

Рис. 2. Изменение концентрации озона в молокопроводе: 1, 2 — соответственно на входе и выходе

Получен положительный эффект при обработке озонном помещением для выращивания грибов — вешенок и шампиньонов. Проведение этих исследований позволит разработать малозатратные безотходные технологии и отказаться или, по крайней мере, снизить потребность в химических реагентах.

УДК 637.116.5

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПУЛЬСАТОРА ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

И.К. ВИННИКОВ, О.Н. БАХЧЕВНИКОВ

Предложена методика инженерного расчета параметров пульсатора стойловых доильных автоматов с внешней камерой управляемого подпора.

Ключевые слова: доильный аппарат, пульсатор, модель, параметр, расчет.

В ходе проведенных исследований в качестве примера инженерного расчета выбран простейший вакуумный управляемый пульсатор с дополнительной мембраной и внешней камерой управляемого подпора (рисунком а) с характеристикой на рисунке б.

На рисунке а: 1, 2, 3, 4, 5 — камеры: соответственно основная управляющая, управляемого переменного подпора p , постоянного вакуума P , переменного вакуума P_2 и атмосферного давления P_0 ; эффективные площади мембран: камеры подпора S и управляющей S_1 ; площади вакуумного S_2 и атмосферного S_3 клапанов; P_1 — величина вакуума в управляющей камере; V — емкость управляющей камеры; α — проводимость дросселя (величины вакуума берутся в относительных единицах).

Инженерный расчет и выбор параметров предлагаемого пульсатора производится на основе разработанного графоаналитического метода исследований динамических систем по положениям в координатном поле P, t основных носителей информации — хорд диагоналей A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3 с центрами O_1, O_2, O_3 и гистерезисных петель (на рисунке б показана только одна петля — A_3DB_3C). По положениям хорды-диагонали гистерезисной петли на восходящей экспоненте в плос-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корса-Вавилова Е.В., Пуресев Н.И., Ткаченко С.Н. Эффективность применения озонных инновационных технологий на предприятиях агропромышленного комплекса // Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии: материалы 31-го Всероссийского семинара. М.: МГУ, 2010. С. 46–61.
2. Озон в очистке газовых выбросов, сельском хозяйстве и подготовке питьевой воды / В.В. Лунин, Н.В. Карягин, С.Н. Ткаченко, В.Г. Самойлович. М.: МАКС-Пресс, 2010. С. 109–120.
3. Steffen H., Rice R.G. The Phyt O_3 Techn. Crop Protection Technology for Microorganism and Insect Using Ozone, UV and Dipole —Electrical Air Jet Spray // 18th World Ozone Congress. USA, 2007. Tue PM6.
4. Кривошипин И.П. Озон в промышленном птицеводстве. М.: Росагропромиздат, 1988. 176 с.
5. Бутко М.П., Фролов В.С. Озон: синтез и его применение. М.: ВНИИВСГЭ, 2010. 356 с.
6. Першин А.Ф. Волохов Б.В. Обеззараживание кормов озонном // Комбикорма. 2008. № 4. С. 42.

Першин Александр Фёдорович, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, отдел прогнозирования электрификации, энергобаланса и энергосбережения в АПК, ВИЭСХ Россельхозакадемии: 109456, Москва, Вешняковский пр-д, 2, тел. (499) 171–05–51.

кости P, t и математической модели можно определить почти все параметры пульсатора.

Математическая модель пульсатора имеет вид:

$$P_{\text{ср}} = \left(1 - \frac{S_3}{S_1}\right)P + pS/S_1;$$

$$P_{\text{от}} = \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right)pS/S_1; \quad (1)$$

$$\lambda = \left(1 - \frac{S_2 + S_3}{2S_1}\right)P + pS/S_1,$$

где $P_{\text{ср}}, P_{\text{от}}$ — соответственно вакуум срабатывания и отпускания; λ — фаза сосания.

Для (1) необходимо выполнение условия

$$S_1 > S_2 > S_3 > S. \quad (2)$$

В правых частях (1) переменной величины служит аналоговый управляющий сигнал p , остальные постоянные. Поэтому все параметры пульсатора зависят только от p .

При $p = 0$ гистерезисная петля в координатном поле занимает самое низкое положение, что соответствует параметрам неуправляемого пульсатора. При увеличении p параметры $P_{\text{ср}}, P_{\text{от}}$ и λ , увеличиваясь всегда на одну и ту же величину, по оси ординат остаются постоянными («несжимаемыми»). При $p \rightarrow 1$ гистерезисная петля с центром O_3 стремится занять самое верхнее положение, но, в соответствии с (2), в правой час-

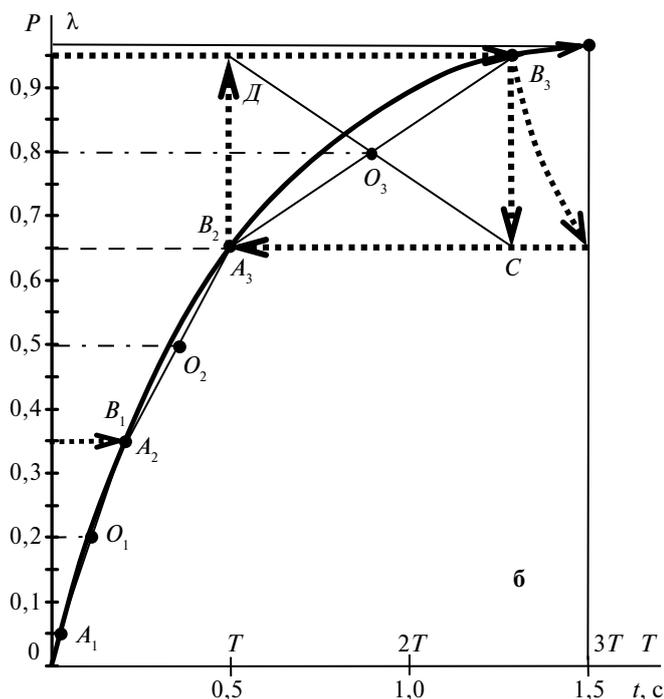
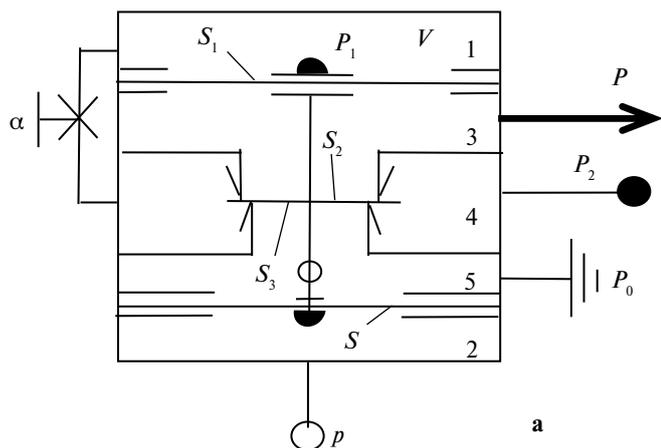


Схема пульсатора (а) и его характеристика (б)

ти уравнений (1) от единицы всегда отнимаются величины большие, чем прибавляются. Поэтому P_{cp} и $P_{от}$ меньше единицы, а быстрое увеличение λ вверх объясняется более резким изменением длины и направления хорды-диагонали от A_3B_3 . Гистерезисная петля при этом быстро расширяется во времени при постоянной разности $\Delta P = P_{cp} - P_{от} = const$.

Переходный процесс формирования экспоненты считается практически законченным через промежуток времени $t_{п} = 3T$, с (T – постоянная времени управляющей камеры), когда по ординате она достигает значения $0,97P$, в дальнейшем к единице приближаясь асимптотически. На этом участке зафиксировать во времени, например P_{cp} , становится уже невозможным.

Основным параметром пульсатора служит фаза сосания $\lambda = t_1 / T_c$, где t_1 – время такта сосания, с; T_c – время цикла, с. Чем она больше, тем выше пропускная способность доильного аппарата, а в трехтактном режиме – тем выше средняя действующая величина ва-

куума под соском – $P_c = \lambda P$. По результатам исследований ученых-физиологов максимальное соотношение тактов в доильных аппаратах может быть равным 4:1, то есть $\lambda = 0,8$. На рисунке б это точка O_3 гистерезисной петли.

Пульсатор, как любое релейное устройство, работает тем устойчивее, чем больший рабочий перепад вакуума действует в его управляющей камере – $\Delta P = P_{cp} - P_{от}$. Но в соответствии с изложенным выше максимальная величина $P_{cp} \leq 0,97P$. Учитывая значительные допустимые колебания вакуума в системе питания доильных установок ($\pm 15\%$), практически максимально допустимое значение $P_{cp} \leq 0,95P$.

Для точки O_3 с $\lambda = 0,8$ $P_{cp} = 0,95P$, $P_{от} = 0,65P$ и $\Delta P = 0,95 - 0,65 = 0,30P$. С учетом постоянства ΔP для всех точек гистерезисных петель имеем: в точке O_2 – $P_{cp} = 0,65P$, $P_{от} = 0,35P$; в точке O_1 – $P_{cp} = 0,35P$, $P_{от} = 0,05P$.

С учетом зависимости $P_c = \lambda P$ в точках O_1, O_2, O_3 соответственно получим: $P_{c1} = 0,2P$, $P_{c2} = 0,5P$, $P_{c3} = 0,8P$.

С учетом физиологических данных животных оптимальным значениям параметров пульсатора соответствует участок переходной характеристики с $\lambda = 0,5 \dots 0,8$. Поэтому принимаем при $p = 1$: $\lambda_{max} = 0,8$, $P_{cp}^{max} = 0,95P$, $P_{от}^{max} = 0,65P$; при $p = 0$: $\lambda_{min} = 0,5$, $P_{cp}^{min} = 0,65P$, $P_{от}^{min} = 0,35P$.

Если частота работы пульсатора задана заранее, то время

$$T_c = t_1 + t_2,$$

$$\text{или } T_c = T \ln \left(\frac{P_{cp} (1 - P_{от})}{P_{от} (1 - P_{cp})} \right),$$

где t_2 – время такта сжатия, с. Постоянная

$$T = \frac{V}{R\Theta\alpha},$$

где R – универсальная газовая постоянная, Н·м/(кг·°К); Θ – абсолютная температура, °К; α – проводимость дросселя пульсатора, см²/с (обычно определяется экспериментально); V – объем управляющей камеры пульсатора, см³ ($V = \pi D^2 h / 4$; D – диаметр заземления мембраны, см; h – высота управляющей камеры пульсатора, обычно принимают $h = D/2$).

При определении эффективных площадей мембран и клапанов мембранно-клапанных блоков принимаем за условную единицу площадь клапана атмосферного сопла – $S_3 = 1$, которая не может быть меньше сечения выходного штуцера пульсатора и шланга переменного вакуума доильного аппарата.

Для пульсатора с дополнительной мембраной и внешней камерой подпора при $p = P = 1$ уравнения (1) принимают вид:

$$P_{cp} = P \frac{S}{S_1} + P \left(1 - \frac{S_3}{S_1} \right); \quad (3)$$

$$P_{от} = P \frac{S}{S_1} + P \left(1 - \frac{S_2}{S_1} \right), \quad (4)$$

где $P_{cp} = 0,95P$, $P_{от} = 0,65P$.

При $p=0$ правые части уравнений (1) равны нулю, поэтому

$$P_{\text{ср}} = P \left(1 - \frac{S_3}{S_1} \right); \quad (5)$$

$$P_{\text{от}} = P \left(1 - \frac{S_2}{S_1} \right), \quad (6)$$

где $P_{\text{ср}} = 0,65P$, $P_{\text{от}} = 0,35P$.

Из (3)–(6) найдем:

$$S_1 = 2,86S_3; S_2 = 1,86S_3; S = 0,865S_3,$$

что соответствует условию (2).

Площади

$$S = \frac{\pi D^2}{12}; \quad S_1 = \frac{\pi}{12} (D_1^2 + D_1 d + d^2),$$

где D , D_1 – диаметры заземлений мембран; d – диаметр жесткого центра мембраны.

В промышленной пневмоавтоматике и в отечественных пульсаторах диаметр жесткого центра d обычно принимается равным $0,7D_1$ [1].

После определения диаметра заземления мембраны управляющей камеры D_1 нужно проверить его соответствие габаритам пульсатора. Если они позволяют, необходимо его увеличить и пропорционально – диаметр

атмосферного клапана таким образом, чтобы сохранялось соотношение S_1 и S_3 . Увеличение диаметра клапана производится расширением диффузора.

На основании проведенных исследований установлено, что управляемый пульсатор с внешней камерой управляемого подпора обеспечивает изменение рабочих параметров в зависимости от уровня управляющего аналогового сигнала: соотношение тактов – от 1:1 до 4:1, частоту пульсаций – от 1,6 до 0,8 Гц, величина вакуума под соском – от 25 до 40 кПа при величине вакуума питания 50 кПа.

Полученные при расчете конструктивные параметры (диаметры заземления и жесткого центра мембран и диаметры клапанов) в основном соответствуют габаритам серийного пульсатора АДУ-1, что позволяет изготавливать управляемый пульсатор на его основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берендс Т.К., Ефремова Т.К., Тагаевская А.А. Элементы и схемы пневмоавтоматики. М.: Машиностроение, 1968. С. 248.

Винников Иван Кириллович, доктор техн. наук, *Бахчевников Олег Николаевич*, науч. сотрудник, отдел механизации животноводства, СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии: 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина 14, тел. (86359) 4-30-95.

УДК 631.363:636.086.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КОРМА ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА

С.А. БУЛАВИН, С.В. ВЕНДИН, Ю.В. САЕНКО

Предложена технологическая линия для проращивания, приготовления и раздачи зерна животным, обеспечивающая однородность получаемой смеси до 92...94%.

Ключевые слова: пророщенное зерно, сухой комбикорм, смесь, технологическая линия, оптимальные параметры.

Как показывает практика, один из простых, доступных и недорогих способов повышения витаминной полноценности рационов животных – проращивание и приготовление зерна ячменя [1–2]. С учетом этого авторами разработана технология и комплекс оборудования для проращивания, приготовления и раздачи зерна животным [4, 5].

Технологическая линия (рис. 1) включает бункер 1 и загрузочный шнек 2. Под последним установлен конвейер 3 для проращивания зерна, под транспортером 4 – конвейерная сушилка 5, в которой используются отработанные газы (агент сушки) котельной 6, работающей на природном газе. Трубопровод 7 агента сушки с вентилятором 8 соединен с вытяжной трубой котельной и сушилкой 5. Вентилятор 10 служит для охлаждения высушенного продукта. Выгрузное окно сушилки соединено с приемным бункером дробилки 11, шлюзовой затвор 12 нижней частью соединен с дозатором 13 и при помощи трубопровода 14 – с бункером 15.

Дозатор 13 при помощи патрубка соединен со спиральным транспортером 17 бункера 18, бункер 15 трубой 16 – с дозатором 13. Спиральный транспортер 17 бункера 18 соединен с бункером-накопителем 19. В нижней части последнего установлен тросово-шайбовый конвейер 20 с бункером-дозатором 22.

Технологическая линия работает во время отопительного сезона. В бункер 1 засыпается зерно в предварительно залитый 0,1 %-й раствор перманганата калия и выдерживается 4...5 ч. Затем зерно из бункера 1 загрузочным шнеком 2 направляется в конвейер 3. После проращивания (4...5 суток) зерно с выгрузного транспортера 4 подается в сушилку 5, куда поступают отработанные газы из котельной. При помощи вентилятора 10 подается атмосферный воздух на нижний транспортер 9 сушилки 5, за счет этого происходит охлаждение пророщенного и высушенного зерна до атмосферной температуры. Пророщенное зерно не нагревается свыше 48...50 °С за счет интенсивного испарения межклеточной влаги.

Далее зерно из сушилки 5 подается в дробилку 11. После дробления оно попадает в шлюзовую затвор 12, который направляет зерно в дозатор 13 или в бункер 15, из которых поступает в спиральный транспортер 17, где смешивается с основным потоком комбикорма.