

УДК 631.171

Инженер О.Н. Бахчевников
научный сотрудник ВНИПТИМЭСХ

ТЕПЛОВЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕЛКОГРУППОВОГО СОДЕРЖАНИЯ СВИНЕЙ НА ГЛУБОКОЙ НЕСМЕНЯЕМОЙ ПОДСТИЛКЕ В МАЛОГАБАРИТНЫХ СВИНАРНИКАХ

В статье приведены результаты теоретических исследований динамики тепловых процессов содержания свиней на глубокой несменяемой подстилке и описаны в дифференциальных уравнениях. Проведены их преобразования и линеаризация и получены передаточные функции процессов, исследование которых по классическим критериям устойчивости позволит оптимизировать параметры минисвинарников и тепловые процессы содержания свиней на глубокой несменяемой подстилке.

В связи с высокой стоимостью энергоносителей актуальным является сокращение затрат на отопление животноводческих помещений. В условиях Юга России, характеризующихся сравнительно теплым климатом, для предприятий малых форм хозяйствования наиболее подходит технология мелкогруппового содержания свиней на глубокой несменяемой подстилке в неотапливаемых малогабаритных свинарниках. Источниками тепла в таких помещениях являются тепловыделения животных и тепло, выделяемое в ходе биотермического процесса, протекающего в подстилочном навозе. Практический опыт эксплуатации аналогичных помещений для крупногруппового содержания свиней показывает, что дополнительное отопление для них не требуется.

Во ВНИПТИМЭСХ разработан малогабаритный свинарник ангарного типа с содержанием свиней на глубокой подстилке из соломы, уборка которой производится по окончании производственного цикла.

В помещении свинарника протекают два основных процесса – процесс биотермических превращений в подстилочном навозе и общий процесс теплообмена.

Тепло, выделяемое в ходе биотермического процесса, расходуется на поддержание благоприятной для протекания процесса в подстилочном навозе температуры, на испарение излишней влаги и на тепловыделение в окружающую среду.

$$Q_n = Q_{\text{пн}} + Q_{\text{ив}} + Q_{\text{ос}} \quad (1)$$

Раскрывая выражение (1) получаем:

$$Km\Delta t = km\Delta t + rm_{\text{в}} + cm\Delta t, \quad (2)$$

где K – коэффициент общего тепловыделения подстилочного навоза,

m – масса подстилочного навоза,

Δt – разность температур,

k – удельное тепловыделение подстилочного навоза,

r – удельная теплота испарения влаги,

$m_{\text{в}}$ – масса излишней влаги,

c – удельная теплоемкость подстилочного навоза.

Во время переходного процесса за текущий промежуток времени dt происходит изменение температуры dt

$$Km \frac{dt}{d\tau} = km \frac{dt}{d\tau} + rm_{\text{в}} + cm \frac{dt}{d\tau} \quad (3)$$

Обозначим $S = \frac{d}{d\tau}$ – оператор дифференцирования, тогда

$$KmSt = kmSt + rm_{\text{в}} + cmSt \quad (4)$$

Разделив обе части выражения (4) на mSt и преобразовав, получим

$$t = \frac{rm_{\text{в}}}{mS(K - k - c)} \quad (5)$$

Передаточная функция биотермического процесса аппроксимируется идеальным интегрирующим звеном первого порядка

$$W_1(S) = \frac{k_1}{S} \quad (6)$$

Источниками тепла в предлагаемом малогабаритном свиарнике являются тепловыделения животных $Q_{\text{жив}}$ и тепло, выделяемое при биотермическом процессе в подстилочном навозе $Q_{\text{н}}$. В летнее время к источникам тепла добавляется солнечная радиация. Теряется тепло через ограждения $Q_{\text{огр}}$ и с воздухом, удаляемым в процессе вентиляции помещения и удаления из него излишков водяных паров $Q_{\text{вент}}$.

$$Q_{\text{жив}} + Q_{\text{н}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент}} \quad (7)$$

Раскрывая выражение (7), получаем

$$m_{\text{ж}}B + km\Delta t = RF\Delta t + Lc_{\text{в}}\Delta t \quad (8)$$

где $m_{\text{ж}}$ – масса животных,

B – удельное тепловыделение животных,

R – коэффициент, обратный коэффициенту сопротивления ограждения теплопередаче R_0 , $R = 1/R_0$,

F – площадь ограждений,

L – объем удаляемого воздуха,

$c_{\text{в}}$ – теплоемкость воздуха.

Во время переходного процесса за текущий промежуток времени dt происходит изменение температуры dt

$$m_{\text{ж}}B + km \frac{dt}{d\tau} = RF \frac{dt}{d\tau} + Lc_{\text{в}} \frac{dt}{d\tau} \quad (9)$$

Обозначим $S = \frac{d}{d\tau}$ – оператор дифференцирования, тогда

$$m_{\text{ж}}B + kmSt = RFSt + Lc_{\text{в}}St \quad (10)$$

Разделив обе части выражения (4) на St и преобразовав, получим

$$t = \frac{m_{\text{ж}}B}{S(km - RF - Lc_{\text{в}})} \quad (11)$$

Передаточная функция теплового процесса в помещении свиарника аппроксимируется идеальным интегрирующим звеном первого порядка

$$W_2(S) = \frac{k_2}{S} \quad (12)$$

Динамическая модель тепловых процессов в свиномникe с глубокой подстилкой представлена на рисунке.

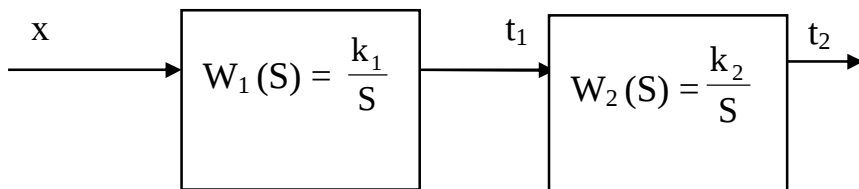


Рисунок. Динамическая модель тепловых процессов в свиномникe

Общая передаточная функция системы для последовательного соединения двух звеньев имеет вид

$$W(S) = W_1(S) \cdot W_2(S) = \frac{k_1 \cdot k_2}{S^2} \quad (13)$$

Исследование полученных передаточных функций тепловых процессов по классическим критериям устойчивости позволит оптимизировать параметры малогабаритных свиномников и тепловые процессы содержания свиней на глубокой несменяемой подстилке.