УДК 621.356.48:622.794.7

А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, Д.В. Астафьев, Б.В. Жеребцов, А.А. Дмитриев

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ МОКРОГО ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА

В статье приведены результаты комплексных производственных испытаний мокрого однозонного электрофильтра на двух крупнейших свиноводческих комплексах Челябинской области. Использование мокрого электрофильтра для очистки рециркуляционного воздуха значительно улучшает воздушную среду животноводческих помещений.

***Ключевые слова**: мокрый электрофильтр, очистка и обеззараживание воздуха, производственные испытания, свинокомплекс.*

A.G. Vozmilov, L.N. Andreev, D.V. Astafyev, B.V. Zherebtsov, A.A. Dmitriev

PRODUCTION TEST RESULTS OF THE WET ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

The complex production test results of the wet single-band electrostatic precipitator on two largest pig factory farms in the Chelyabinsk region are given in the article. The wet electrostatic precipitator use for cleaning the recirculated air greatly improves livestock building air environment.

***Key words**: wet electrostatic precipitator, air cleaning and disinfecting, production tests, pig factory farm.*

Введение. С целью изучения влияния очистки и обеззараживания рециркуляционного воздуха мокрым электрофильтром [1, 2] на параметры воздушной среды животноводческих помещений и основные производственные показатели животноводческих комплексов были проведены эксперименты на одном из крупнейших свиноводческих комплексов Челябинской области – Красногорском свинокомплексе и свинокомплексе ООО «Совхоз Каштакский».

Конструкция и принцип работы мокрого однозонного электрофильтра (рис. 1). В основу действия мокрого однозонного электрофильтра положен коронный разряд, в поле которого происходит зарядка взвешенных в очищаемом воздухе частиц и их осаждение на осадительных электродах под действием электрических сил.

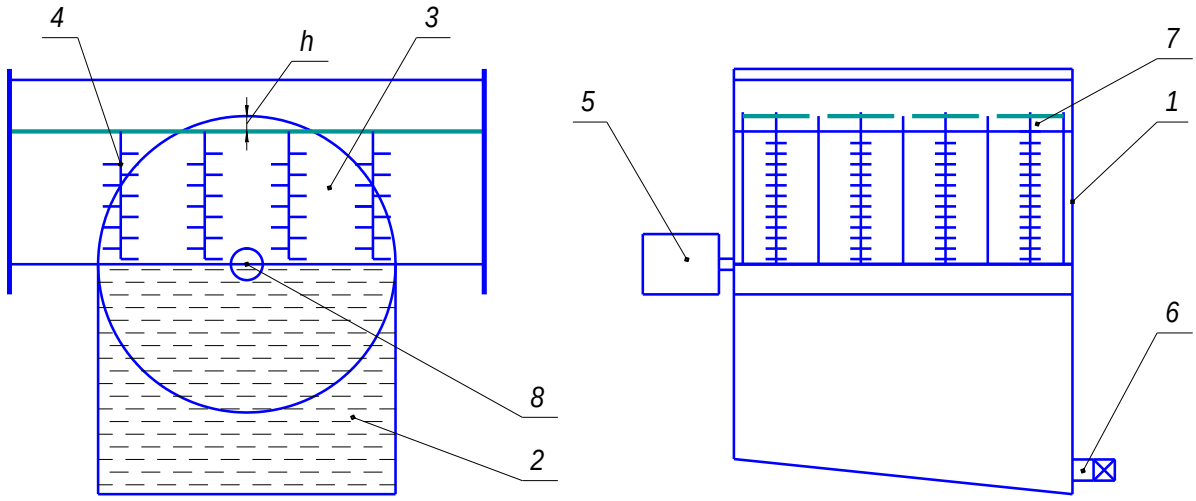


Рис. 1. Конструкция мокрого однозонного электрофильтра: 1 – верхняя часть корпуса; 2 – нижняя часть корпуса; 3 – осадительные электроды; 4 – коронирующие электроды; 5 – электродвигатель с редуктором; 6 – сливной клапан; 7 – изоляционные плиты; 8 – вал электрофильтра; h – расстояние, на которое углубляется верхняя часть осадительных электродов в изоляционную плиту

Таким образом, пылевые частицы, находящиеся в проходящем через фильтр воздухе, заряжаются в поле коронного разряда и оседают на осадительных электродах. Осадительные электроды вращаются, проходя через воду, осевшие пылевые частицы смываются.

Материалы и методы исследований. *Испытания мокрого электрофильтра в помещении для содержания поросят-отъёмышей Красногорского свинокомплекса.*

План-схема расположения установки электрофильтрации воздуха в секции для содержания поросят-отъемышей представлен на рис. 2.

Воздуховоды квадратного сечения S = 0,2х 0,2 м^3 расположены так, что всасывающий воздуховод проходит над канализационными каналами на высоте 1,2 м от пола, а нагнетающий воздуховод над средним рядом боксов на высоте 2,5 м от пола. Напряжение, подаваемое на электрофильтр U=14 кВ, рабочий ток $I_{раб}$=8 mA.

Мокрый электрофильтр оснащен вентилятором Ц4-70 № 4 с приводом от электродвигателя постоянного тока П-12, позволяющим плавно регулировать расход воздуха путем изменения частоты вращения крыльчатки вентилятора, что в свою очередь позволяет изменять скорость воздушного потока в электрофильтре и кратность воздухообмена рециркуляционного воздуха в секции до четырех обменов в час.

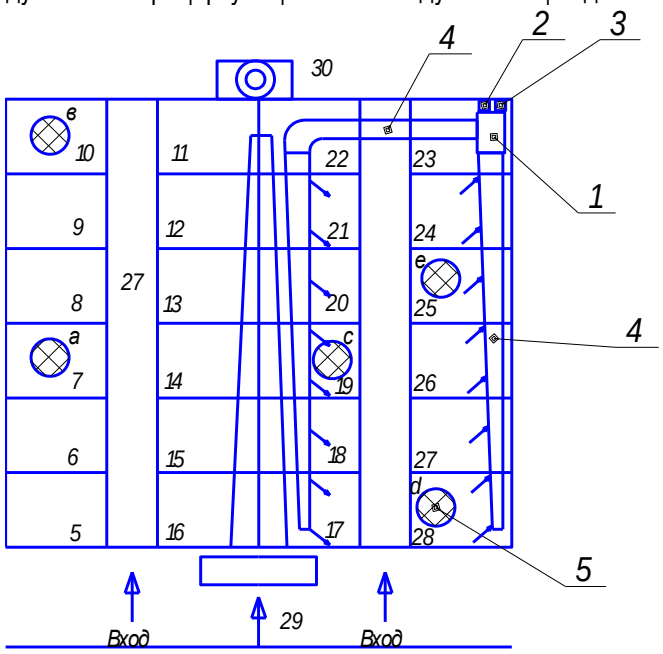


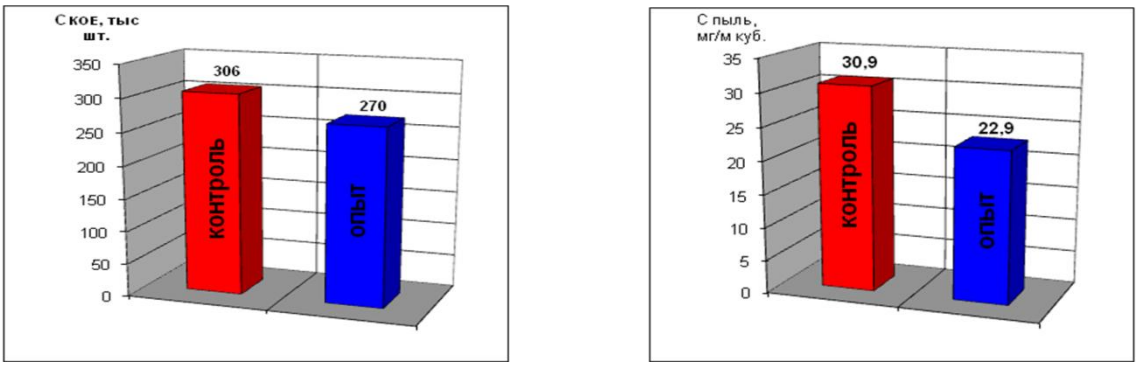
Рис. 2. План-схема расположения системы электрофильтрации воздуха в секции содержания поросят-отъемышей (вид сверху): 1 – мокрый электрофильтр (МЭФ); 2 – источник высокого напряжения (ИВН) – ПВС-40-6; 3 – пульт управления; 4 – всасывающий воздуховод; 5 – нагнетающий воздуховод; 6 – контрольные точки (a, b, c, d, e); 7 – приточный вентилятор и калорифер; 8 – вытяжной вентилятор

Установка работала непрерывно в течение всего периода выращивания молодняка с периодической ревизией (раз в две недели с отключением установки на 1,5–2,0 ч).

Программой исследований предусматривалось изучение влияния электрофильтрации воздуха на концентрацию пыли и микроорганизмов в воздушной среде опытного сектора в сравнении с контрольным сектором.

В рабочем объеме опытного и контрольного секторов с учетом рекомендаций [1, 3] были выбраны характерные зоны, в которых были определены контрольные точки для замеров основных параметров воздушной среды. Результаты проведённых испытаний представлены на рис. 3.

Из рисунка 3, *а* видно, что средняя концентрация пыли была равна в опытном секторе 22,9 мг/м^3, в контрольном – 30,9 мг/м^3, что значительно превышает рекомендуемую норму (рекомендуемая концентрация пыли для теплого периода 6 мг/м^3).



а б

Рис. 3. Влияние МЭФ на концентрацию пыли (а) и микроорганизмов (б) в воздушной среде секции содержания поросят-отъёмышей

При этом необходимо отметить, что концентрация пыли в опытном секторе не только была ниже на 35 % по сравнению с контрольным сектором, но и убывала во времени, в контрольном же секторе возрастала. Концентрация микроорганизмов измерялась в контрольных точках методом седиментации. На рисунке 3,*б* видно, что средняя концентрация микроорганизмов была равна в опытном секторе 270 тыс. микроб. тел/м^3, в контрольном – 306 тыс. микроб. тел/м^3.

Микробная обсемененность воздушной среды в опытном секторе была на *13,3* % меньше, чем в контрольном, но, тем не менее, это значение более чем в 4 раза превышало рекомендуемую норму для данных помещений [4].

Обобщая полученные результаты исследований влияния системы электрофильтрации воздуха на параметры микроклимата в секторе для содержания поросят-отъемышей, можно констатировать следующее: несмотря на недостаточную воздухопроизводительность установки, система электрофильтрации оказывает общее положительное влияние на микроклимат в секции.

В период испытания электрофильтра по контрольному и опытному секторам велся учет основных производственных показателей (табл.). Анализ полученных результатов показывает, что электрофильтрация воздуха в секторе для содержания поросят-отъемышей оказывает благоприятное воздействие на их развитие и сохранность.

Из таблицы видно, что падёж поросят-отъёмышей в опытном секторе по сравнению с контрольным уменьшился на 52 %, среднесуточный прирост массы вырос на 16,4 %, удельный съём продукции с одного квадратного метра вырос на 11 %, сохранность поросят-отъёмышей выросла на 8,4 %.

Результаты сравнительной оценки производственных показателей

Сектор	Показатель													
	Общее поголовье, гол.	Средняя масса 1 гол., кг	Общая масса в начале цикла, кг	Пало за цикл выращивания		Забито за цикл выращивания		Сдано в конце цикла		Средняя масса 1-й головы, кг/гол.	Общая сдаточная масса, кг	Общий прирост массы, кг	Среднесуточный прирост массы, г в сутки	Съем продукции с 1 м^2, кг/м^2
				гол.	%	гол.	%	гол.	%					
Опытный сектор	650	10	6500	35	5,38	21	3,2	594	91,4	37,8	22453	19953	383	35,01
Контрольный сектор	650	8	5200	67	10,3	35	5,4	548	84,3	34,5	18906	13706	329	31,50
Средне значение по свинокомплексу	648	7,78	5041,44	62	9,6	47	7,2	539	83,2	35,9	19337	14295,6	331	34,27

Испытания мокрого электрофильтра в помещении для содержания поросят-отъемышей ООО «Совхоз Каштакский». Программой испытаний предусматривалось исследование эффективности очистки воздушной среды помещения для содержания свиней от пыли, микроорганизмов и вредных газовых при работе МЭФ в различных режимах:

1. Режим «А». Без заполнения водой нижней части МЭФ. Осадительные электроды не вращаются.
2. Режим «В». С заполнением водой нижней части МЭФ. Осадительные электроды не вращаются.
3. Режим «С». С заполнением водой нижней части МЭФ. Осадительные электроды вращаются.

При проведении испытаний МЭФ в производственных условиях использовался экспериментальный стенд, схема которого представлена на рис. 4. План свинарника с расположением экспериментального стенда показан на рис. 5.

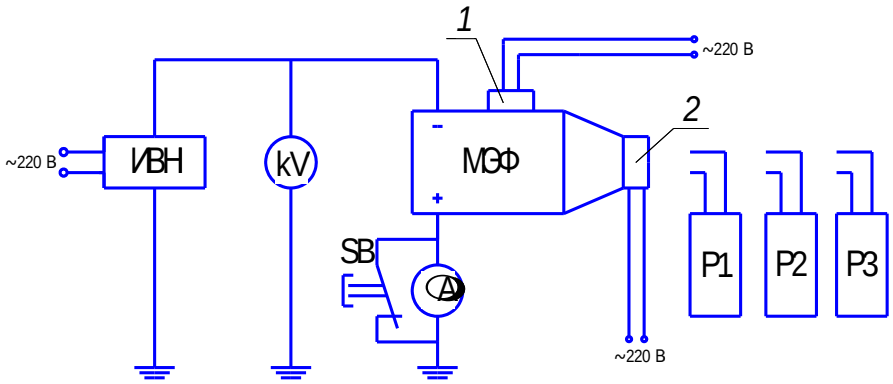


Рис. 4. Схема экспериментального стенда: ИВН – источник высокого напряжения; kV – киловольтметр С-196; SB – размыкающий контакт; μA – миллиамперметр М 109/1; МЭФ – мокрый электрофильтр; Р1 – счётчик аэрозольных частиц; Р2 – термоанемометр; Р3 – аспиратор АМ-5; 1 – электродвигатель привода вращения осадительных электродов; 2 – центробежный вентилятор

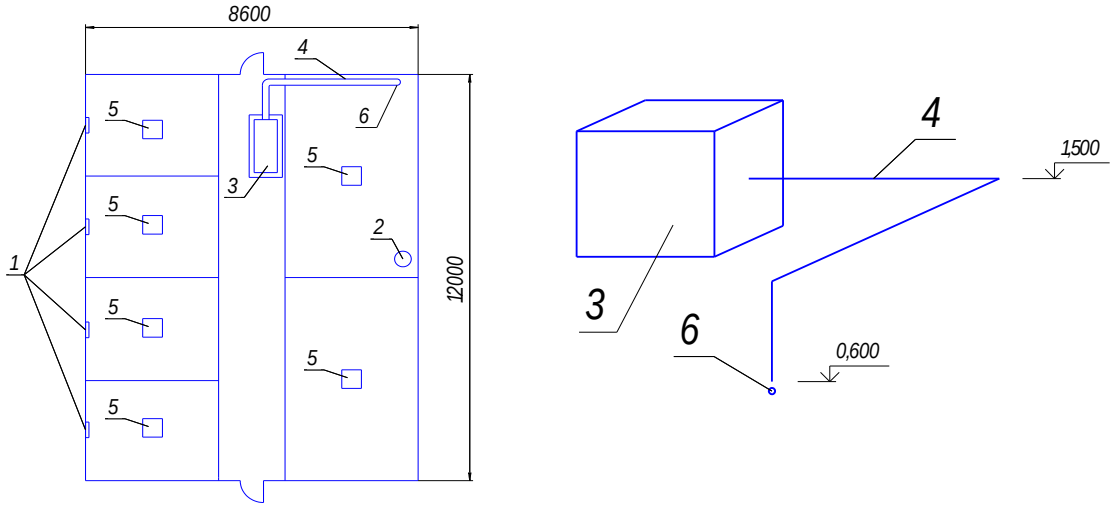


Рис. 5. План свинарника для содержания поросят-отъемышей с экспериментальным стендом: 1 – приточные жалюзи; 2 – вытяжной камин; 3 – экспериментальный стенд; 4 – воздуховод Ø 100 мм; 5 – кормушка; 6 – точка забора воздуха

Приборное оснащение стенда включало в себя:

- источник высокого напряжения ПВС-60/10;
- киловольтметр С-196 (класс точности 1,5, предел измерения U=0..30 кВ);
- миллиамперметр М109/1 №3966 (класс точности 2, предел измерения I=0..3 мА);
- счетчик аэрозольных частиц ПК.ГТА 0,3-002 (шесть каналов по размерам частиц 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0 мкм; диапазон измеряемой концентрации аэрозоля – 0÷350000 частиц в литре; предел допустимых зна-

чений относительной погрешности (δ) для пробы на анализ ±10 %; объем аэрозольной пробы – 0,1; 1,0; 10 л); погрешности (γ) не более ±20 %; расход газа, потребляемого на анализ, 1,8±0,2 л/мин;

- измерение температуры воздушного потока и его скорости осуществлялось термоанемометром типа testo 425 (t= 22˚C+_0,5˚C, u= 2 м/с±0,13 м/с, u= 8м/с ±0,43 м/с);

- измерение концентрации вредных газов осуществлялось аспиратором АМ-5 в комплексе с индикаторными трубками ТИ-NH_3-0,1 (предел измерения 0…100 мг/м^3).

Результаты исследований пылевой загрязнённости воздушной среды помещения для содержания свиней в корпусе № 4 свинокомплекса ООО «Совхоз Каштакский» (г. Челябинск) представлены на рис. 6.

Микробная загрязнённость данного помещения для частиц размером 0,5 мкм и более, рассчитанная по методике, изложенной в [5], составила 2650,7 КОЕ/м^3.

Концентрация аммиака в воздушной среде помещения составила 9,25 мг/м^3.

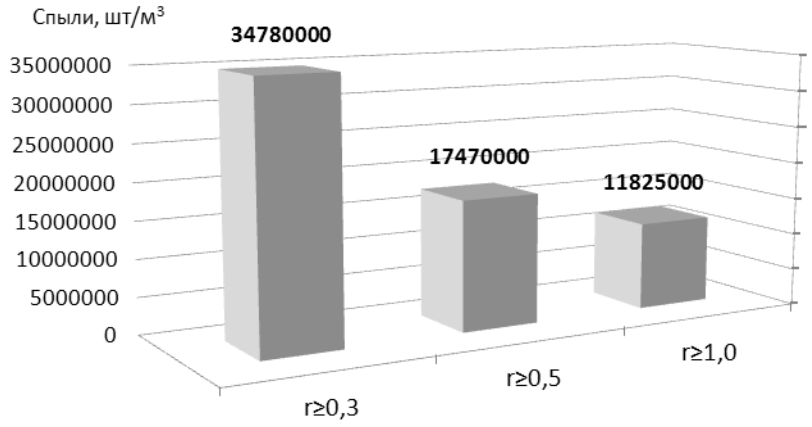


Рис. 6. Счетная концентрация частиц пыли в воздушной среде свинарника для содержания поросят-отъемышей в зависимости от размера частиц

В результате проведенных испытаний были сделаны следующие выводы:

1) в помещениях для содержания свиней отсутствует система очистки приточного воздуха, что повышает вероятность микробного аэрогенного заражения животных;

2) для обеспечения соответствия воздушной среды помещения для содержания свиней требованиям ПДК необходима очистка приточного воздуха.

Эффективность очистки от пыли для режима «А» представлена на рис. 7, из которого видно, что в данном режиме выполняются требования по очистке воздуха от пыли, предъявляемые к системам очистки воздуха, а именно, эффективность очистки воздуха от частиц размером 1,0 мкм и более 93 %.

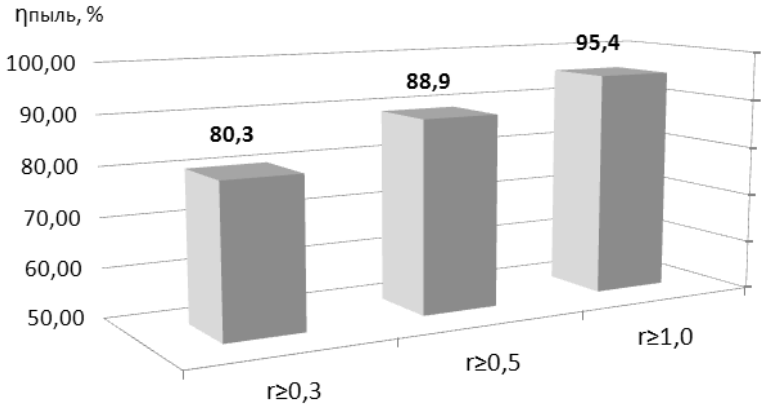


Рис. 7. Эффективность очистки воздушной среды свинарника для содержания поросят-отъемышей от пыли в режиме «А» в зависимости от размера частиц

Эффективность очистки от микроорганизмов составила 77 %, а эффективность очистки воздуха от аммиака равнялась 50 %.

Эффективность очистки от пыли для режима «В» представлена на рис. 8, из которого видно, что в данном режиме также выполняются требования по очистке воздуха от пыли, предъявляемые системам очистки воздуха, описанные выше.

В данном случае эффективность очистки от микроорганизмов составила 77 %, а эффективность очистки воздуха от аммиака – 55,4 %.

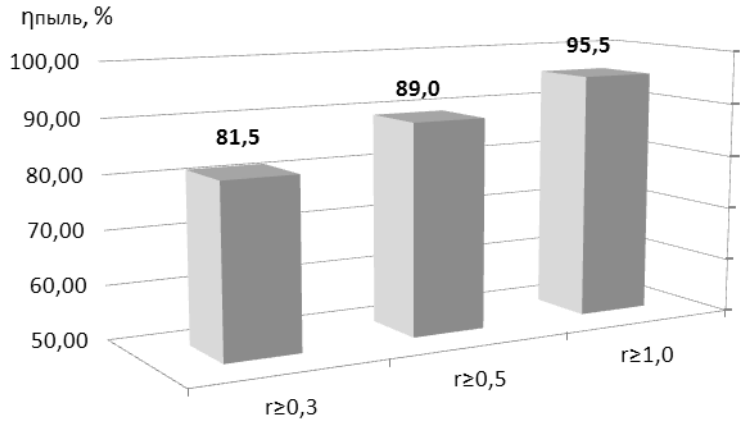


Рис. 8. Эффективность очистки воздушной среды свинарника для содержания поросят-отъемышей от пыли в режиме «В» в зависимости от размера частиц

Режим «С» является основным рабочим режимом мокрого однозонного электрофильтра. Эффективность очистки от пыли для данного режима представлена на рис. 9. И в этом случае требования, предъявляемые к системам очистки воздуха от пыли, выполнены. Низкие значения эффективности для частиц размером 0,3 и 0,5 мкм и более объясняются тем, что при вращении осадительных электродов, смоченных в воде, водяная пыль попадала на чувствительный элемент счётчика аэрозольных частиц и вносила ошибку в показания прибора. Для частиц размером 1,0 мкм и более этот эффект обнаружен не был.

В данном случае эффективность очистки от микроорганизмов составила 70 %, а эффективность очистки воздуха от аммиака – 83,8 %.

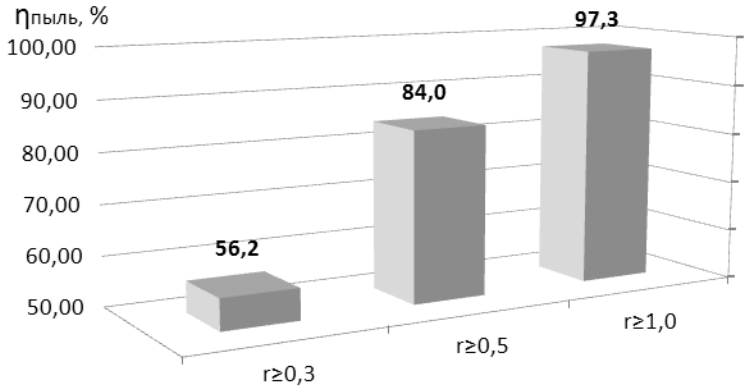


Рис. 9. Эффективность очистки воздушной среды свинарника для содержания поросят-отъемышей от пыли в режиме «С» в зависимости от размера частиц

Резкое повышение эффективности по очистке воздуха от аммиака в режиме «С» по сравнению с режимами «А» и «В» объясняется абсорбцией аммиака слоем воды, покрывающим осадительные электроды.

Выводы

1. Производственные испытания на Красногорском свинокомплексе показали, что использование мокрого электрофильтра для очистки рециркуляционного воздуха приводит к значительному улучшению состояния воздушной среды помещений для содержания поросят-отъёмышей (концентрация пыли в воздушной среде снизилась на 35 %, микроорганизмов – на 13 %) и к повышению технико-экономических показателей хозяйства (падеж уменьшился на 52 %, среднесуточный прирост массы вырос на 16,4 %).

2. Производственные испытания на свинокомплексе ООО «Совхоз Каштакский» показали высокую эффективность очистки рециркуляционного воздуха с помощью мокрого электрофильтра от пыли (95,4 %), микроорганизмов (70 %) и аммиака (83,8 %).

Литература

1. *Возмилов А.Г.* Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в промышленном животноводстве и птицеводстве: дис. … д-ра техн. наук: 05.20.02 / ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1993. – 337 с.
2. *Возмилов А.Г., Андреев Л.Н.* Мокрый электрофильтр // Проблемы инновационного и конкурентоспособного развития агроинженерной науки на современном этапе: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2008. – Т. 2.
3. *Овсянников А.И.* Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
4. Зоогигиенические нормативы для животноводческих объектов: справ. / *Г.К. Волков, В.М. Репин, В.И. Большаков* [и др.] / под ред. *Г.К. Волкова*. – М.: Агропромиздат, 1986. – 303 с.
5. Методика определения эффективности систем очистки воздуха от микроорганизмов / *В.Н. Мишагин, Л.Н. Андреев, И.Е. Сыромятов* [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 5.

УДК 621.3(091)

Я.А. Кунгс, О.А. Ковалева, В.В. Кибардин

ИНДУКЦИОННЫЕ ЛАМПЫ

В статье рассмотрены вопросы энергообеспечения сельскохозяйственного производства. В частности, речь идет о конструкции и области применения индукционных ламп, которые обладают на сегодняшний день наилучшими технико-экономическими показателями.

***Ключевые слова**: индукционная лампа, электромагнитное поле, магнитное поле, индукционная катушка, магнитное кольцо (магнитопровод), электрическая катушка, коэффициент мощности.*

Ya.A. Kungs, O.A. Kovaleva, V.V. Kibardin

INDUCTION LAMPS

The issues of the agricultural production energy supply are considered in the article. The design and application of the induction lamps that have the best technical and economic indices nowadays is discussed in particular.

***Key words**: induction lamp, electromagnetic field, magnetic field, induction coil, magnetic ring (magnetic conductor), electric coil, power coefficient.*

В 2009 г. был принят Закон №261-ФЗ “Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации”. В соответствии с этим законом к 2014 г. предусматривается полная замена ламп накаливания на более современные и экономичные. К последним относятся люминесцентные лампы высокого и низкого давления, компактные люминесцентные лампы, светодиодные лампы и индукционные лампы. Все они имеют свои достоинства, недостатки и область применения. В то же время наилучшими технико-экономическими показателями обладают индукционные лампы, которые не имеют нитей накаливания и термокатодов.