

ОТРАБОТАВШИЕ ГАЗЫ ДИЗЕЛЕЙ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Т. А. Стопорева, Г. В. Медведев, А. Л. Новоселов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

При выполнении различных видов сельскохозяйственных работ происходит значительное загрязнение окружающей среды вредными компонентами отработавших газов. Исследователями отмечено, что при механизации процессов подготовки почв, культивации растений и их уборки в полях, на плантациях чая, хмеля, винограда, в помещениях животноводческих ферм и теплицах происходит отрицательное воздействие вредных выбросов на организмы людей, животных, птиц и растения.

Величины допустимых выбросов основных токсичных веществ с отработавшими газами тракторных и комбайновых дизелей приведены в таблице 1. Из данных таблицы видно, что требования стандартов России отстают от ужесточения требований Европейского союза.

В литературе практически не отражены вопросы детального изучения загазованности кабин тракторов, а большее внимание уделяется запыленности, в то время как загазованность во многом определяет условия труда механизаторов.

В порядке изучения проблемы авторами настоящей работы был проведен комплекс экспериментальных исследований по контролю за состоянием атмосферы в кбинах тракторов и автомобилей. Методика проведения работы предусматривала разбиение внутреннего пространства кабин на отдельные объемы, проведение измерения концентраций вредных веществ в этих объемах и получение числовой характеристики индекса безопасности K_6 .

Было установлено, что в различных частях кабин комбайнов и тракторов существуют объемы с приблизительно равными концентрациями отдельных токсичных веществ и твердых частиц. Это связано с рядом конструктивных особенностей, наличием неплотностей, технологических отверстий, отверстий выхода педалей и рычагов и т.д.

Кабина трактора, комбайна и другой мобильной машины может быть условно представлена состоящей из суммы объемов с определенными концентрациями одного из ве-

ществ в воздухе. Тогда, обозначив через d количество указанных объемов, через f – количество токсичных компонентов, объем кабины относительно вещества f можно представить в виде:

$$V_f = V_{1f} + V_{2f} + \dots + V_{df} = \sum_{d=1}^d V_{df}, \text{ м}^3, \quad (1)$$

в безразмерном виде можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned} & V_{1f}/V_f + V_{2f}/V_f + \dots + V_{df}/V_f = \\ & = \frac{1}{V_f} \cdot \sum_{d=1}^d V_{df} = 1. \end{aligned} \quad (2)$$

Для каждого d -го объема при рассмотрении относительно f -го вещества, коэффициент, характеризующий превышение предельно-допустимой концентрации (ПДК) для рабочей зоны будет иметь вид:

$$K_{df} = c_{df} / [c_f]. \quad (3)$$

Тогда индексом безопасности для кабины может служить:

$$K_6 = \sum_{f=1}^f \cdot \sum_{d=1}^d \cdot \psi_f \cdot \frac{V_{df} \cdot C_{df}}{V_f \cdot [c_f]}. \quad (4)$$

Условием безопасности является $K_6 \leq 1$.

Относительно условий эксплуатации техники в сельскохозяйственном производстве, предлагается рассмотрение трех случаев:

1. $K_6 < 1$ – продолжать эксплуатацию без угрозы нарушения условий безопасности труда;

2. $K_6 = 1$ – произвести мероприятия по восстановлению эффективности вентиляции кабин, уплотнений;

3. $K_6 > 1$ – провести мероприятия по снижению уровней вредных выбросов дизелем мобильной машины.

Данные экспериментальной оценки по индексу безопасности приведены в таблице 2. Из таблицы 2 видно, что индексы безопасности значительно превышают единицу, а следовательно вся указанная техника нуждается в проведении мероприятий по снижению вредных выбросов с отработавшими газами дизелей тракторов: для Т-28 $K_6 = 6,44$; для

МТЗ-80 $K_6=5,61$; для ДТ-75М $K_6=7,97$; для Т-402 $K_6=7,68$; для ТТ-4 $K_6=6,05$.

Уровни индексов безопасности, характеризующие комплексно атмосферу кабин тракторов в значительной мере изменяются при различных видах агрегатирования с сельскохозяйственными машинами, зависят от вида работ, крюковых нагрузок. Такие данные представлены в таблице 2.

При выполнении большинства полевых работ наблюдается пылеобразование, вызываемое как рабочими органами сельскохозяйственных машин, так и работой колесных и гусеничных движителей.

В процессе постановки проблемы авторами настоящей работы были проведены исследования запыленности кабин тракторов в составе МТА при выполнении различных сельскохозяйственных работ.

Результаты исследований сведены в таблицу 3.

Отдельный интерес представляют данные о последствиях механизации процессов в животноводстве с использованием тракторов в агрегатах с различными машинами.

Расчетно-экспериментальное исследование было проведено для условий четырехрядного типового коровника на 200 голов привязного стойлового содержания. Трактор Т-40 с дизелем Д-144 агрегатировался универсальным кормораздатчиком КТУ-10.

Средняя масса животных в хозяйстве составляла 500 кг, средний удой – 10 л в сутки. Строительная часть коровника выполнена по проекту 801-70/70, тип 1, длина – 78 м, ширина – 21 м, высота – 2,7 м. По специально разработанной авторами методике, без учета применения агрегатов с дизельным приводом, тепловой баланс коровника был представлен как:

$$Q_{\text{ж}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{вент}} + Q_{\text{сп}}, \text{ Вт}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{огр}}$ – суммарные теплопотери через наружные ограждения стойлового помещения. Если пренебречь теплом, выделяемым одним трактором: 55 м^3 газов за 0,5 часа кормораздачи в помещении объемом 3737 м^3 с температурой $T_{\text{вн}}=293 \text{ К}$, то $Q_{\text{огр}}=69966 \text{ Вт}$;

$Q_{\text{инф}}$ – теплопотери в результате инфильтрации воздуха через притворы двери окон. Если считать, что при открытии ворот будет поступать количество воздуха с $T_{\text{н}}^p = 247 \text{ К}$, равное количеству выбрасываемых дизелем горячих газов, то $Q_{\text{инф}}=13239 \text{ Вт}$;

Расход тепла на испарение влаги $Q_{\text{исп}}=5853 \text{ Вт}$ и на эту величину не повлияет работа дизеля.

$Q_{\text{сп}}$ – случайные потери теплоты на нагрев кормораздатчика, кормов. В нашем случае $Q_{\text{сп}}=17493 \text{ Вт}$. Расход тепла на вентиляцию учитывался с учетом необходимости удаления отработавших газов.

Выражение 5 при использовании мобильных машин приобретает вид:

$$Q_{\text{жс}} = Q_{\text{огр}}'' + Q_{\text{инф}}'' + Q_{\text{исп}}'' + Q_{\text{вент}}'' + Q_{\text{сп}}'' \cdot (6)$$

Дизель Д-144 выбрасывает в час до $10,7 \text{ м}^3$ или 10700 л . CO_2 . Двести коров выделяют $128 \times 200 = 25600 \text{ л/ч CO}_2$.

Величина воздухообмена составляет:

$$B_{\text{CO}_2} = 30950 / 2,1 = 14740 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Здесь 2,1 - кратность воздухообмена.

Воздухообмен для нейтрализации вредных веществ, поступивших с отработавшими газами дизеля, составляет:

$$B_{\text{ог}} = V_{\text{ог}} \cdot \sum_{f=1}^f \frac{c_f \cdot \psi_f}{[c_f]} = 3078675 \text{ м}^3 / \text{ч}. \quad (7)$$

Общий необходимый воздухообмен станет равным $3093415 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Таблица 1 – Допустимые нормы выбросов вредных веществ с отработавшими газами тракторных и комбайновых дизелей, г/(кВт·ч)

Вредные вещества	Нормы вредных выбросов с отработавшими газами					
	ГОСТ 17.2.2.02-86			ГОСТ 17.2.2.05-86		
	тракторные для МТА	тракторные для условий ограниченного воздухообмена	комбайновые	ЕВРО-3 ЕЭК ООН с 2000 г.	ЕВРО-4 ЕЭК ООН с 2005 г.	ЕВРО-5 ЕЭК ООН с 2008 г.
Углеводороды	4,0	3,0	5,0	0,66	0,46	0,25
Оксид углерода	10,0	4,0	12,0	2,10	1,50	1,50
Оксиды азота	22,0	13,0	25,0	5,00	3,50	2,0
Дымность, %/ТЧ	40/0,35	40/0,35	40/0,35	0,10	0,02	0,02

**ОТРАБОТАВШИЕ ГАЗЫ ДИЗЕЛЕЙ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Таблица 2 – Результаты исследования загазованности кабин тракторов и определения индекса безопасности труда

Марка трактора и агрегируемые машины	Вид сельскохозяйственных работ, условия	Концентрации вредных веществ в зоне дыхания тракториста, мг/м ³				K _б
		NO _x	CO	C _x H _y	ТЧ	
Трактор Т-404 с дизелем Д-461, плуг ПЛН-3,5	Пахота пара, 6-я передача Т _о =304 К	8,63 12,9* 65,6**	49,5 3,84* 19,5**	629 2,72* 13,84**	0,56 0,27* 0,76**	19,66
Трактор Т-402 с дизелем Д-461-10, плуг ПЛН-5	Пахота 2-х годичной залежи, 5-я передача	8,51 12,76* 69,84**	40,6 3,15* 17,22**	495 2,15* 11,74**	0,59 0,22* 1,21**	18,27
Трактор Т-406 с дизелем Д-461-10, плуг ПЛН-5	Пахота 2-х годичной залежи, 5-я передача	7,62 11,43* 69,44	40,2 3,11* 18,89**	404 1,75* 7,55**	0,47 0,18* 4,00**	16,46
Трактор Т-408 с дизелем Д-461-10, сеялки СЗП-3,5 4 шт	Сев зерновых, 5-я передача	5,82 8,73* 46,56**	25,30 1,96* 15,84**	387 1,68* 13,44**	0,38 0,14* 1,13**	12,51
Трактор Т-404 с дизелем Д-461, без агрегируемой машины	Стоянка, максимальная частота вращения к/вала, вентилятор выключен	3,03 4,54* 60,37	24,1 1,87* 24,86**	231 1,0* 13,29**	0,32 0,12* 1,50**	7,52
Трактор Т-404 с дизелем Д-461, без агрегируемой машины	Транспортный режим без нагрузки на крюке, бетонная дорога, 5-6 км/ч, 4-я пониж. передача	5,11 7,66* 66,7**	32,7 2,53* 22,03**	263 1,14* 9,93**	0,41 0,15* 1,30**	11,48
Трактор Т-404 с дизелем Д-461	Те же условия, 4-я повышенная передача	5,32 7,98* 59,6**	33,4 2,59* 19,34**	283 1,23* 9,18**	0,43 1,59* 11,87**	13,39
Предельно-допустимые концентрации для рабочей зоны		2	20	300	3,5	
Коэффициенты увеличения токсичности веществ в присутствии односторонних		3,00	1,55	1,3	1,3	

* приведенные концентрации веществ

** доля компонента в индексе безопасности, %

Таблица 3 – Запыленность кабин тракторов в составе машинно-тракторных агрегатов при выполнении сельскохозяйственных работ

Вид сельскохозяйственных работ	Состав МТА	Условия проведения работ	Запыленность в кабине трактора, мг/м ³
Пахота пара	Трактор Т-404, плуг ПЛН-3,5	6-я передача	6,3
Пахота 2-х годичной залежи	Трактор Т-404, плуг ПЛН-5	5-я передача	1,5
Сев зерновых	Трактор Т-408, сеялка СПЗ-3,5 4 шт.	5-я передача	0,32

При использовании тракторов для механизации процессов в животноводстве кратность воздухообмена необходимо увеличить с m=2,1 до m=84, расходы на вентиляцию составят 30707930 Вт, на отопление помеще-

ния будет затрачиваться в 300 раз больше энергии.

Таким образом, механизации процессов в сельскохозяйственном производстве с использованием МТА приводит не только к по-

вышению производительности труда и улучшению ряда показателей продуктивности отрасли, но и к последствиям, связанным с ухудшением условий труда, вредным воздействиям на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашин, В. Н. Промышленно-транспортная экология: учеб. для вузов / В. Н. Лукашин,

Ю. В. Трофименко; под. ред. В. Н. Лукашина. — М. : Высш. школа, 2001. — 273 с.

2. Горбунов, В. В. Токсичность двигателей внутреннего сгорания : учеб. пособие / В. В. Горбунов, Н. Н. Патрахальцев. — М. : Изд-во РУДН, 1998. — 214 с.

3. Мельберт, А. А. Повышение экологической безопасности поршневых двигателей / А. А. Мельберт. — Новосибирск : Наука, 2003. — 170 с.