

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 171:631.365.3:631.22

И.Я. Федоренко,
В.Н. Капустин

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РАСХОДА ВОЗДУХА ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ПО КОНСТРУКТИВНОМУ ИСПОЛНЕНИЮ РЕГУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ключевые слова: вентиляция естественная и механическая, микроклимат животноводческих помещений, классификация регуляторов расхода воздуха.

Животные остро реагируют на быстрое изменение одного или нескольких параметров воздуха как в отдельности, так и в их определенной взаимосвязи. К изменению некоторых параметров, таких как температура, у животных имеется адаптация. Но к изменению газового состава воздуха, а в особенности к содержанию кислорода животное не может приспособиться, так как кислород основа функционирования живого организма.

Любое животноводческое помещение оборудовано системой естественной вентиляции, служащей как основной, в большую часть периода стойлового содержания, и аварийной, при наличии системы искусственной вентиляции. Вентиляция должна обеспечить организованный воздухообмен непрерывно, в заданном количестве и качестве в определенных зонах. Погрешность ручного управления элементами притока и удаления воздуха достигает 300%, что ведет не только к отклонению параметров микроклимата, но и к увеличению энергозатрат на их поддержание [1].

Все разнообразие элементов вентиляционных систем может быть разделено, в первую очередь, на естественные и искусственные. Элементы систем естественной вентиляции работают за счет разности в перепадах высот между приточным и вытяжным элементом, разности температур внутреннего и наружного воздуха, а также ветрового напора. Соответственно, диапазон непрогнозируемых возмущающих воздействий от внешних факторов достаточно широкий и перепад давлений находится в пределах от десятых долей до десятков кПа, что вносит элемент сложности в разработку таких систем.

Системы искусственной вентиляции позволяют обеспечить независимость создания требуемого режима от внешних факторов, но эксплуатационные затраты зачастую превышают прибыль от их применения. Поэтому немногие предприятия могут себе позволить использовать систему принудительной вентиляции, удовлетворяющую всем необходимым требованиям. Это недостаток, в первую очередь, не самих вентиляционных систем, а устройств, управляющих ими. Аналогичная ситуация и в других областях техники. Принцип парового двигателя известен был еще Архимеду, но паровой машиной он стал только с разработкой И.И. Ползуновым и Д. Уаттом устройств управления

режимом работы. В различных модификациях эти устройства управления и принципы, заложенные в них, используются в большинстве машин и систем.

Для систем вентиляции также разработано множество разнообразных устройств управления, предназначенных как для естественных, так и искусственных систем. За основу взят регулятор прямого действия, так как для животноводческого помещения нецелесообразна зависимость от дополнительного источника энергии. Энергоисточником для его работы является сама регулируемая среда – воздух.

Конструктивно регуляторы имеют, по крайней мере, один неподвижный и один подвижный регулирующий элемент с механизмом возврата в исходное положение подвижного элемента. Подвижный регулирующий элемент может быть жестким или гибким, сплошным или перфорированным, плоским, криволинейным или объемным, с возможностью поступательного или вращательного движения, изменения кривизны поверхности или объема. Неподвижный регулирующий элемент может быть также жестким или гибким, сплошным или перфорированным, в виде плоской или криволинейной поверхности с постоянным или изменяемым радиусом кривизны. Механизм возврата в исходное положение может содержать, по крайней мере, один груз, пружину или их совокупность соединенных с подвижным регулирующим элементом посредством жесткой или гибкой связи, а при использовании в механизме более одного груза или пружины создается возможность последовательного их взаимодействия. Суммарная масса грузов или жесткость пружин определяют диапазон регулируемых давлений, а их характеристика – закон регулирования.

На рисунке представлена классификация регуляторов расхода воздуха по конструктивному исполнению.

Регуляторы с вертикально закрепленной осью и осевым перемещением подвижного регуливающего элемента приемлемы для механических систем вентиляции высокого давления (от 3 до 12 кПа), так как масса подвижного элемента определяет начальный предел диапазона регулирования (рис. а, в).

Регуляторы с вертикально закрепленной осью поворота подвижного перфорированного регуливающего элемента приемлемы для систем принудительной вентиляции среднего давления (от 0,3 до

3 кПа), так как у них относительно небольшая площадь пластин, на которые воздействует воздушный поток, проходящий через регулятор и, соответственно, мал создаваемый крутящий момент (рис. б, г).

Регуляторы с горизонтально закрепленной осью поворота подвижного сплошного регуливающего элемента приемлемы для принудительных и естественных систем вентиляции, так как вертикальная подвеска подвижного регуливающего элемента ограничивает его чувствительность только сопротивлением в опорах осей, а при установке осей на призмах сопротивление практически отсутствует (рис. д, е).

Конструктивное исполнение неподвижного регуливающего элемента подчинено в большей мере технологическим требованиям. Для создания веерных струй на притоке приемлемы объемные перфорированные элементы в виде конуса, цилиндра или сферы (рис. б, в, г). Они могут обеспечить большую дальность струй с активным перемешиванием с окружающим воздухом. Для вытяжной вентиляции находят применение неподвижные регулирующие элементы в виде плоских или криволинейных поверхностей с постоянным или изменяемым радиусом кривизны (рис. д, е).

Перемещение подвижного регуливающего элемента происходит от статического и динамического напора воздуха до определенного положения, задаваемого механизмом возврата.

Рассмотренные регуляторы работают только на приток или вытяжку воздуха, это закладывается в конструкцию и при изменении направления движения воздуха они утрачивают функцию регулирования расхода. В некоторых известных конструкциях регуляторов предусмотрено предотвращение движения воздуха в обратном направлении, однако исследований по обоснованию этого положения проведено недостаточно. Для систем естественной вентиляции «опрокидывание» режима работы приточных и вытяжных устройств является в настоящее время нерешенной проблемой, снижающей эффективность систем вентиляции в целом. Регуляторы расхода с гибким подвижным регуливающим элементом, в виде пленочного рукава, встроенного в приточный или вытяжной элемент, позволяют в некоторой степени решить существующую проблему (рис. ж).

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ	Исполнение и вид перемещения	Конструктивное исполнение								
		а	б	в	г	д	е	ж	9	
		3	4	5	6	7	8			
1	2									
Тип перемещения подвижного регулирующего	Изменение формы или объема							+	+	
	Поворотный		+		+	+	+			
	Осевой	+		+						
Конструкция	возвратного	Масса подвижного элемента	+		+		+	+		+
		Пружина	Несколько	+	+			+		
			Одна	+	+	+	+	+	+	
		Груз	Несколько	+	+		+	+		
			Один	+	+	+	+	+	+	+
	неподвижного регулирующего	1 – конус, 2 – цилиндр, 3 – сфера, 4 – шар, 5 – тор, 6 – пластина криволинейная, 7 – пластина криволинейная, 8 – пластина плоская перфорированная	1	8	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2	6, 7	1, 2, 6	
подвижного регулирующего	1 – конус, 2 – цилиндр, 3 – сфера, 4 – топ, 5 – гибкий элемент, 6 – плоская, жесткая пластина	1, 6	6	2, 3	2, 3, 4	6	5, 6	5		

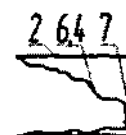
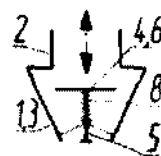


Рис. Классификация регуляторов расхода воздуха

В большинстве отечественных и зарубежных разработок как диапазон, так и закон регулирования задаются механизмом возврата. Зачастую это приводит к усложнению конструкции механизма возврата и увеличению погрешности регулирования. Выполнение подвижного и неподвижного регулирующих элементов перфорированных в виде диска, конуса, цилиндра, сферы, шара, тора позволяет с одним элементом механизма возврата обеспечить заданный закон регулирования с высокой точностью, однако они сложны по конструкции регулирующих элементов (рис. б, в, г).

Выполнение неподвижного регулирующего элемента в виде криволинейной поверхности позволяет упростить механизм возврата при высоком качестве регулирования, однако настройка на заданный закон регулирования возможна только на стадии изготовления конструкции (рис. е). Введение в конструкцию элемента задания закона регулирования, изменяющего радиус кривизны неподвижного регулирующего элемента, ведет к усложнению конструкции регулятора в целом.

С целью выявления конструкции регулятора, наиболее приемлемого для применения в системе вентиляции животноводческого помещения, рассмотрены регуляторы с оценкой каждой конструкции по качеству, надежности, простоте конструкции и эксплуатации, удельной материалоемкости, трудозатратам на эксплуатацию, диапазону регулирования, порогу чувствительности, запаздыванию, самонастройке на изменение основного технологического параметра.

По результатам анализа излагаемым требованиям в наибольшей мере удовлетворяют регуляторы, изображенные на рисунке е, ж.

Однако регулятор, изображенный на рисунке е, ж, не может обеспечить защиту вентиляционного элемента от «опрокидывания» режима работы, а, обеспечивая защиту от опрокидывания, имеет значительную погрешность в регулировании. Поэтому, в некоторых случаях, целесообразна их совместная компоновка. Кроме того, регулятор может быть выполнен с неподвижным регулирующим элементом в виде криволинейной перфорированной поверхности, что позволит упростить его конструкцию и снизить материалоемкость (рис. е).

Производственная проверка регуляторов конструкции в хозяйствах Алтайского

края показала целесообразность их применения в животноводческих помещениях любого назначения (рис. е, ж).

Выводы

1. Классификация регуляторов по конструктивному исполнению позволит разработчикам создавать новые конструкции устройств в соответствии с требованиями, налагаемыми вентиляционными системами, что подтверждается разработками Алтайского ГАУ, защищенными патентами и авторскими свидетельствами [1-9].

2. Классификация и анализ регуляторов расхода воздуха для систем вентиляции животноводческих помещений показали, что наилучшими конструкциями по характеристикам качества регулирования, надежности, простоте конструкции и эксплуатации, удельной материалоемкости, эксплуатационным затратам, диапазону регулирования, порогу чувствительности, запаздыванию являются регуляторы с поворотным типом подвижного регулирующего элемента в виде пластины и конструктивного исполнения неподвижного регулирующего элемента в виде криволинейной перфорированной пластины с механизмом возврата в виде нескольких последовательно взаимодействующих грузов с гибкой связью.

Библиографический список

1. Капустин Н.И. Автоматизация энергосистем – ключ к энергосбережению в животноводстве / Н.И. Капустин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.; в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – Кн. 2. – С. 181-182.
2. А.с. (СССР) № 1439363 МКИ P24F. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин. – Бюллетень изобретений. – 1988. – № 43.
3. А.с. (СССР) № 1492193 МКИ P24. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, Л.М. Егорова. – Бюллетень изобретений. – 1989. – № 25.
4. А.с. (СССР) № 1529020 МКИ⁴ P24. Воздухораспределитель / Н.И. Капустин, Н.С. Маликова. – Бюллетень изобретений. – 1989. – № 46.
5. А.с. (СССР) № 1601467 МКИ⁴ A01K. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, В.М. Пучков, Л.М. Егорова. – Бюллетень изобретений. – 1990. – № 39.
6. А.с. (СССР) № 1672148 МКИ⁴ A01K. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, Н.С. Маликова,

В.М. Пучков. – Бюллетень изобретений. – 1991. – № 30.

7. А.с. (СССР) № 1622731 МКИ Р24F. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, В.М. Пучков, Л.М. Егорова. – Бюллетень изобретений. – 1991. – № 3.

8. А.с. (СССР) № 1636651 МКИ Р24F. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, Л.М. Егорова. – Бюллетень изобретений. – 1991. – № 11.

9. А.с. (СССР) № 1664212 МКИ⁴ Р24F. Воздухораспределитель / Н.И. Капустин, Н.С. Маликова. – Бюллетень изобретений. – 1991. – № 27.

10. Пат. 2277206 Российская Федерация, МПК⁷ F24F 11/04, F24F 13/08. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, И.Я. Федоренко, В.А. Демин, В.Н. Капустин. Заявитель и

патентообладатель Н.И. Капустин. – (1Ш)-заявка № 2004135681; заявл. 06.12.2004; опубл. 27.05.2006 г., Бюл. № 15.

11. Пат. 2330216 Российская Федерация, МПК⁷ F24F 7/06, F24F 12/00. Система вентиляции воздуха / Н.И. Капустин, В.А. Демин; заявитель и патентообладатель Алтайский государственный аграрный университет. – (Ки)-заявка № 2006138551; заявл. 31.10.2006; опубл. 27.07.2008 г., Бюл. № 21.

12. Пат. 2337277 Российская Федерация, МПК⁷ F24F 7/0,4, 13/10. Система вентиляции производственного помещения / Н.И. Капустин, В.А. Демин, В.Н. Капустин; заявитель и патентообладатель Н.И. Капустин. – (Яи)-заявка № 2007114857/06; заявл. 19.04.2007; опубл. 27.10.2008 г., Бюл. № 30.



УДК 534.111:63

Д.Н. Пирожков

РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ВИБРАЦИОННОГО ПРИВОДА

Ключевые слова: расчет, вибрационная машина, вибропривод, конструкция, сила, деформация, движение.

Введение

Эффективная работа любой вибрационной машины, работающей с сыпучим материалом, зависит от того, насколько точным является баланс между подводимой извне и поглощаемой в процессе работы энергией. В случае недостатка подводимой энергии вибрационная машина будет неспособна качественно осуществлять технологический процесс. Если же подводимая энергия не будет полностью поглощаться самой машиной и обрабатываемым в ней материалом, то ее излишек будет рассеиваться в окружающую среду в виде тепла, «вредных» вибраций и шума. Это может негативно отразиться как на элементах самой машины, так и на условиях труда обслуживающего персонала, и даже на прочности оснований, фундаментов и целиком всего здания, в котором установлена машина. За количественные и качественные характеристики подводимой к машине энергии отвечает вибропривод, или вибровозбудитель.

Описание конструкции

Для генерирования прямолинейных горизонтальных колебаний был разработан вибропривод, позволяющий создать энергосбалансированную систему вибромашина – вибропривод. Данная конструкция давно применяется на многих машинах, разработанных в институте техники и агроинженерных исследований Алтайского ГАУ: дозаторах, дробилках, просеивающих устройствах и т.д. Рассмотрим конструкцию вибропривода (рис. 1), которая получила положительное решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2007144745/28(049030) от 12.03.2007 г. (Авторы: И.Я. Федоренко, М.Г. Желтунов, С.Н. Васильев, Д.Н. Пирожков) [1].

Привод содержит электродвигатель 1, подвеску, состоящую из двух параллельных друг другу фланцев 2, муфты 3 с гибкими соединительными элементами 4, выполненных в виде лент из армированной резины или другого упругого материала, дебалансный вал 5, соосный валу электродвигателя, с жестко закрепленными на нем дебалансами 6, шатун 7, соединяющий дебалансный вал 5 с корпусом виб-