

# ТЕХНОЛОГИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА НА СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

М. М. Севернев, академик НАН Б и РАСХН; И. В. Сысоев, мл. научн. сотруд. (УО БГАТУ)

## Аннотация

*Рассматривается технико-экономическое обоснование необходимости разработки технологии и технических средств очистки воздуха от аммиака, углекислого газа и подавления патогенной микрофлоры внутри помещения.*

## Введение

Интенсификация свиноводческой отрасли при создании крупных специализированных комплексов и хозяйств является одним из мощных рычагов увеличения производства свинины. Свиноводство – одна из основных отраслей производства мяса в республике, удельный вес которого в мясном балансе достигает 47–50 %. В то же время экономические показатели производства свинины оставляют желать лучшего.

При оптимальном микроклимате до 30 % энергии потребляемого корма используется на прирост массы свиньи, до 45 % – на биологическое тепловыделение в зависимости от температуры в помещении и до 25 % энергии теряется с экскрементами. На некоторых свинокомплексах оптимальный микроклимат нарушается, но не по вине хозяйства, а из-за недостатка материальных средств на его обеспечение, связанных с низкой рентабельностью производства. Причиной этого являются такие факторы, как:

1. Низкое качество кормов и несоответствие рационов кормления половозрастным группам свиней. Это приводит к перерасходу корма в 1,3–1,5 раза.

2. Заболеваемость и падеж животных, особенно молодняка (25–30 %) из-за высокой степени накопления патогенной микрофлоры в массиве строительных конструкций и оборудования.

3. Системы микроклимата не обеспечивают нормальные параметры зоотехнических требований и приводят к большим энергетическим затратам, составляющим 18–20 % от производства свинины.

## Основная часть

По данным Института экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского НАН Беларуси и Института животноводства НАН Беларуси, длительная эксплуатация свиноводческих помещений (15–20 лет) приводит к «пропитыванию» микрофлорой строительных конструкций и поверхностей оборудования. Общая бактериальная обсемененность строительных конструкций превышает допустимые нормы в 5–7 раз. На таком фоне возникают массовые заболевания и гибель животных. В то же время существующие способы дезинфекции не дают положитель-

ных результатов. По этой причине в последние годы на ряде свиноводческих комплексов республики отмечалась низкая сохранность молодняка (70–75 %).

Если принять во внимание, что на содержание свиноматок и в первый период откорма затрачивается 40 % ресурсов, то убытки хозяйств от непроизводительного выбытия молодняка (20–30 %) составят 32 400 рублей на 1 центнер свинины в живом весе при его стоимости 270 000 рублей.

Республика производит 2 921 000 центнеров свинины в живом весе и несет убытки в размере 94,6 млрд. рублей.

Осуществление технологии нанесения покрытия на строительные конструкции обеспечит снижение непроизводительного выбытия молодняка минимум на 50 %, что увеличит рентабельность на 6 % и даст общую экономию в 47,3 млрд. рублей.

Предпосылками для осуществления технологии нанесения защитных покрытий для изоляции и подавления патогенной микрофлоры является разработанное в последние годы покрытие на битумно-полимерной и каучуко-полимерной основе. Добавление специальных химических компонентов в эти покрытия позволит достичь поставленной цели. Такие композиции покрытий производятся фирмой НП ООО «Алкид». Срок окупаемости затрат по этой технологии составит 4–5 месяцев. Безусловным требованием к конечному результату технологии по нанесению любых защитных покрытий является, то что разовые затраты на нее не должны превышать годового экономического эффекта.

В настоящее время приточно-вытяжная система вентиляции обеспечивает приток свежего воздуха в животноводческое помещение в зимнее время (декабрь–февраль) в объеме 30 м<sup>3</sup>/ч на 1 центнер живой массы, в переходный период (март–апрель, октябрь–ноябрь) в объеме 45, и летний период (май–август) 60 м<sup>3</sup>/ч на 1 центнер живой массы. В зимний период предусматривается подогрев поступающего воздуха до температуры 18–22 °С. Данные параметры подачи воздуха по периодам года рассчитаны в зависимости от влажности воздуха в животноводческом помещении. Все это позволяет использовать предлагаемую технологию рециркуляции, так как содержание кислорода при сокращении подачи воздуха остается в пределах нормы.

Расчеты потребления тепловой и электрической энергии на подогрев поступающего воздуха в зимнее время составляют 18–20 % от стоимости свинины. В табл. 1 приведены данные среднемесячных температур за период с 1990 по 2004 г. и требуемое количество тепловой и электрической энергии на подогрев.

Расчет проведен на основании уравнения теплового баланса с учетом: тепла, выделяемого животными, нагрева поступающего воздуха и теплопотерей через стеновые ограждения.

Суммарное количество тепловой энергии на поддержание микроклимата в течение года в свинарнике размером 78×18 м и объемом 4 212 м<sup>3</sup> в среднем составляет 2 690 000 мДж, а в отдельные годы при снижении среднемесячной температуры на 4–5 °С затраты увеличиваются на 8–11 %, что в стоимостном выражении составит от 52,3 до 58,1 млн. рублей. Подача воздуха требует расхода электрической энергии в количестве 47 520 кВт·ч, стоимостью 3,3 млн. рублей. В расчете на 1 центнер свинины при закупочной цене 270 000 рублей, (2-я категория свинины) эти затраты составят от 48 300 до 53 300 рублей или 18–20 % от общих затрат на производство 1 центнера свинины.

Из представленных в табл. 1 данных следует, что в климатических условиях республики необходимо существенно уменьшить затраты на поддержание требуемого микроклимата.

Нами поставлена цель сократить воздухообмен минимум в два раза за счет очистки воздуха внутри помещения, что позволит уменьшить на 9–10 % себестоимость 1 центнера свинины. Эту величину снижения следует считать нижним пределом интенсификации, так как она соответствует планируемому увеличению валового производства продукции в Республике Беларусь на 9–11 % в год.

Поставленная цель достигается путем внедрения разрабатываемой в БГАТУ рециркуляционной системы очистки воздуха внутри животноводческих помещений, которая обеспечивает требуемые параметры микроклимата при снижении притока свежего воздуха. Особенностью разработанной системы является применение экономичных и оригинальных фильтров, способных задерживать аммиак, патогенную микрофлору и др. вредные элементы.

Для того чтобы достичь предельной величины снижения себестоимости свинины, необходимо обосновать возможность уровня очистки воздуха при различном воздухообмене.

Наличие аммиака, зависящее от суточного выделения экскрементов животных, характеризует качество очистки воздуха животноводческих помещений. По научным данным, средний выход экскрементов животных составляет 8 кг мочи и кала на 1 центнер живой массы в сутки. Из этого количества выделяется 44,7 % аммиака. Углекислого газа выделяется до 90 литров в час на 1 центнер живой массы.

Содержание аммиака в течение суток ( $V_{ca}$ ) и уровень очистки воздуха до предельно допустимых концентраций может быть подсчитан по формуле:

$$V_{ca} = V_{ca.}/(V_{уд}(N_n2)m_{в24}),$$

где  $V_{ca}$  – часовое выделение аммиака (кг/м<sup>3</sup> в час, на 1 центнер живой массы);

$V_{ca}$  – суточное выделение аммиака (кг/сут., на 1 центнер живой массы);

$V_{уд}$  – удельный объем воздуха, приходящийся на 1 центнер живой массы в помещении (м<sup>3</sup>);

$N_n$  – кратность удаления навоза (с учетом средней величины накопления навоза);

### 1. Среднемесячные затраты тепловой энергии на поддержание требуемого микроклимата

Отопительный период	Среднемесячная температура с 1990 по 2004 год, °С	Тепл. энергия затр. в месяц, мДж		Электроэнергия в месяц, кВт·ч		Затраты в месяц, бел. руб.	
		18 °С	22 °С	18 °С	22 °С	18 °С	22 °С
		2/3*	1/3**	2/3*	1/3**	2/3*	1/3**
Январь	-3,7	423 478	501 539	117 633	139 316	8 234 296	9 752 139
Февраль	-3	370 158	440 664	102 822	122 407	7 197 512	8 568 467
Март	1	331 757	409 817	92 155	113 838	6 450 831	7 968 674
Апрель	8,3	183 190	258 733	50 886	71 870	3 562 034	5 030 914
Май	14,1	76 109	154 169	21 141	42 825	1 479 897	2 997 739
Июнь	17,8	3 777	79 319	1 049	22 033	73 444	1 542 324
Июль	20,2						
Август	19						
Сентябрь	12,9	96 317	171 859	26 755	47 739	1 872 822	3 341 702
Октябрь	7,1	205 853	281 395	57 181	78 165	4 002 698	5 471 578
Ноябрь	0,7	326 721	402 263	90 756	111 740	6 352 906	7 821 786
Декабрь	-4	429 333	507 393	119 259	140 942	8 348 135	9 865 977
Всего:		1 590 839	1 099 268	441 900	305 352	30 932 981	21 374 652
		2 690 107		747 252		52 307 633	

\* 1/3 – первый этап откорма.

\*\* 2/3 – второй и третий этапы откорма.

2. Расчеты концентрации аммиака на 1 центнер живой массы

Количество подаваемого воздуха на 1 ц. живой массы	Зимний период		Переходный период		Летний период	
	Базовый вариант 30 м <sup>3</sup> /ч	Новый вариант 15 м <sup>3</sup> /ч	Базовый вариант 45 м <sup>3</sup> /ч	Новый вариант 22,5 м <sup>3</sup> /ч	Базовый вариант 60 м <sup>3</sup> /ч	Новый вариант 30 м <sup>3</sup> /ч
Концентрация аммиака, мг/м <sup>3</sup>	14	28	9,5	19	7	14

$m_v$  – норма подачи воздуха в зависимости от периода года (м<sup>3</sup>/ч на 1 центнер живой массы).

Результаты расчетов концентрации аммиака на 1 центнер живой массы при различном воздухообмене для свиарника-откормочника размером 78×18 м объемом 4 212 м<sup>3</sup> приведены в табл. 2.

Удаление навоза трехкратное. Предельно допустимая концентрация аммиака составляет 20 мг/м<sup>3</sup> [1]. За базовый вариант принят существующий воздухообмен, за новый вариант – технология с двукратным сокращением воздухообмена. Из табл. 2 следует, что при выполнении действующих требований по подаче воздуха на 1 центнер живой массы свинины в различные периоды года концентрация аммиака ниже предельно допустимых показателей, и при сокращении воздухообмена в два раза очистка воздуха от аммиака необходима только в зимний период. При этом количество удаляемого аммиака составит не менее 8–10 мг·ч/м<sup>3</sup>. В свиарнике объемом 4 212 м<sup>3</sup> необходимо удалять 42 г/ч аммиака, что в течение суток составит 1,01 кг. На эту величину должны быть рассчитаны конструктивные параметры фильтра. При таком воздухообмене нет необходимости очищать воздух от углекислого газа, так как его содержание не превышает предельно допустимых концентраций.

Эти расчеты подтверждают возможность и необходимость очистки воздуха внутри помещения и снижения себестоимости свинины минимум на 9–10 %.

В настоящее время известны технологии и технические средства очистки воздуха от аммиака. Институтом физико-органической химии НАН Беларуси разработана ионообменная технология и конструкция фильтров очистки воздуха от аммиака [2]. Ионообменные фильтры имеют производительность по очищаемому воздуху от 500 до 30 000 м<sup>3</sup>/час. Применяются на промышленных предприятиях стран СНГ и Западной Европы. Фильтры используются в Нидерландах для очистки воздуха свиноферм, выбрасываемого в атмосферу.

Фильтры состоят из ионообменных волокон, на которые непрерывно подается серная кислота (серная кислота вступает в реакцию с аммиаком).

Фильтр является дорогостоящим, корпус его изготовлен из нержавеющей стали массой 1,5 тонны, высокая стоимость ионообменных волокон, для обслуживания требуются специалисты высокой квалификации, а использование серной кислоты повышает требования к технике безопасности.

Не исключена возможность разработки более дешевых и простых фильтров с использованием местных сорбентов. Предпосылками для такой разработки являются результаты совместных исследований Института торфа НАН Беларуси и УО БГАТУ по очистке воздуха

от аммиака с использованием торфа в качестве сорбента. Эти исследования показали, что задержание аммиака при разовом прохождении составляет от 40 до 60 %. В качестве сорбента могут быть использованы: древесный уголь, опилки, фосфогипс и др. сорбционные материалы, требующие изучения. При окончательной отработке конструкции фильтров будет установлена предельная величина сокращения воздухообмена.

В настоящее время разработан экспериментальный многоцелевой кассетный фильтр для очистки воздуха от аммиака, углекислого газа и патогенной микрофлоры, принципиальная схема которого приведена на рис. 1.

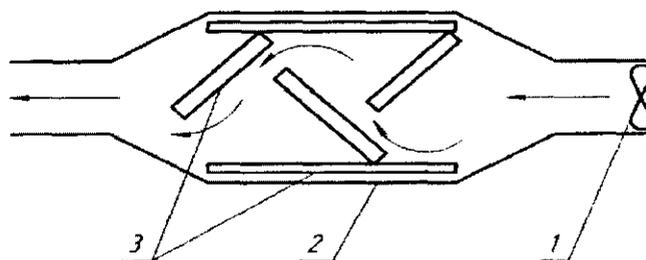


Рис. 1. Многоцелевой кассетный фильтр для очистки воздуха в свиарниках:

- 1 – вентилятор; 2 – корпус установки;
- 3 – кассеты для очистки воздуха

Очистка воздуха производится путем подачи воздуха вентилятором различной производительности 1, в корпус 2 с кассетами 3. Корпус фильтра может быть изготовлен из дерева, пластмассы, тонкой листовой стали и других недорогих экологически безопасных материалов.

Воздух закачивается в установку вентилятором, соприкасается с кассетами и очищенный по воздуховодам поступает в станки к животным. Последняя группа кассет предназначена для улавливания и подавления патогенной микрофлоры.

Задача состоит в том, чтобы разработать сменные элементы (кассеты) на основе сорбционных материалов, изучить закономерность поглощения этими материалами аммиака, углекислого газа и патогенной микрофлоры в производственных условиях, создать конструкции недорогих фильтров и внедрить их в производство.

Технологии по нанесению покрытий для изоляции и подавления патогенной микрофлоры и многоцелевой фильтр кассетного типа для очистки воздуха неразрывно связаны между собой и при раздельном их внедрении не дадут положительных результатов.

По методике оценки эффективности новых разработок [3] критерием эффективности является коэффициент ресурсных затрат ( $K_{рз}$ ), равный отношению стоимости ре-

сурсных затрат в денежном выражении на единицу продукции по новой технологии к стоимости удельных затрат по базовой технологии:

$$K_{pz} = C_n / C_b = 226\,800 / 270\,000 = 0,84 \times 100 \% = 84 \%$$

Определим величину экономии удельных затрат ( $\Delta U_3$ ) на единицу продукции через разность затрат по базовому варианту и новой технологии:

$$\Delta U_3 = C_b - C_n = 270\,000 - 226\,800 = 43\,200 \text{ бел. руб.}$$

Величина удельных затрат ( $\Delta U_3$ ) на 1 центнер свинины составит 43 200 руб.

Уровень интенсификации производства свинины как главный критерий ускорения научно-технического прогресса определяется по следующему выражению:

$$U_{инм} = (1/K_{pz} - 1)100 \% \approx 19 \%$$

Уровень интенсификации ( $U_{инм}$ ) показывает процент увеличения производства продукции без дополнительных ресурсных затрат. Следует заметить, что уровень интенсификации превышает планируемый в республике рост ВВП на 8–9 %.

При такой интенсификации масса эффекта в целом по свиноводческой отрасли составит:

$$Q_{мэ} = \Delta U_3 V_c = 43\,200 \times 2\,921\,000 = 126 \text{ млрд. бел. руб.,}$$

где  $V_c$  – валовое производство свинины (центнер в год).

По статистическим данным [4] производство свинины в 2004 году составляло 2 921 000 центнеров в живом весе.

Окупаемость капиталовложений не должна превышать одного года.

В настоящее время осуществляется пятилетний план реконструкции животноводческих ферм. Поэтому необходимо как можно быстрее завершить разработку этих технологий, что значительно повысит окупаемость капиталовложений и рентабельность производства свинины в республике.

#### Заключение

1. В статье рассмотрена необходимость и возможность очистки воздуха внутри свиноплеменника, обеспечивающая требуемые зоотехнические нормы микроклимата при сокращении энергозатрат минимум в 2 раза.

2. Очистка воздуха требуется только в зимний период до 1 кг аммиака в сутки на свиноводческий комплекс объемом 4 212 м<sup>3</sup>.

3. Экономический эффект по отрасли в республике составит в год 126 млрд. руб. при сокращении воздухообмена в 2 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Медведский, В.А. Гигиена животноводческих объектов / В.А. Медведский: Учеб. пособие. – Витебск, ВГАВМ, 2001. – С. 248.

2. Информационный листок ИФОХ АН Беларуси, фильтры ионообменные РИФ, ФК и РИФ-ФК. – Минск, 2005 г.

3. Системы организации внедрения завершенных НИР и ОКР в АПК, методы оценки эффективности НИР и ОКР на стадии их планирования и завершения. – Минск, 1999 г.

4. Республика Беларусь 1995–2004 (Стат. сб.) Минстат Республики Беларусь. – Минск, 2004. – 271 с.

УДК 532.522.2

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 22.11.2006

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ПРЕГРАДУ, ИМЕЮЩУЮ ВИД СЛОЯ КОРРОЗИОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

И. В. Качанов, докт. техн. наук, доцент (БНТУ); А. С. Мойса, ст. преподаватель (УО БГАТУ); А. В. Филипчик, аспирант (БНТУ)

#### Аннотация

Предлагается математическая модель для расчета силового воздействия струи на преграду, состоящую из слоя коррозионных отложений. Получена зависимость для расчета давления в точке соударения струи с преградой, учитывающая механические и реологические свойства разрушаемого материала, а также кинематические параметры (скорость  $V$ ) струи.

#### Введение

Область применения струйно-абразивной обработки (САО), которая среди приведенных других способов (дробеметная, дробеструйная, пескоструйная, гидронескоструйная, газопламенная, химическая, ручной механиз-

ированный инструмент) по универсальности занимает одно из ведущих мест в современном производстве, весьма разнообразна [1, 2]. Так, например, струйная обработка поверхностей, предназначенных под последующее покрытие (гальванические, лакокрасочные и другие виды) находит широкое применение в сельскохозяйственном