

УДК 628.5:637.5

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ, ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ВОЗДУХООБМЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ АПК

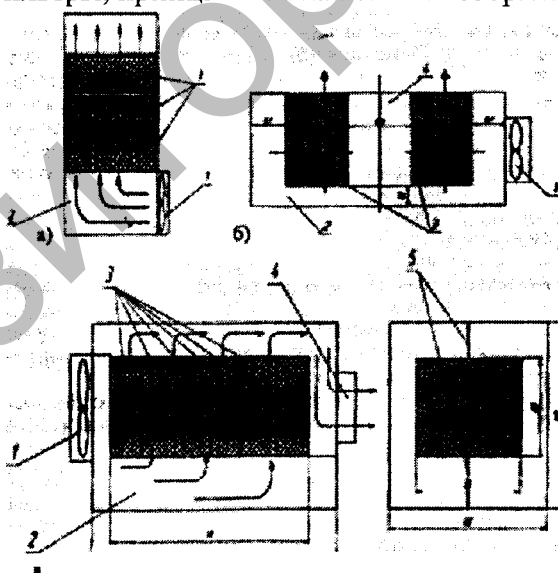
*Николаенков А.И., д.с.-х.н., доц., Вербицкий В.Ф., ст. преп.,  
Мелеценко Б.А., ст. научный сотрудник, Бохан Н.И., к.т.н., проф. (БГАТУ)*

Народнохозяйственная структура проблемы имеет следующее значение: объемы перерабатываемого воздуха составляют  $(1,2 \cdot 10^9 - 4,04 \cdot 10^{11} \text{ м}^3)$  в год; масса токсичных веществ, выбрасываемых в атмосферу 550 – 3000 т; энергозатраты на формирование и утилизацию воздушных потоков  $4,68 \cdot 10^6 - 1,5 \cdot 10^{10} \text{ кВт, ч}$ ; объем выплат за экологический ущерб 450 – 3500 млн. руб. в год, в зависимости от мощности и технологического назначения предприятия.

Исследованиями установлено, что содержание токсичных соединений органического происхождения в 5–10 раз превышает предельно допустимые (по зооветребованиям) нормы: содержание микробиологических соединений – более чем в 50-60 раз, в результате чего происходит ухудшение технологических показателей производства.

На основании вышесказанного работа производилась по двум направлениям: 1-е – разработка напорных сорбционных фильтров, в которых в качестве сорбента используется модифицированный торф (разработка ИПИПРЭ НАН), для снижения токсичных соединений в воздушной среде [1, 2]; 2-е – разработка устройств для снижения микробиологической загрязненности воздуха (установка на базе ультрафиолетовых излучателей ДБ-30 и ДРТ-400) [3, 4].

По первому направлению были разработаны и испытаны на предприятиях республики напорные сорбционные фильтры, принципиальная схема которых представлена на рис. 1.



1 – вентилятор; 2 – расширительная камера; 3 – кассеты с сорбентом; 4 – выходной патрубок, а) вертикальный, б) решетчатый, в) горизонтальный

Рисунок 1 – Принципиальные схемы напорных сорбционных фильтров

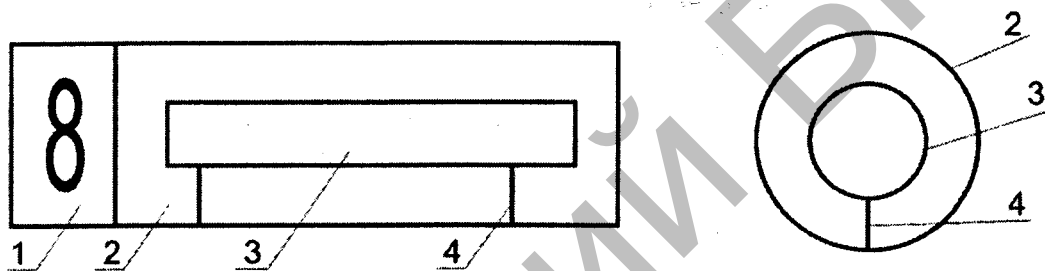
Наиболее общим показателем, для представленных на рис. 1 фильтров являются затраты энергии на проталкивание воздушного потока сквозь слой сорбента, определяемые по формуле:

$$N_i = \frac{(Q_s)^3 \cdot n \cdot h}{(d_b)^5} \cdot \left(1 + \frac{K_1 \cdot \sqrt{4 \cdot h \cdot c / b}}{h} \cdot d_0\right) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где  $Q_s$  – секундная подача воздуха вентилятором ( $Q_s = Q/3600, \text{ м}^3/\text{с}$ );  $K_1$  – коэффициент превышения давления на преодоление трения, по сравнению с давлением на проталкивание воздушного потока ( $K_1 = 89,6$  до  $75$  при изменении диаметра частиц сорбента  $d_0$  от  $2,5$  до  $5 \cdot 10^{-3}$  м);  $h$  – высота слоя сорбента, м;  $d_b$  – диаметр поперечного воздушного потока,  $d_b = \sqrt{4 \cdot K_2 \cdot S_k / 3,14}$ , м, здесь  $S_k$  – поверхность контакта  $S_k = Q_s / V_0, \text{ м}^2$ ,  $V_0$  – начальная скорость воздушного потока, м/с принимается  $0,6 - 1,2$  м/с;  $K_2$  – коэффициент, значение которого колеблется от  $0,136$  до  $0,143$  в зависимости от диаметра частиц сорбента.

В результате эксплуатации сорбционных фильтров на предприятиях АПК (свинокомплекс «Борисовский», мясокомбинат «Полоцкий», «Минский», «Ошмянский») было установлено, что затраты электроэнергии снижаются на  $15-20\%$ , меньше токсинов, выбрасываемых в атмосферу на  $35-70\%$ .

По второму направлению: разработаны установки для обеззараживания воздуха на базе измерителя ДБ-30 (рис. 2)



1 – вентилятор; 2 – корпус; 3 – облучатель; 4 – стойка

Рисунок 2 – Принципиальная схема установки

Основные показатели обеззараживания воздушного потока приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технологические показатели установок на базе излучателя ДБ-30

Число ламп	1	2	3	4	5	6
Доза облучения, $H_{обк}, \text{ дж}/\text{м}^2$	8,28	11,4	14,0	16,6	18,1	19,4
Показатель очистки $J_{бк}, \%$	28,4	39,6	46,4	52,3	55,3	57,7
Производительность, $\text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-2}$	1,66	3,33	5,0	6,6	8,3	9,5

При этом зависимость дозы облучения ( $H_{обк}$ ) и числа ламп ( $n$ ) достаточно корректно описывается линейным уравнением:

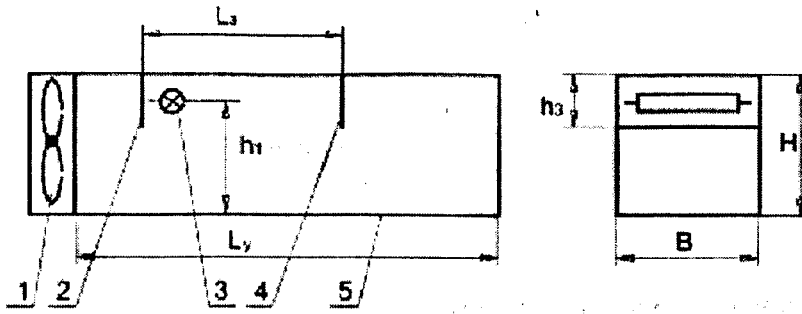
$$H_{обк} = n \cdot 2,455 + 6,174, \text{ дж}/\text{м}^2, \quad (2)$$

А показатель очистки  $J_{бк}$

$$J_{бк} = n \cdot 5,86 + 22,54\%. \quad (3)$$

В результате использования 4-х лампового устройства на Дзержинской бройлерной птицефабрике значительно улучшило технологические показатели производства.

Для больших производственных помещений были разработаны установки на базе излучателя ДРТ-400, принципиальная схема которой приведена на рис.3.



1 – вентилятор; 2 – передний экран; 3 – излучатель (ДРТ-400), 4 – задний экран, 5 – корпус;  $L_y$  – длина установки, м;  $L_x$  – расстояние между экранами;  $H, B$  – ширина и высота установки, м;  $h_3$  – высота экрана, м;  $h_1$  – высота подвески излучателя, м.

Рисунок 3 – Принципиальная схема безсорбционной установки на базе ДРТ-400

Основные показатели работы установок на базе ДРТ-400 приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Зависимость показателя очистки ( $J_{ок}$ ) от размера установки ( $b \cdot n$ ) и производительности вентилятора ( $Q$ )

Размер установки, ( $b \cdot n$ ), (м·м)		0,20-0,20	0,25-0,25	0,30-0,30	0,35-0,35	0,40-0,40	0,45-0,45
Интенсивность $E, \text{Вт/м}^2$		106,3	76	57,8	46,2	37,5	31,4
Показатель очистки $J_{ок}, \%$ при	$Q = 0,067$	86,4	90,2	93,3	96,2	98,2	100
	$Q = 0,111$	68,8	72,6	75,7	78,6	80,6	82,6
	$Q = 0,156$	55,0	68,8	61,9	64,8	66,8	69,8
	$Q = 0,222$	45,0	48,8	51,9	54,8	56,8	58,8
	$Q = 0,250$	40,9	44,7	47,8	50,7	52,7	54,7
	$Q = 0,277$	37,3	41,4	44,3	47,1	49,8	51,2
	$Q = 0,333$	31,0	34,8	37,9	40,8	42,8	44,8

Отметим, что зависимость дозы облучения от размеров установки и производительности вентилятора описывается уравнением:

$$H_{обк} = \frac{\Phi_{абк} \cdot d_k}{3 \cdot Q_s}, \text{ дж/м}^2, \quad (4)$$

где  $\Phi_{абк}$  – полный поток излучения, Вт;  $d_k$  – приведенный диаметр поверхности контакта, м;  $Q_s$  – секундная подача воздуха вентилятором,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

В результате опытной эксплуатации установки (в помещениях РУССП «1-ая Минская птицефабрика») было зафиксировано увеличение привеса молодняка птицы на 15 – 20%, снижение падежа на 25 – 30% по сравнению с плановыми показателями, а так же снижение электропотребления.

Внедрение рассмотренных в статье разработок позволяет снизить на 15 – 20% энергозатраты на воздухообменные процессы, сократить выброс в атмосферу токсичных и микробиологических соединений, обеспечить качественные показатели воздушной среды производственных помещений.

#### Литература

1. Николаенков А. И., Носко В. В. Использование устройств для очистки и рециркуляции воздуха в производственных помещениях АПК (Рекомендации). – Мн.: УОБГАТУ, 2005. – 72 С.

2. Бохан Н. И., Николаенков А. И. и др. Расчет оборудования для воздухообменных процессов (методические указания). – Мн.: УОБГАТУ, 2003. – 22 С.
3. Жаркова Н. Н., Николаенков А. И., и др. Аналитические принципы расчета безсорбционных установок для очистки воздуха производственных участков предприятий АПК (методические указания). – Мн.: УОБГАТУ, 2003. – 22 С.
4. Николаенков А. И., Носко В. В. и др. Расчет и выбор технологий и технических решений очистки и рециркуляции воздуха свиноводческих помещений (Рекомендации). Мн.: УОБГАТУ, 2002. – 16 С.

УДК 631.17:633/635

## К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БИОТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Колос В.А., к.т.н. (ГНУ ВИМ, г. Москва), Ловкис В.Б., к.т.н., доц. (БГАТУ)*

### *Введение*

Особенности технологий получения и переработки растительной биомассы в биотопливо (БТ) с заданными физико-химическими и химмотологическими свойствами требуют обоснования и определения соответствующих показателей и критериев энергоэффективности. В действующих стандартах не регламентируется порядок и методы адекватного проведения этих процедур, а существующие научные разработки в данном направлении имеют многочисленные погрешности и недоработки.

### *Основная часть*

Энергия растительной биомассы может извлекаться прямым сжиганием или после трансформации в гомогенизированное твердое, жидкое или газообразное БТ. Из биомассы высокой влажности (стоков, продуктов гидролиза органических остатков, различных отходов) с помощью биологических процессов выделяют биогаз, органические кислоты, спирты, растворители и т.п. Для переработки биомассы низкой влажности применяют термомеханические процессы: прессование, гранулирование, пиролиз, ферментацию, гидролиз, газификацию, каталитическую конверсию и т.д. Получают растительные масла, топливные гранулы, газообразные соединения, жидкие углеводороды, спирты, метилэфиры жирных кислот, жмыхи, древесный уголь и другие биопродукты.

Производство БТ из растительного сырья можно разделить на несколько последовательных стадий с соответствующими расходами и энергетическими характеристиками производственных ресурсов, коэффициентами выхода и энергетическими характеристиками основного и побочных продуктов, значениями потерь и отходов. Первой стадией БТ-технологии является получение исходной биомассы в виде продуктов и отходов возделывания энергетических культур, торфодобычи, лесозаготовки и деревообработки. Количество последующих стадий зависит от вида и состояния исходной биомассы, применяемых способов ее трансформации, видов и свойств получаемых продуктов. При этом переработка побочных продуктов и отходов в другие виды БТ, кормовые добавки, удобрения, химические вещества и т.п. может быть представлена в виде отдельных стадий.

Метод оценки энергоэффективности БТ-технологии должен базироваться на ресурсно-энергетических моделях, позволяющих формализовать переход энергии производственных ресурсов в энергию продуктов стадий. В соответствии с моделью I стадии (для варианта выращивания энергетических растений) в агрокосистему входят потоки природной и техногенной энергии ресурсов, а выходят потоки энергии основного продукта (например, маслосемян – исходной биомассы для производства БТ), побочного продукта (соломы), отходов и потерь. Поток прямой техногенной энергии ТЭР, расходуемых техническими средствами, обуславливает прямую энергоемкость продуктов стадии. Согласно концепции