

матеріала необхідно обмежити кутову швидкість обертання, або зменшити силу тертя шляхом застосування матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя для відповідних поверхонь. Так, щоб забезпечити швидкість руху частинки  $V_x(x) \geq 0,5$  м/с при  $f=0,7$  необхідно, щоб  $\omega \leq \pi c^{-1}$  (рис.8).

## Список літератури

1. Оришака О.В. Обґрунтування постачального пристрою установки безперервної дії для завантаження сипких матеріалів / О.В. Оришака, В.І. Гуцул, А.М. Артюхов // Загальнодержавний міжвідомчий наук.-технічний збірник. Констр. виробництво та експлуатація с.-г. машин. – 2014. Вип. 44. – С. 41-48.
2. Аналіз продуктивності установки безперервної дії для завантаження сипких матеріалів/ О.В. Оришака, В.О. Оришака, А.М. Артюхов, А.О. Кравцов // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – 2013. Вип.1. – С. 169-174.
3. Установка безперервної дії для завантаження сипких матеріалів в клапанні мішки / Патент України на винахід № 107610 / Оришака В.О., Артюхов А.М., Оришака О.В., Кравцов А.О. // Опубліковано: 26.01.2015. Бюл. № 2.
4. Дьяконов В. MathCAD 2000: учебный курс – Спб.: Питер, 2000. – 592 с.

**Oleg Oryhsaka, Assos. Prof., PhD tech. sci., Vasily Gutsul, Assos. Prof., PhD phys.&math. sci., Anatoly Artiuhov, Assos. Prof., PhD tech. sci.**

*Kirovograd National Technical University*

### **Analysis of the feed device of the units continuous loading of free-flowing materials with a single block boot sections**

Devices of continuous action have a number of advantages over systems with cyclic flow (high performance, low energy costs, lower consumption of materials and other). Improvement of continuous action is an actual scientific problem (is an urgent task).

An analysis was Conducted of the influence of parameters of feeding mechanism of device on the speed of the free-flowing material. The resulting dependence of the speed of the free-flowing material in the feed device from the height of the free flight, the coefficient of friction, angle of inclination of the side walls of the receiving receiving hopper, as for the case of fixed position receiving hopper, and for the case of circular motion of the funnel for different values of the angular velocity.

Conclusions: 1. At a stationary position of the funnel ensures a safe movement of the bulk material. 2. When a reciprocating rotary motion around the axis of the funnel can be a risk disturbing the process. To ensure reliable movement of bulk material is necessary to limit the angular rotation speed, or decrease the frictional force by applying materials with low friction for the respective surfaces.

**feed device, units, receiving hopper, free-flowing material**

Одержано 22.12.15

## **УДК 62-50.631.3**

**А. А. Панков, доц., канд. техн. наук, соискатель**

*Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина,*

*E-mail: app.post@rambler.ru*

## **Устройства и методы автоматического управления на основе пневмоструйных элементов в средствах механизации сельского хозяйства**

© А. А. Панков, 2016

Рассмотрены вопросы применения пневмоструйных элементов для автоматического управления в средствах механизации. Устройства на основе пневмоструйных элементов пневмоники могут также применяться при посеве, в результате чего появляется возможность создания принципиально новых высевочных систем. Однако, высевочная система, на основе пневмоструйных элементов, будет работать в соответствии с агротехническими требованиями, если посев будет осуществляться синхронно с передвижением машины.

**управление, контроль, автоматизация, пневмоника, элемент, сельхозтехника, посев**

**А. О. Панков, доц., канд. техн. наук, здобувач**

*Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна*

**Пристрої та методи автоматичного управління на основі пневмоструменевих елементів в засобах механізації сільського господарства**

Розглянуті питання застосування пневмоструменевих елементів для автоматичного управління в засобах механізації. Пристрої на основі пневмоструменевих елементів пневмоники можуть також застосовуватися на сівбі, внаслідок чого з'являється можливість створення принципово нових висівочних систем. Проте, висівочна система, на основі пневмоструменевих елементів, працюватиме відповідно до агротехнічних вимог, якщо сівба здійснюватиметься синхронно з переміщенням машини.

**управління, контроль, автоматизація, пневмоніка, елемент, сільгосптехніка, сівба**

**Постановка проблемы.** В развитии агропромышленного комплекса (АПК) все большее значение придается поиску новых прогрессивных технологических процессов и технических решений на основе использования новейших технологий, например таких, как дозревания и стимуляции всхожести семян, физико-химических и технических методов обработки и применения электроэнергии, радиации, тепла и холода в процессах АПК, а также микроэлектроники, мехатроники и многих других направлений. В связи с тем, что эти работы должны вестись в широких масштабах, встает вопрос об исследовании, проектировании и изготовлении специальной техники, отличной от той, которая действует в общепринятых процессах механизации АПК.

Кроме того, для настоящего времени характерно резкое расширение фронта работ по созданию комплексных систем контроля и управления в разных отраслях человеческой деятельности, в соответствии с техноукладом настоящего времени. Следствием этого является ускоренное развитие технических средств, применяемых при построении систем управления и автоматики.

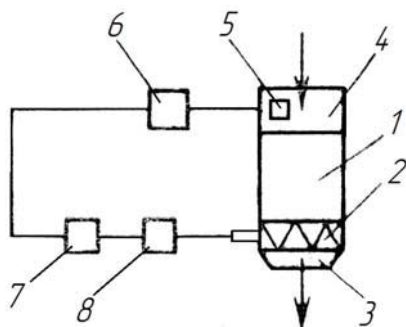
Вместе с тем требуется, чтобы системы управления и автоматики могли работать в относительно тяжелых, нестационарных условиях эксплуатации (при температурах, отличающихся от нормальных, высоких ускорениях, интенсивных вибрационных и ударных нагрузках, в зонах излучений и т.д.), что характерно для такой отрасли, как механизация АПК. При этом технические средства и системы должны быть предельно просты, долговечны, дешевы и надежны.

Поставленным требованиям в значительной мере соответствует направление, получившее название «пневмоструйной техники». Пневмоструйная техника или пневмоника – это сравнительно новое направление автоматики, но перспективность ее применения уже достаточно велика.

Новые возможности для построения высоконадежных, простых в обслуживании и недорогих в изготовлении устройств и систем автоматического управления в сельском хозяйстве появились с созданием элементной базы пневмоники [1].

**Анализ исследований и публикаций.** Некоторые вопросы применения пневмоники, пневмоструйной техники и ее элементов для автоматического управления работой сельскохозяйственных средств механизации отражены в исследованиях Залманзона Л.А. и Колбикова Л.О. [1-3].

Рассмотрим схему системы автоматического управления процессом сушки зерна, представленную на рис.1, согласно [1].



1 – шахта зерносушилки; 2 – затвор; 3 – канал выхода просушенного зерна; 4 – влажное зерно;  
5 – датчик влажности; 6 – преобразователь сигналов; 7 – управляющее устройство;  
8 – пневмопривод затвора

Рисунок 1 – Принципиальная схема автоматического управления процессом сушки зерна

Здесь, в зависимости от влажности поступающего зерна, должно автоматически изменяться время выдержки зерна в шахте. Схема одного из возможных вариантов построения струйного управляющего устройства представлена на рис.2, согласно [1].

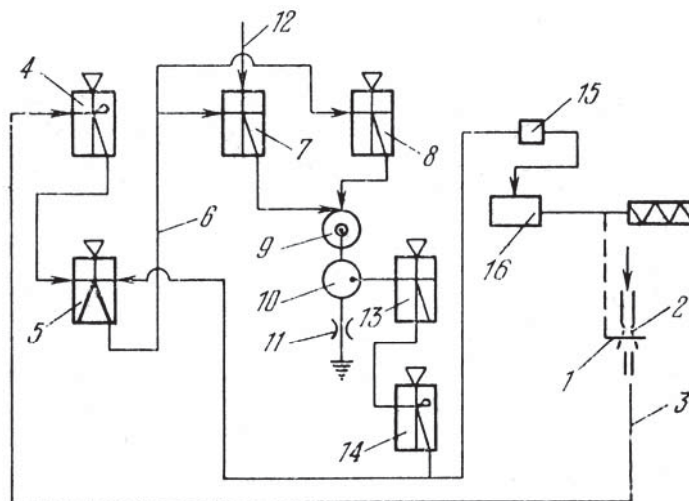


Рисунок 2 - Схема управляющего устройства работой зерносушилки (обозначения в тексте)

С приводным валом затвора соединена заслонка 1, которая при закрытии затвора входит в рабочий промежуток концевой струйного датчика 2, причем снимается давление в канале 3 и струйным формирователем импульсов 4 формируется короткий импульс давления. Импульсом струйный элемент памяти 5 переключается в состояние, при котором создается давление в канале 6. Это давление передается к каналам управления струйного вентиля 7 и струйного релейного элемента 8, выходные каналы которых соединены со струйным вихревым элементом 9. Элемент 9 является регулируемым входным дросселем пневматической камеры 20, выходной дроссель 22 которой – обычного типа. При включении в работу элемента 8 в его выходном канале поддерживается постоянное давление. Давление в выходном канале элемента 7 зависит от влажности зерна, так как входной канал 12 этого элемента соединен с датчиком влажности. С увеличением влажности зерна указанное давление увеличивается, становится более интенсивным завихрение потока воздуха в камере элемента 9 и увеличивается сопротивление, оказываемое им потоку, поступающему от струйного элемента 8. В связи с этим увеличивается время заполнения камеры 10 до заданного давления, от которого зависит время выдержки зерна в шахте зерносушилки. При

создании в камере 10 заданного давления происходит переключение струйного элемента 13, вступает в действие струйный формирователь импульсов 14 (такой же, как и 4) и по его выходному каналу передается импульс давления. Под действием этого импульса давления производится переключение струйного элемента памяти 5, после чего возвращаются к исходному состоянию элементы 7, 8, 9, 10 и 13. Этот импульсный сигнал передается через усилитель 15 и к исполнительному устройству 16, которое открывает затвор и по истечении времени, необходимого для разгрузки шахты, снова закрывает его. Затем поступает команда на заполнение шахты (элементы, управляющие этими операциями, на рисунке не показаны) и далее весь описанный выше цикл работы автоматически раз за разом повторяется.

Струйные системы управления могут использоваться и для выполнения других операций, например, в прошедшей полевые испытания системы управления процессами совместной работы агрегата «трактор-плуг» [1].

Одной из актуальных задач развития техники АПК является задача автоматизации молочно-товарных ферм (МТФ). Новые возможности для усовершенствования доильных аппаратов появились с применением пневмоники. Установлено, что, используя элементы пневмоники, можно управлять доильными аппаратами так, чтобы оптимальным образом учитывались физиологические данные: с изменением в процессе доения величины отдачи молока, в зависимости от последней должны автоматически изменяться величина вакуума, частота создаваемых разрежений и относительная длительность каждого импульса. Это позволяет увеличить удой молока. На основе использования специализированных систем пневмоники выполняются и другие функции автоматического управления на МТФ, например струйные системы автоматического управления индивидуальным дозированием корма для каждой коровы с учетом отдачи молока и струйные системы, управляющие пневмоприводом дверей доильного зала. Использование этих систем позволило существенно увеличить удой молока и увеличить численность коров, обслуживаемых на ферме; вместе с тем был полностью устранен ручной труд [1].

Рассмотрим еще один из вопросов, исследование которого имеет практическое значение. Это вопрос об использовании для приведения в действие устройств пневмоники разреженного воздуха вместо обычно применяемого воздуха, находящегося под избыточным давлением по отношению к атмосферному давлению. Данный вопрос возникает в связи с тем, что в некоторых случаях (стационарные установки молочных ферм, передвижные доильные аппараты и другое оборудование) имеется магистраль, в которой вакуум-насосом создается разрежение, и отсутствует источник сжатого воздуха. Разрабатывались струйные элементы, управление которыми производится путем создания разрежения. Однако, если к каналу питания струйного элемента все равно должен подаваться воздух под давлением, в рассматриваемых случаях применение таких элементов не дает нужного решения. Вместе с тем при соответствующем выполнении всей системы питания могут, как показывается ниже, приводиться в действие разреженным воздухом струйные устройства обычного типа.

Рассмотрим схемы на рис.3, представленные согласно [1].

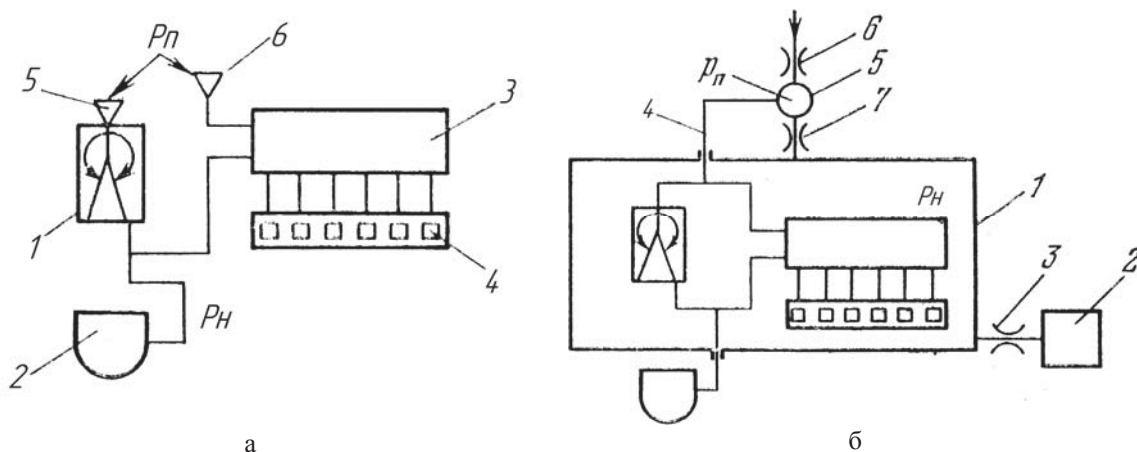


Рисунок 3 – Схема использования разрежения для элементов пневмоники (обозначения в тексте)

Струйный генератор колебаний 1, соединенный с глухой камерой 2, в которой должно периодически изменяться давление; триггерный струйный счетчик 3. С помощью индикатора пневматических сигналов 4 можно получать информацию о количестве циклов изменения давления. Обозначения 5 и 6 приняты соответственно для каналов питания (каналов подвода сжатого воздуха) к струйному генератору колебаний и к струйному счетчику. Примем обозначения  $p_n$  для давления окружающей среды ( $p_a$  — абсолютное давление,  $p_n$  — давление, избыточное по отношению к нормальному атмосферному давлению; если, как это имеет место в рассматриваемом случае, в пространстве, окружающем струйные устройства, находится атмосферный воздух, то  $p_n = 0$ ) и  $p_n$  для избыточного над давлением окружающей среды давления питания. Для обеспечения работы струйных элементов важно, чтобы создавалась нужная разность давлений  $p_n - p_n$ , а изменение величины  $p_a$  в достаточно широких пределах представляется чаще всего несущественным. Поэтому рассматриваемая струйная система, а это относится и к другим системам пневмоники, является работоспособной и в тех случаях, когда между каналом питания и окружающей средой создается указанная разность давлений, но  $p_a$  меньше, чем абсолютное давление окружающего воздуха, т.е. вся система в целом работает на разреженном воздухе. Как это реализуется технически, показано на рис.3.б. Здесь показаны те же струйные устройства, что и на рис.1.7,а, но все они находятся в камере 1, в которой создается разрежение вакуум-насосом и с которым камера соединена через дроссель 3. Объединенный канал питания струйного генератора колебаний и счетчика соединен каналом 4 с междроссельной камерой 5. Через дроссели 6 и 7 поступает небольшое количество атмосферного воздуха, причем создается необходимая для работы струйных элементов разность давлений  $p_n - p_n$ . Проведенные исследования показали, что струйные элементы нормально работают при создании соответствующих значений  $p_n - p_n$ , если абсолютное давление  $p_a$  изменяется даже в пределах, намного больших, чем те, в которых оно может меняться в устройствах сельхозтехники [1].

**Постановка задачи.** Актуально также и изучение вопросов, возникающих при анализе других возможных вариантов применения пневмоники в технике АПК. Устройства на основе элементов пневмоники могут применяться на высевах семян и минеральных удобрений, в результате чего появляется возможность создания принципиально новых высевающих систем. Однако такая высевающая система будет работать в соответствии с агропотребованиями, если высев материала будет осуществляться синхронно с передвижением машины.

Поэтому целью исследований является применение пневмоструйных элементов

для синхронизации высева со скоростью перемещения посевной машины, а задачей исследований является построение автоматизированного устройства, управляющего высевом синхронно скорости передвижения.

**Изложение основного материала.** В основе работы высевающих пневмоструйных устройств и их систем управления заложены те же самые фундаментальные принципы, на которых базируется и работа электроники. Это алгебра логики. Поэтому на основе законов алгебры логики с применением элементной базы струйной пневмоавтоматики, разработан вариант блока управления для синхронного высева. Конструкция блока управления представлена на рис.4.

При этом исследованы пути реализации процесса управления внесением технологических материалов. На данном этапе предлагается изменять в процессе работы частоту пневмоимпульсов, формируемых блоком управления, так как частотное регулирование имеет следующие преимущества:

- высокая точность регулирования в наиболее экономичном режиме;
- возможность удалённого управления и диагностики работы высевающей системы;
- простота конструктивной реализации.

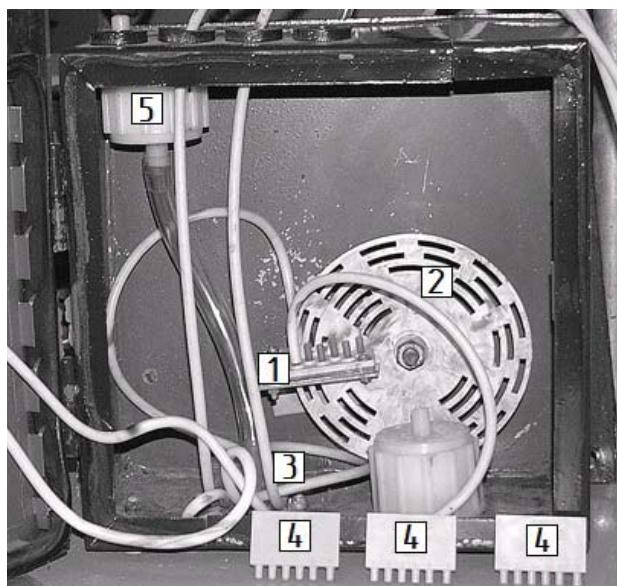


Рисунок 4 – Блок управления и синхронизации внесения материалов со скоростью перемещения машины (обозначения в тексте)

Пневматические импульсы в высевающей системе вырабатываются генератором пневматических импульсов, состоящего из пневмоструйного датчика 1 с ниппелями и перфорированного диска 2, который вращается от опорно-приводного колеса машины посредством клиноременной передачи. Далее импульсы калибруются формирователем импульсов постоянной длительности 3, работающем с применением элементов пневмоники 4. Формирователь импульсов вместе с генератором образует блок управления и синхронизации процесса высева со скоростью перемещения. Воздух под давлением поступает от вентилятора через фильтр 5.

Настройка блока управления представлена в табл.1.

Таблица 1 – Число пневмоимпульсов блока управления на 1 метр перемещения

Расположение ремня шкивах	Расположение трубок на ниппелях пневмоструйного датчика					
						
	0,51	1,00	2,05	4,03	5,55	6,08
	0,61	1,21	2,46	4,82	6,84	7,28
	0,74	1,46	2,97	5,83	8,03	8,80
	0,88	1,76	3,56	7,00	9,84	10,56

**Выводы:**

1. Использование пневмоструйных элементов создает новые возможности для построения высоконадежных, простых в обслуживании и недорогих в изготовлении устройств и систем автоматического управления в механизации сельского хозяйства.
2. Применение элементной базы струйной пневмоавтоматики позволяет синхронизировать работу высевающей системы с перемещением посевной машины.
3. При синхронизации высева со скоростью перемещения машины необходимо использовать частотное регулирование процесса работы.

**Список литературы**

1. Залманзон Л. А. Специализированные аэрогидродинамические системы автоматического управления / Л. А. Залманзон. – М.: Наука, 1978. – 464 с.
2. Колбиков Л. О. Струйные мосты для линейных измерений / Л. О. Колбиков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1972. – №12. – С. 43-45.
3. Колбиков Л. О. Автоматический контроль размеров средствами струйной логики / Л. О. Колбиков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1973. – №1. – С. 37-38.

**Andrej Pankov, Assos. Prof., PhD tech. sci., applicant**

*Kirovograd national technical University, Kirovohrad, Ukraine*

**Devices and methods of automatic control at the basis of pneumojet elements in facilities of mechanization of agriculture**

The purpose of researches is application of pneumojet elements in facilities of mechanization of agriculture, in particular for synchronization of sowing with moving of sowing machine.

The questions of application of pneumojet elements for automatic control in facilities of mechanization of agriculture are considered. Devices on the basis of pneumojet elements of pneumonics can be also used on sowing of seed and mineral fertilizers, as a result of this possibility of creation of the fundamentally new sowing systems is appeared. However the sowing system on the basis of pneumojet elements will work in accordance with agrotechnical requirements, if sowing of material will be carried out synchronously with the movement of machine.

Application of element base of jet pneumatic automation allows to synchronize work of the sowing system with moving of sowing machine on the basis of the frequency adjusting.

**management, control, automation, fluids, element, farm machinery, sowing**

Одержано 25.12.15