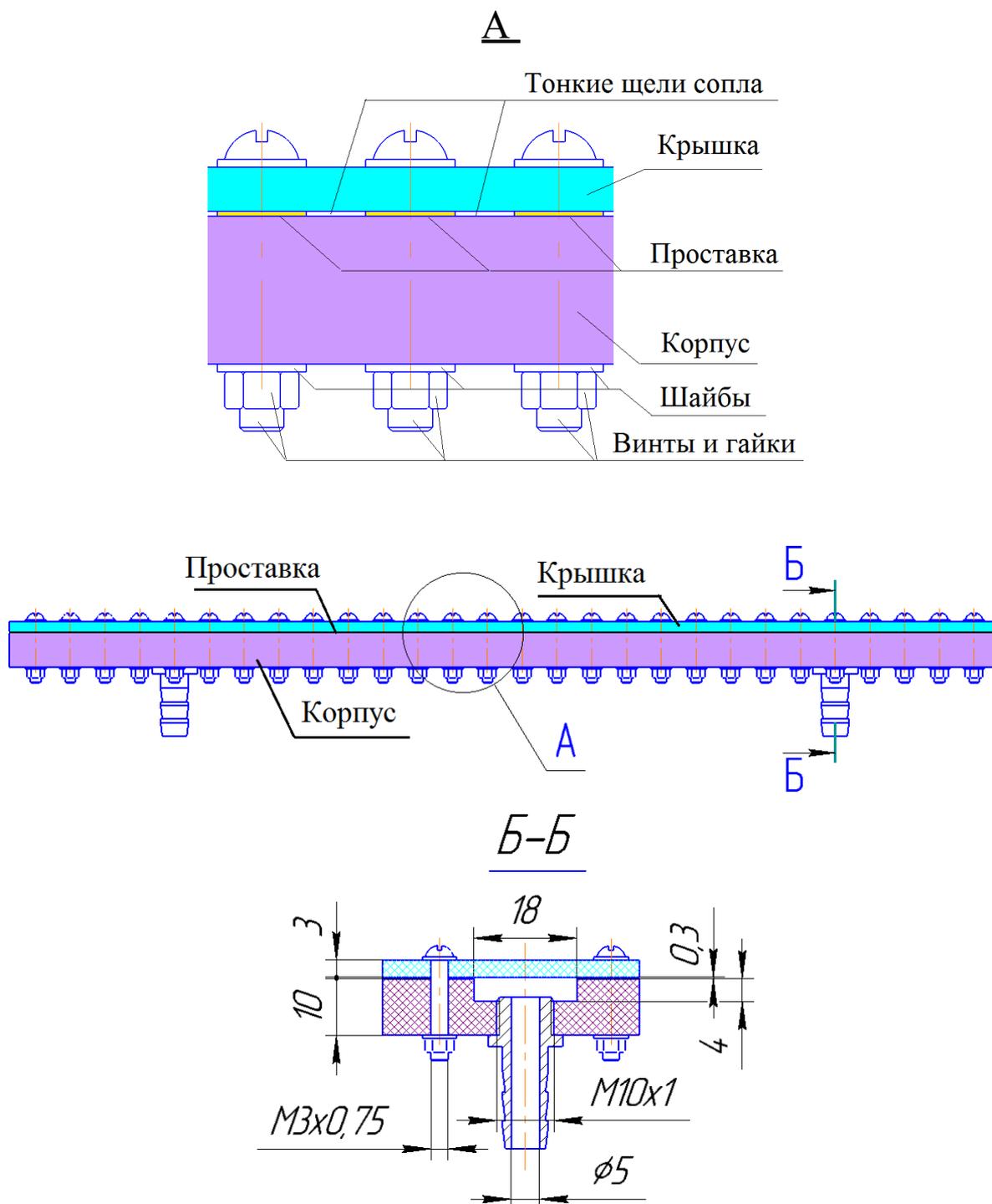


Рисунок 4 Сопло в сборе

При сборке все три элемента скручиваются винтами с гайками, устанавливая под головку винта и гайку металлические шайбы толщиной 0,5 мм, наружными диаметрами 6 мм. К крышке снизу для подвода воздуха прикручиваются два штуцера, с отверстием диаметром 5 мм, выполненным по центру.

Сопло в сборе показано на рисунке 4. При сборке на корпус, совмещая все отверстия, укладывается проставка, сверху которого устанавливается крышка, и все три элемента скручиваются винтами.

Проточка шириной 18 мм, глубиной 4 мм и длиной 250 мм выполненная в корпусе, служит распределительным коллектором для 25 каналов образованных между крышкой, корпусом и границами 25-ти вырезов в проставке. Воздушный поток под давлением, заданным регулятором 13 (рисунок 2), от ресивера сопел 16 по соединительным шлангам подаётся в коллектор сопел (рисунок 4), в котором поток воздуха распределяется на 25 воздушных струй, на выходе из сопла сообщаящие одинаковое количество движения семенам, поступающим каждый в свою струю с 25-ти желобков литка 4 (рисунок 2). Для достижения необходимой точности разделения семян на фракции, выровненные по массе, необходимо обеспечить условие, при котором количество движения воздуха во всех струях постоянно и одинаково, при этом различие скорости приобретаемой семенем будет зависеть только от различия индивидуальной массы семени.

Из выше сказанного следует, что от конструктивных решений по параметрам и устройству сопла, зависит выравненность скорости воздушного потока во всех 25-ти каналах.

В пневмосистеме рассматриваемого сепаратора семян воздушный поток является определяющим по качеству разделения семян на фракции, выровненные по массе.

Известно, что окружающий нас воздух, кроме смеси нормальных газов и водяных паров, содержит примеси из мельчайших частиц пыли. Учи-

тывая, что сечения сортирующих сопел сепаратора достаточно малы ($4 \times 0,3 \text{ мм} = 1,2 \text{ мм}^2$), в пневмосистеме должны быть предусмотрены воздушные фильтры, меняющиеся или чистящиеся своевременно.

Общепринято в пневмосистемах давление выражают через p - абсолютное давление (Па) и H - избыточное давление (Па) как разность между абсолютным давлением p в рассматриваемой точке и атмосферным давлением p_a , т.е.

$$H = p - p_a, \quad (3)$$

В воздухопроводах действует:

p_c - статическое давление (Па), выражающее внутреннюю энергию 1 м^3 воздуха без учёта его движения, которое одинаково действует по всем направлениям;

p_d - динамическое давление (Па), выражающее кинетическую энергию 1 м^3 воздуха и действующее только в направлении скорости;

p_o - общее давление (Па), выражающее полную энергию 1 м^3 воздуха.

Динамическое давление определяется по известной формуле

$$p_d = \frac{\rho V^2}{2}, \quad (4)$$

где V - скорость воздуха, м/с.

ρ - плотность воздуха, кг/м^3 .

С учётом направлений составляющих давление получим

$$\bar{p}_o = \bar{p}_c + \bar{p}_d. \quad (5)$$

На основании зависимостей (3) и (4) в воздухопроводах действует три вида избыточных давлений:

статическое избыточное давление

$$\pm H_c = p_c - p_a; \tag{6}$$

динамическое избыточное давление

$$H_o = p_o; \tag{7}$$

общее избыточное давление

$$\pm H_o = p_o - p_a. \tag{8}$$

Подставляя в формулу (5) вместо абсолютных давлений избыточное, получим зависимость между избыточными давлениями

$$\pm H_o = \pm H_c + H_a. \tag{9}$$

В пневматических системах широко применяют два закона: закон сохранения массы, открытый М. Ломоносовым и сформулированный для движущейся жидкости Л. Эйлером, и закон сохранения энергии, выражающийся уравнением Д. Бернулли.

На рисунке 5 показан корпус сопла с проставкой (верхняя крышка снята, чтобы были видны все 25 каналов, по которым текут струи воздуха). Площадь коллектора в сечении А-А составляет 268 мм х 4 мм = 1072 мм². Суммарная площадь всех 25 каналов в сечении Б-Б составляет 25 х 4 мм х 0,3 мм = 30 мм².

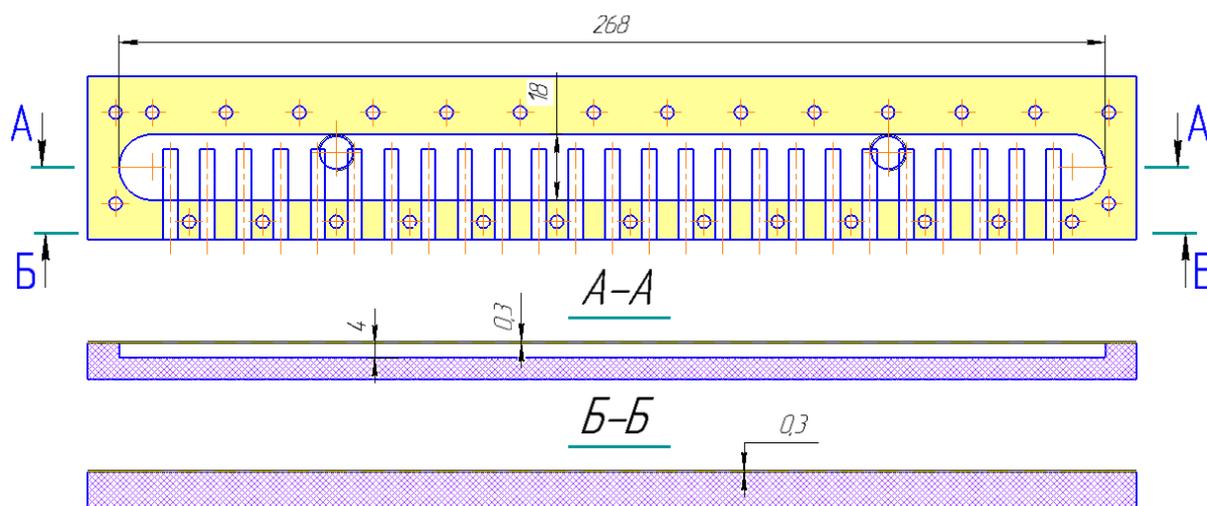


Рисунок 5 Сечения сопла А-А по оси коллектора и Б-Б вдоль кромки сопла

В пневматической системе сепаратора семян отсутствуют подсосы или утечка воздуха между сечениями А-А и Б-Б (рисунок 5), воздушный поток непрерывный и между этими сечениями будет справедлив закон сохранения массы. На основании этого закона масса воздуха m_1 (кг), прошедшее через первое сечение А-А в секунду, должно быть равно массе воздуха m_2 , прошедшей через второе сечение Б-Б за это же время, т.е.

$$m_1 = m_2 = m = const. \quad (10)$$

где m_1 – масса воздуха прошедшая через сечение А-А, кг;

m_2 – масса воздуха прошедшая через сечение Б-Б, кг.

$$m_2 = m_{2i} \cdot 25.$$

где m_{2i} – масса воздуха прошедшая через 1 канал сечением 0,3 мм на 4 мм.

Выражая массу через плотность и объём, получим

$$\rho_1 Q_1 = \rho_2 Q_2 = \rho Q = m = const. \quad (11)$$

где ρ_1, ρ_2, ρ – плотность воздуха, кг/м³;

Q – расход воздуха, м³/с.

Выражая расход воздуха через площади поперечных сечений и средние скорости, получим

$$\rho_1 V_1 S_1 = \rho_2 V_2 S_2 = \rho V S = m = const. \quad (12)$$

где V_1, V_2, V – средние скорости воздуха в рассматриваемых сечениях, м/с;

S_1, S_2, S – площади поперечных сечений воздухопроводов, м².

Выражение (12) называют уравнением неразрывности воздушного потока, из которого следует, что с увеличением площади поперечного сечения уменьшается скорость воздуха, и наоборот. С увеличением или уменьшением плотности воздуха в результате изменения давления будет

происходить уменьшение или увеличение скорости воздуха в последующих сечениях пневмосистемы сепаратора.

Ввиду того, что в пневмосистеме сепаратора рассматриваемые сечения расположены близко друг к другу, а давление и температура в этих сечениях изменяется незначительно, то плотности воздуха будет мало изменяться. Поэтому уравнение неразрывности (12) примет вид

$$V_1 S_1 = V_2 S_2 = VS = Q = const. \quad (13)$$

Скорость воздуха в последовательных сечениях при постоянном расходе определяют по формуле

$$V = \frac{Q}{S}, \quad (14)$$

Потери давления в воздухопроводах $H_{пт}$ (Па) расходуется на преодоление сопротивлений, которые встречает воздух при движении. Потери давления в прямых воздухопроводах любой формы поперечного сечения можно определить по формуле

$$H_{np} = \beta \cdot \frac{n}{S} \cdot l \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (15)$$

где n и S – периметр и площадь поперечного сечения воздухопровода, м;

l – длина прямого участка воздухопровода, м;

β – коэффициент сопротивления, зависящий от режима потока и состояния поверхности воздухопровода;

v – скорость воздуха, м/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Для круглых воздухопроводов потери давления определяются по следующей формуле

$$H_{np} = \frac{\lambda}{D} \cdot l \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (16)$$

где $H_{пр}$ – потери давления в круглых воздухопроводах, Па;

D – диаметр воздухопровода, м;

λ – коэффициент сопротивления круглого прямого воздухопровода, зависящий от числа Рейнольдса и шероховатости поверхности.

Потери давления в прямых воздухопроводах

$$H_{пр} = Rl, \quad (17)$$

где R – потери давления на 1 м длины воздухопровода.

Канал коллектора сопла и выходные каналы из сопла сепаратора имеют прямоугольное сечение. Для подобных случаев введено понятие *об эквивалентном отверстии*.

Под эквивалентным отверстием понимают такое круглое отверстие, площадью $F_{эк}$, через которое проходит в единицу времени такое же количество воздуха $V_{эк}$, со скоростью $v_{эк}$, как и через трубопровод с сопротивлением $h_{ст}$.

Для сопоставления воздушных каналов различной формы и использования справочных данных, которые, как правило, даются для труб круглого сечения, в технике введено понятие «эквивалентный диаметр».

Под эквивалентным диаметром понимают диаметр трубы круглого сечения, сопротивление которой равно сопротивлению трубы иного сечения. Определим эквивалентный диаметр для трубы прямоугольной формы со сторонами a и b .

Используя формулу статического напора для трубы круглого сечения можно записать:

$$h'_{so} = \rho \frac{4}{d_{эк}} \cdot \frac{y_6 u^2}{2}, \quad (18)$$

Для трубы прямоугольного сечения со сторонами a и b статический напор определится:

$$h_{ст}'' = \rho \frac{2(a+b)}{ab} \cdot l \cdot \frac{y_6 u^2}{2}, \quad (19)$$

Приравнивая правые части выражений статического сопротивления для труб круглого и прямоугольного сечения и решая полученное равенство относительно $d_{эк}$ получим:

$$d_{эк} = \frac{2ab}{a+b}. \quad (20)$$

Определен эквивалентный диаметр для трубы прямоугольной формы со сторонами a и b .

Нами изучена работа сепаратора семян по массе ССМ-2 производящего подготовку посевного материала с помощью воздушных струй малого сечения. Определено его принципиальное отличие от существующих сепараторов, заключающееся в том, что поперечный размер воздушной струи в несколько раз меньше сечения частицы семени. ССМ-2 универсальная машина, позволяющая работать в режиме сортирования предварительно очищенных семян, обеспечивая разделение семян по их индивидуальной массе. Описано устройство и технологический процесс сепаратора семян.

Получено условие, необходимое для достижения точности разделения семян, при котором количество движения воздуха во всех струях постоянно и одинаково, а различие скорости приобретаемой семенами будут зависеть только от их массы.

Библиографический список

1. Теория, конструкция и расчёт сельскохозяйственных машин. [Текст] / Е. С. Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах - М.: «Машиностроение», 1977.- 568 с.
2. Веселов С. А. Проектирование вентиляционных установок предприятий по хранению и переработке зерна. Учебники и учебное пособие для высших учебных заведений. [Текст] / С. А. Веселов. - М., «Колос», 1974. – 288 с.
3. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчёт, проектирование и испытание. [Текст] / М.Н. Летошнев. - Госуд. изд. с.х. литер., М. – Л.: 1955. –

764 с.

4. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Задачи и упражнения. [Текст] / М.Н. Летошнев. - Госуд. изд. с.х. литер., М. – Л.: 1950. – 366 с.

5. Тлишев А. И. Сепарация семян по массе и плотности. [Текст] / А.И. Тлишев, В.Г. Ивашков. // Труды Кубанского ГАУ. Выпуск 348/376. – Краснодар. КубГАУ, 1995.

6. Тлишев А. И. Сортировка семян по массе. [Текст] / А.И. Тлишев, В.Г. Ивашков. - [Текст] / А.И. Тлишев, В.Г. Ивашков. // Сахарная свёкла. – 1997, №1, с. 20-21.

7. Тлишев А. И. Вибрационный лоток. [Текст] / А.И. Тлишев, В.Г. Ивашков. // Сахарная свёкла. – 1997, №1, с. 21-22.

8. Тлишев А. И. Сепаратор для разделения семян по массе. [Текст] / А.И. Тлишев, В.Г. Ивашков. // Сахарная свёкла. – 1997, №2, с. 16-17.

9. Тлишев А. И. Определение основных параметров вибрационного лотка для поштучной подачи семян в пневматическом сепараторе. [Текст] // Научные труды. Выпуск 357(385). Под общей редакцией академика Россельхозакадемии И. Т. Трубилина. Краснодар. 1997. С. 133-136.

10. Тлишев А. И. Обоснование режимов и параметров технологического процесса сортирования семян подсолнечника. [Текст]: диссертация канд. техн. наук 05.20.01: защищена 01.07.97: утв. 15.03.98 / Тлишев Адам Измаилович. - Краснодар, 1998, - 214 с.

11. ГОСТ 9576-84 «Семена подсолнечника. Сортовые и посевные качества. Технические условия».

12. ГОСТ 20290-74 Семена сельскохозяйственных культур. Определение посевных качеств семян. Термины и определения.

13. Пат. № 2132754 РФ, МПК В07В4/02. Устройство для сепарации сыпучей смеси / Тлишев А. И., Ивашков В. Г.; заявитель и патентообладатель КубГАУ.- 98104612/03; заявл. 24.02.1998; опубл. 10.07.1999.

14. Пат. № 2206193 РФ, МПК С1 7 А 01 С 7/02, 7/16. Вибрационная высеваящая система ручной сеялки / Тлишев А. И., Трубилин Е. И., Иванов В. П.; заявитель и патентообладатель КубГАУ. – 2001128533; заявл. 22.10.2001; опубл. 20.06.2003. Бюл. №17.

References

1. Teorija, konstrukcija i raschjot sel'skohozjajstvennyh mashin. [Tekst] / E. S. Bosoj, O. V. Vernjaev, I. I. Smirnov, E.G. Sultan-Shah - M.: «Mashinostroenie», 1977.- 568 s.

2. Veselov S. A. Proektirovanie ventiljacionnyh ustanovok predpriyatij po hraneniju i pererabotke zerna. Uchebniki i uchebnoe posobie dlja vysshih uchebnyh zavedenij. [Tekst] / S. A. Veselov. - M., «Kolos», 1974. – 288 s.

3. Letoshnev M. N. Sel'skohozjajstvennyye mashiny. Teorija, raschjot, proektirovanie i ispytanie. [Tekst] / M.N. Letoshnev. - Gosud. izd. s.h. liter., M. – L.: 1955. – 764 s.

4. Letoshnev M N. Sel'skohozjajstvennyye mashiny. Zadachi i uprazhnenija. [Tekst] / M.N. Letoshnev. - Gosud. izd. s.h. liter., M. – L.: 1950. – 366 s.

5. Tlishev A. I. Separacija semjan po masse i plotnosti. [Tekst] / A.I. Tlishev, V.G. Ivashkov. // Trudy Kubanskogo GAU. Vypusk 348/376. – Krasnodar. KubGAU, 1995.

6. Tlishev A. I. Sortirovka semjan po masse. [Tekst] / A.I. Tlishev, V.G. Ivashkov. - [Tekst] / A.I. Tlishev, V.G. Ivashkov. // Saharnaja svjokla. – 1997, №1, s. 20-21.

7. Tlishev A. I. Vibracionnyj lotok. [Tekst] / A.I. Tlishev, V.G. Ivashkov. // Saharnaja svjokla. – 1997, №1, s. 21-22.

8. Tlishev A. I. Separator dlja razdelenija semjan po masse. [Tekst] / A.I. Tlishev, V.G. Ivashkov. // Saharnaja svjokla. – 1997, №2, s. 16-17.

9. Tlishev A. I. Opredelenie osnovnyh parametrov vibracionnogo lotka dlja poshtuchoj podachi semjan v pnevmaticeskome separatore. [Tekst] //Nauchnye trudy. Vypusk 357(385). Pod obshhej redakciej akademika Rossel'hoz akademii I. T. Trubilina. Krasnodar. 1997. S. 133-136.

10. Tlishev A. I. Obosnovanie rezhimov i parametrov tehnologicheskogo processa sortirovanija semjan podsolnechnika. [Tekst]: dissertacija kand. tehn. nauk 05.20.01: zashishhena 01.07.97: utv. 15.03.98 / Tlishev Adam Izmailovich. - Krasnodar, 1998, - 214 s.

11. GOST 9576-84 «Semena podsolnechnika. Sortovye i posevnye kachestva. Tehnicheskie uslovija».

12. GOST 20290-74 Semena sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Opredelenie posevnyh kachestv semjan. Terminy i opredelenija.

13. Pat. № 2132754 RF, MPK V07V4/02. Ustrojstvo dlja separacii sypuchej smesi / Tlishev A. I., Ivashkov V. G.; zajavitel' i patentoobladatel' KubGAU.- 98104612/03; zajavl. 24.02.1998; opubl. 10.07.1999.

14. Pat. № 2206193 RF, MPK S1 7 A 01 S 7/02, 7/16. Vibracionnaja vysevajushhaja sistema ruchnoj sejalki / Tlishev A. I., Trubilin E. I., Ivanov V. P.; zajavitel' i patentoobladatel' KubGAU. – 2001128533; zajavl. 22.10.2001; opubl. 20.06.2003. Bjul. №17.-