

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 631.95

Т.А. Стопорева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Ключевые слова: трактор, предельно-допустимые концентрации, дизельное топливо, природный газ, каталитический нейтрализатор, животноводческое помещение, воздухообмен.

При механизации процессов в животноводческом помещении целесообразно использовать мобильные машины в агрегатах с тракторами для осуществления раздачи кормов и уборки навоза, однако при этом возникает проблема, связанная с созданием загазованности животноводческого помещения вредными выбросами с отработавшими газами.

Проблема изучена недостаточно. Несмотря на то, что в работах В.А. Лиханова, Н.С. Маликовой, А.Л. Новоселова рассмотрены эти вопросы, до настоящего времени не сложилось рекомендаций по обеспечению экологической безопасности в животноводческом помещении при использовании автотракторной техники в процессах механизации [1-3].

Поэтому встала необходимость в поиске путей снижения вредных выбросов с отработавшими газами тракторных дизелей в атмосферу животноводческого помещения.

В результате проведенного экспериментального исследования было обнаружено, что после прохода трактора по животноводческому помещению – типовому коровнику на 200 голов привязного стой-

лового содержания (раздаче кормов, уборке навоза) при работе на дизельном топливе концентрации вредных веществ в зоне дыхания животных резко возрастают. Изменение концентраций рассматривалось по четырем нормируемым компонентам вредных выбросов с отработавшими газами тракторных дизелей: оксидам азота, оксидам углерода, углеводородам и твердым частицам.

На рисунке 1 представлено изменение концентрации оксидов азота в зоне дыхания животных в трех вариантах: при работе дизеля на дизельном топливе; при работе на природном газе; при работе на природном газе и установкой каталитического нейтрализатора отработавших газов.

При работе на дизельном топливе фоновые концентрации оксидов азота NO_x в животноводческом помещении могут сохраняться от $4 \cdot 10^{-3}$ до $8 \cdot 10^{-3}$ г/м³. После прохода трактора МТЗ-82 с кормораздатчиком концентрации NO_x возрастают до $64 \cdot 10^{-3}$ г/м³, или в 8-16 раз. Измерение концентраций в течение 10 часов показали, что вследствие воздействия вентиляции и инфильтрации помещений концентрации NO_x в зоне дыхания животных снижаются до $8 \cdot 10^{-3}$ г/м³, но оказываются выше норм предельно-допустимых концентраций (ПДК) для рабочей зоны равных $5 \cdot 10^{-3}$ г/м³. Таким образом, животные дышат воздухом с повышенной концентрацией NO_x постоянно.

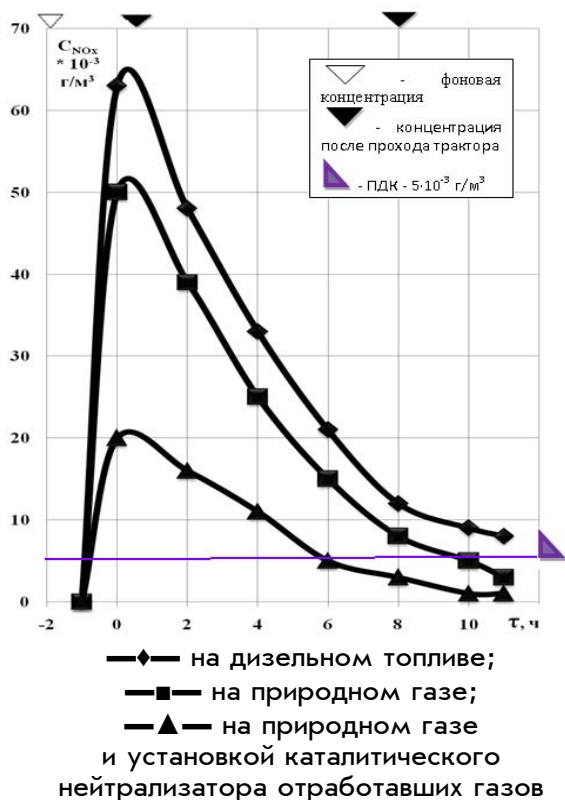


Рис. 1. Изменение концентрации оксидов азота в зоне дыхания животных при проходе трактора МТЗ-82

Снижение концентраций NO_x до норм ПДК можно добиться, но при этом воздухообмен в животноводческих помещениях необходимо увеличивать в десятки раз, в то время как он ограничен санитарно-гигиеническими нормами. Это обстоятельство заставляет искать иные инженерные решения проблемы.

В то же время известно об эффективности воздействия на состав отработавших газов путем использования газообразных топлив. Поэтому следующее решение базировалось на использовании природного газа в качестве топлива для дизелей, участвующих в механизации процессов в животноводстве.

При использовании природного газа для питания дизеля Д-245 было обнаружено снижение фоновых концентраций NO_x в зоне дыхания животных до $1,5 \cdot 10^{-3}$ – $3 \cdot 10^{-3}$ г/м³. После прохода трактора, работающего на природном газе, концентрации NO_x возрастали до $50 \cdot 10^{-3}$ г/м³ и через 10 часов достигали уровня ПДК, равных $5 \cdot 10^{-3}$ г/м³.

Снижение максимальных концентраций с 64 до 50 г/м³, или в 1,28 раза, не дает оснований рекомендовать этот метод для решения проблемы.

Следующим этапом было установление последствий использования природного газа и установка каталитического нейтрализатора, разработанного на базе АлтГТУ, на тракторе. При использовании комплексного инженерного решения удалось добиться снижения концентраций в зоне дыхания животных после прохода тракторного агрегата с $19 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ г/м³ или в 3,36 раза. При этом обнаружено, что через 7 часов после прохода трактора концентрация NO_x достигает норм ПДК $5 \cdot 10^{-3}$ г/м³. Получены регрессивные зависимости, описывающие концентрации оксидов азота в течение 10 ч после прохода трактора с кормораздатчиком для вариантов работы: на дизельном топливе (1), природном газе (2) и с установленным каталитическим нейтрализатором, г/м³ (3):

$$C_{NO_x}^{дт} = -0,074t^4 + 1,76t^3 - 13,1t^2 + 25,5t + 48; \quad (1)$$

$$C_{NO_x}^{пг} = 0,01t^5 - 0,39t^4 + 4t^3 - 18t^2 + 21,8t + 46; \quad (2)$$

$$C_{NO_x}^{пгн} = 0,005t^5 - 0,15t^4 + 1,6t^3 - 7,1t^2 + 8,9t + 18,4. \quad (3)$$

На рисунке 2 представлено изменение концентрации оксида углерода СО в зоне дыхания животных после прохода трактора в функции времени. Следует отметить, что при работе на дизельном топливе концентрации СО могут сохраняться как фоновые в пределах $2 \cdot 10^{-2}$ – $4 \cdot 10^{-2}$ г/м³. После прохода трактора МТЗ-82 с кормораздатчиком концентрации СО возрастают до $35 \cdot 10^{-2}$ г/м³, или в 8,75 – 17,5 раза. Через 8 часов сохраняется концентрация СО $6,51 \cdot 10^{-2}$ г/м³, что в 2,16 раза выше норм ПДК ($2 \cdot 10^{-2}$ г/м³).

При использовании природного газа в качестве топлива для дизеля Д-245 было обнаружено снижение фоновых концентраций СО в животноводческих помещениях до $0,3 \cdot 10^{-2}$ г/м³ после проветривания, что ниже норм ПДК. После прохода трактора концентрации СО возрастали до $30 \cdot 10^{-2}$ г/м³ и через 8 часов в зоне дыхания животных составляли 4,635 при норме ПДК $2 \cdot 10^{-2}$ г/м³. При постоянно действующей вентиляции только через 11 часов концентрации СО в зоне дыхания животных становились равными ПДК.

В случае использования природного газа и установки каталитического нейтрализатора отработавших газов удается снизить концентрации СО в зоне дыхания животных после прохода трактора с $35 \cdot 10^{-2}$ г/м³ до $9,3 \cdot 10^{-2}$ г/м³, или в 3,76 раза. При работающей вентиляции концентрации СО становятся равными

ПДК примерно через 4,5 часа после прохода трактора, а через 8 часов – ниже ПДК в 1,5 раза.

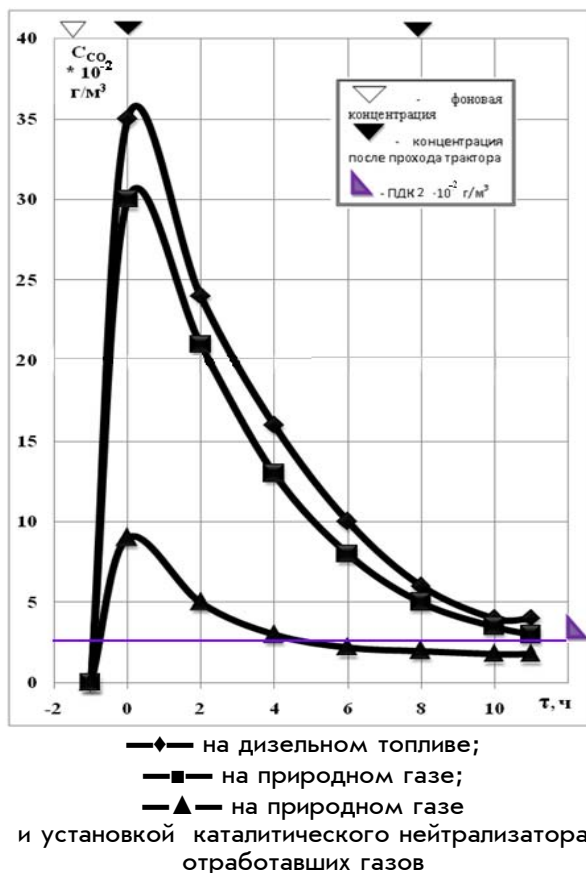


Рис. 2. Изменение концентрации оксида углерода в зоне дыхания животных при проходе трактора МТЗ-82

Изменение концентраций СО в зоне дыхания животных после прохода машинно-тракторного агрегата при работе на дизельном топливе, на природном газе и с нейтрализатором по времени описываются следующими выражениями, г/м³:

$$C_{CO}^{DT} = 0,01\tau^5 - 0,3\tau^4 + 3,1\tau^3 - 13\tau^2 + 14\tau + 32; \quad (4)$$

$$C_{CO}^{ПГ} = 0,009\tau^5 - 0,26\tau^4 + 2,66\tau^3 - 11\tau^2 + 12\tau + 27; \quad (5)$$

$$C_{CO}^{ПГН} = 0,003\tau^5 - 0,09\tau^4 + 0,9\tau^3 - 3,5\tau^2 + 3,2\tau + 8. \quad (6)$$

На рисунке 3 представлено изменение концентраций углеводородов C_xH_y в зоне дыхания животных после прохода трактора в функции времени. Обращает на себя внимание, что при работе на дизельном топливе концентрации C_xH_y как фоновые в помещении обнаружены в пределах 0,1 г/м³ при норме ПДК, равной 0,3 г/м³. После прохода трактора МТЗ-82 с кормораздатчиком концентрации C_xH_y в зоне дыхания возрастают до норм ПДК.

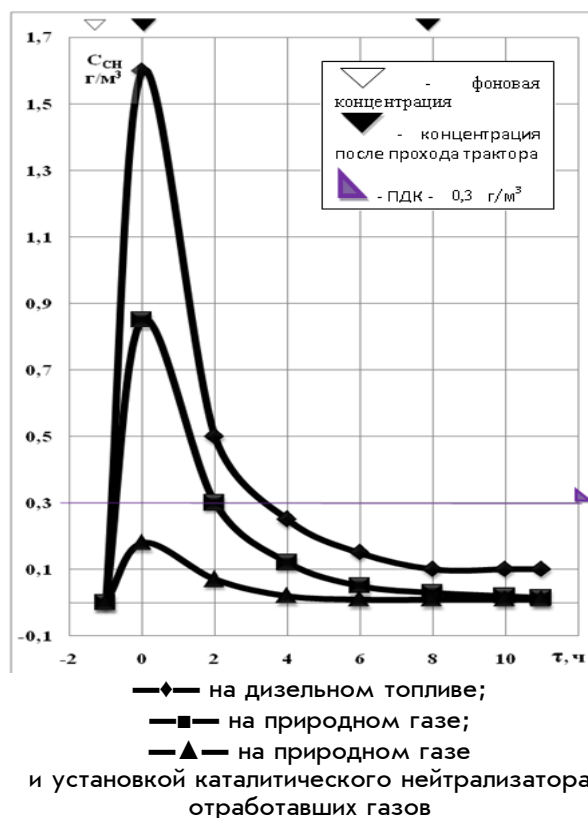


Рис. 3. Изменение концентрации углеводородов в зоне дыхания животных при проходе трактора МТЗ-82

При использовании природного газа в качестве топлива для дизеля Д-245 было обнаружено снижение фоновых концентраций C_xH_y в зоне дыхания животных.

В случае использования природного газа и каталитического нейтрализатора для очистки отработавших газов удалось снизить концентрацию C_xH_y в зоне дыхания животных после прохода трактора до 0,17 г/м³ или в 9,5 раза. При работающей вентиляции концентрации C_xH_y значительно ниже установленных ПДК.

Регрессивные зависимости, показанные на рисунке 3, описывающие концентрации углеводородов после прохода трактора для трех вариантов работы: на дизельном топливе, природном газе и с каталитическим нейтрализатором, можно выразить в следующих уравнениях, г/м³:

$$C_{CH}^{DT} = 0,005\tau^5 - 0,06\tau^4 + 0,36\tau^3 - 0,89\tau^2 + 0,2\tau + 1,6; \quad (7)$$

$$C_{CH}^{ПГ} = -0,009\tau^4 + 0,09\tau^3 - 0,35\tau^2 + 0,25\tau + 0,7; \quad (8)$$

$$C_{CH}^{ПГН} = 0,006\tau^2 - 0,04\tau^2 + 0,05\tau + 0,12. \quad (9)$$

В результате исследования влияния отдельных инженерных решений на уровни выбросов твердых частиц (ТЧ) с отработавшими газами дизелей учитывались и фоновые концентрации пыли в животноводческом помещении. При работе на дизельном топливе концентрации ТЧ в зо-

не дыхания животных после прохода трактора в кормораздатчиком возрастали с $0,5 \cdot 10^{-2}$ г/м³ до $21,3 \cdot 10^{-2}$ г/м³ или в 42,6 раза (рис. 4).

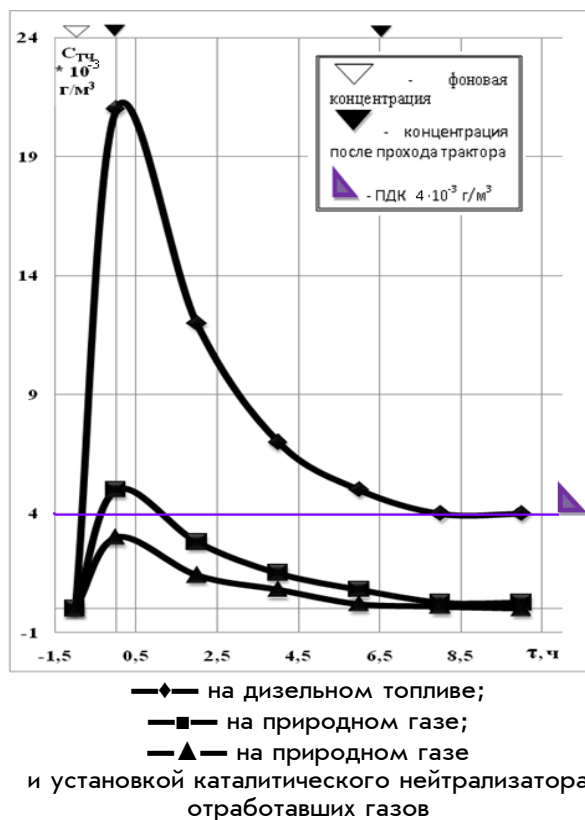


Рис. 4. Содержание твердых частиц в зоне дыхания животных при проходе трактора МТЗ-82

Осаждение твердых частиц (сажи) связано с их размерами $d_{тс}$, плотностью $\rho_{тс}$, вязкостью газов μ , и ускорением свободного падения выражением:

$$v_0 = (d_{тс}^2 \cdot \rho_{тс} \cdot g) / 16\mu, \text{ м/с.} \quad (10)$$

Через 8 ч концентрации ТЧ остаются на уровне с $4 \cdot 10^{-2}$ г/м³.

При использовании в качестве топлива природного газа после прохода трактора концентрация ТЧ в зоне дыхания животных увеличивается до $5,1$ г/м³.

При использовании одновременно природного газа в качестве топлива и каталитической очистки отработавших газов дизеля концентрация ТЧ после прохода трактора возрастает в зоне дыхания животных лишь до $3,1$ г/м³ и через 8-9 часов доходит до фоновой.

В результате полученных регрессивных зависимостей получаем выражения, описанные в функции времени: для дизеля, работающего на дизельном топливе, на природном газе и с нейтрализатором, г/м³:

$$C_{тс}^{ДТ} = 0,01\tau^5 - 0,3\tau^4 + 2,75\tau^3 - 9,5\tau^2 - 7\tau + 20; \quad (11)$$

$$C_{тс}^{ПГ} = -0,009\tau^4 + 0,2\tau^3 - 1,25\tau^2 + 1,0\tau + 3,8; \quad (12)$$

$$C_{тс}^{ПГН} = -0,006\tau^4 + 0,12\tau^3 - 0,75\tau^2 + 1,01\tau + 2,23. \quad (13)$$

Величина удельного нормообъема U характеризует количество дополнительно необходимого воздуха, необходимого для разбавления концентраций NO_x , CO , C_xH_y , $ТЧ$ до безвредных концентраций, в единицу времени. На графиках рисунка 5 приведены результаты расчетов необходимого U по времени после прохода трактора.

Из графиков следует, что со значения $U = 1,3 \cdot 10^3$ м³/ч для фоновых концентраций веществ после прохода трактора, работающего на дизельном топливе, значение $U^{ДТ}$ возрастает до с $22,05 \cdot 10^3$ м³/ч, или в 17,3 раза.

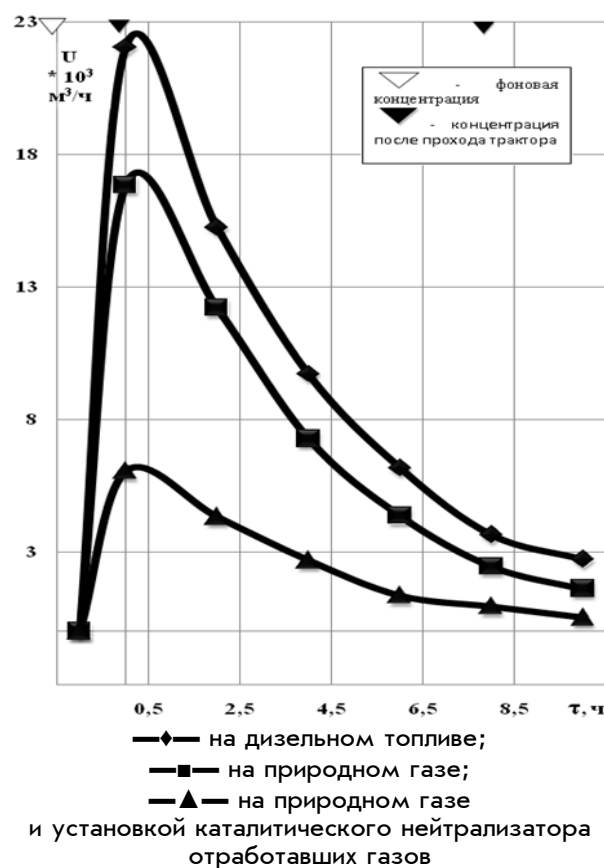


Рис. 5. Значение необходимой подачи дополнительного воздуха в зону дыхания животных при использовании трактора МТЗ-82

Применение природного газа в качестве топлива приводит к росту значения $U^{ПГ}$ до $16,8 \cdot 10^3$ м³/ч.

Применение природного газа в качестве топлива и каталитической нейтрализации отработавших газов дизеля приводит к увеличению $U^{ПГН}$ всего до $6,1 \cdot 10^3$ м³/ч.

По регрессивным зависимостям, описывающим количество подаваемого воздуха в животноводческое помещение при работе трактора на дизельном топливе, природном газе и с установкой каталитического нейтрализатора получили следующие выражения в функциях времени, м³/ч:

$$U^{дт} = -0,04\tau^4 + 0,85\tau^3 - 5,5\tau^2 + 8,9\tau + 17,4; \quad (14)$$

$$U^{пг} = -0,03\tau^4 + 0,66\tau^3 - 4,3\tau^2 + 7\tau + 13,6; \quad (15)$$

$$U^{пгн} = -0,011\tau^4 + 0,24\tau^3 - 1,57\tau^2 + 2,54\tau + 4,9. \quad (16)$$

Таким образом, одновременное применение в качестве топлива природного газа и каталитического нейтрализатора отработавших газов приводит к снижению уровней загрязнения атмосферы животноводческого помещения в 15,95 раза, что приводит к выполнению норм предельно допустимых концентраций.

Библиографический список

1. Лиханов В.А. Разработка и исследование инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды путем снижения токсичности и дымности отработавших газов трактора класса 6кН при эксплуатации в животноводческих помещениях: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.А. Лиханов. – Л.; Пушкин, 1982. – 19 с.

2. Маликова Н.С. К вопросу совершенствования организации воздухообмена в животноводческом помещении / Н.С. Маликова // Механизация технологических процессов в животноводстве: сб. науч. тр. / Алтайский СХИ. – Барнаул, 1989. – С. 62-65.

3. Новоселов А.Л. Последствия эксплуатации дизелей в животноводческих помещениях в зимних условиях / А.Л. Новоселов // Соверш. технологии и средств механиз. сельскохоз. пр-ва: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1986. – С. 128-131.



УДК 621.313.3

**К.М. Усанов,
В.А. Каргин,
И.В. Трубенкова**

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОДНООБМОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УДАРНЫХ МАШИН С РАЗЛИЧНЫМИ РАБОЧИМИ ЦИКЛАМИ

Ключевые слова: линейный электромагнитный двигатель, ударная машина, динамические характеристики, механические аккумуляторы энергии.

Анализ существующих ударных машин с импульсными линейными электромагнитными двигателями (ЛЭМД) подтверждает эффективность однообмоточных