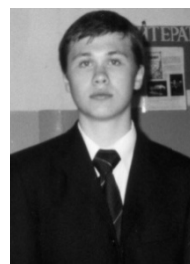


ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 631:621.436:068.001.05

**А.Л. Новоселов,
К.С. Боков**

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ В СКЛАДАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

***Ключевые слова:** автомобиль, атмосфера, дизель, загрязнение, рассеяние, режим, сельскохозяйственная продукция, склад, трактор, эксплуатация.*

Введение

Экологическая безопасность мобильных машин и стационарных установок с тепловыми двигателями, используемых при механизации процессов в закрытых помещениях с ограниченным воздухообменом, может достигаться целым рядом инженерных методов и технических средств [1].

Рассмотрение проблемы повышения экологической безопасности при механизации процессов в складах сельскохозяйственной продукции с позиций системного подхода требует связывать условия окружающей среды, рельефа местности, режимов эксплуатации техники и видов выполняемых операций в процессе механизации, уровни вредных выбросов двигателей, процессы рассеивания вредных веществ в атмосфере. Такая система представляет собой целостную совокупность, связанную с каждым из взаимодействующих элементов.

Моделированию загрязнения окружающей среды вредными выбросами двигателей мобильных машин при механизации процессов в закрытых помещениях сельскохозяйственного производства предшествуют процедуры изучения нормативов на обеспечение безопасности труда обслуживающего персонала, документации на типовые проекты.

Обязательными являются установление продолжительности технологических циклов при выполнении работ, определение по тяговым расчетам расхода топлива и других параметров рабочего процесса двигателей для характерных режимов эксплуатации. Затем с последующим моделированием (по программе «ТОХИС», разработанной в АлтГТУ им. И.И. Ползунова) уровней вредных выбросов двигателей для характерных режимов работы определяются уровни выбросов в единицу времени. Результаты расчетов служат базой для дальнейшего моделирования. На рисунке представлена структура экологической модели дизеля.

Моделирующая система является сложной, так как содержит сложный элемент – дизель, установленный в сложном элементе – мобильной машине.

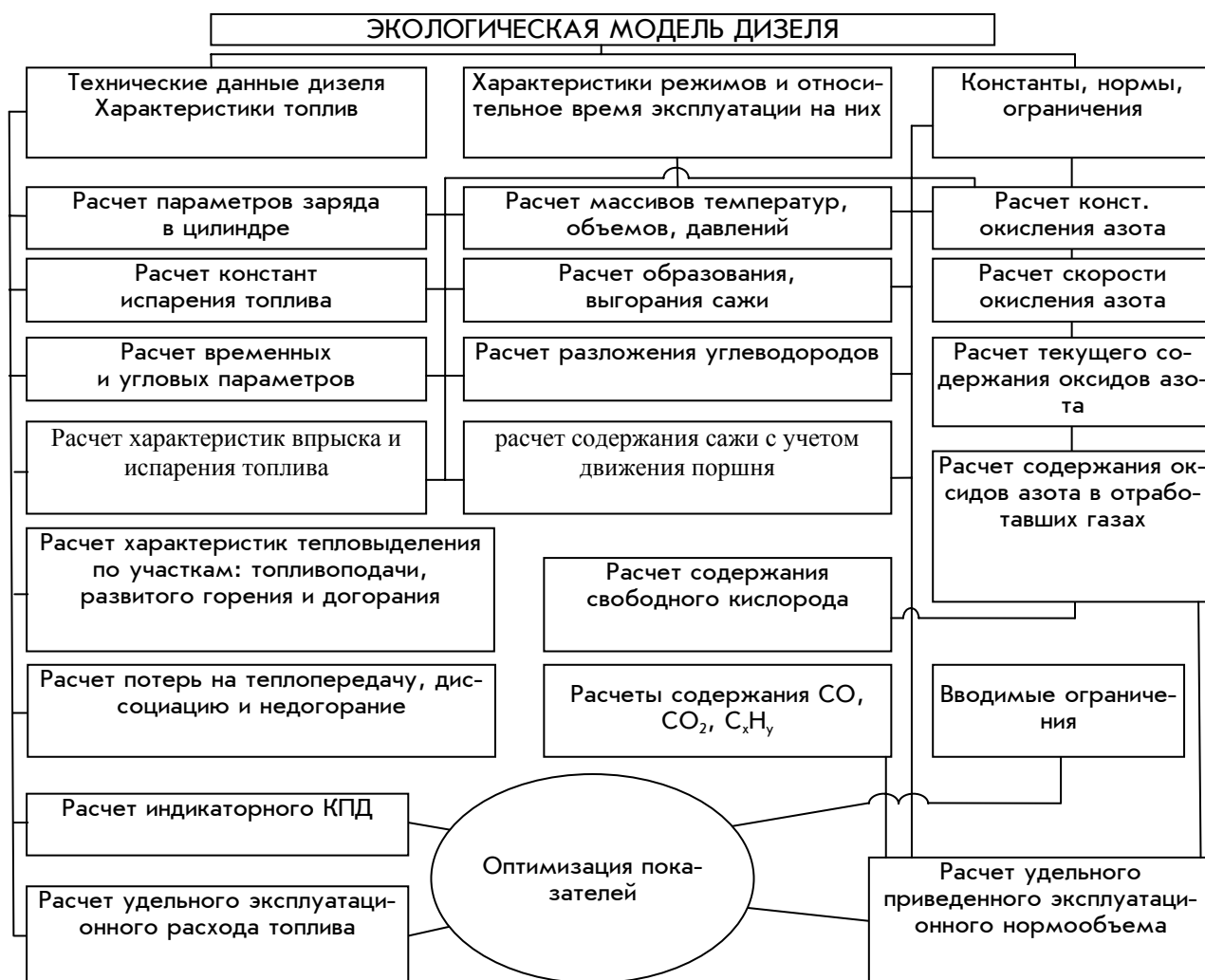


Рис. Структура экологической модели дизеля

Цель и задачи: описание теоретических предпосылок для оценки загрязнения окружающей среды с отработавшими газами дизеля мобильных машин, используемых для механизации технологических процессов в складах сельскохозяйственной продукции.

Объекты и методы

В общем случае рассмотрим движущийся источник выброса вредных веществ в открытом пространстве. Отметим вначале установленный ранее факт того, что при отношении $(V_{ог}/\bar{u}) < 3,56$ наблюдается снижение средней высоты подъема факела отработавших газов относительно среза трубы, а при $(V_{ог}/\bar{u}) > 3,56$ – повышение на 0,5 высоты среза трубы уже на расстоянии 3-3,5 м [2], где $V_{ог}$ – выбросы отработавших газов, м³/(кВт·ч); \bar{u} – средняя скорость среды, м/с.

Исходя из теории массопереноса, турбулентность атмосферы определяется динамическими и термическими критериями, в том числе динамическим критерием Рейнольдса – Re и термическим критерием Ричардсона – Ri .

При рассмотрении влияния турбулентности атмосферы на рассеяние и распространение вредных веществ в составе отработавших газов дизелей учитываются следующие величины [2]: показатель метеоусловий, определяемый по величине вертикального переноса количества движения – r , $0 < r < 1$; средняя скорость воздуха – $\bar{u} = 0,5$ м/с, для закрытых помещений в переходной и холодный период года; характерный размер шлейфа отработавших газов – L , м; кинематический коэффициент вязкости воздуха – $\nu = 14,16 \cdot 10^{-6}$ м²/с; динамический коэффициент вязкости воздуха – $\eta = 17,16 \cdot 10^{-6}$ Па/с; плотность воздуха – $\rho = 1,247$ кг/м³; ускорение свободного падения – g , м/с², $g = 9,81$ м/с²; температура окружающей среды – T_0 , К; величина силы трения, отнесенная к единице поверхности, – τ_i ; градиент скорости по вертикали – du/dz ; градиент температуры по вертикали – dT/dz ; коэффициент турбулентной вязкости – K_m ; средняя концентрация f -го вещества в точке А с координатами x, y, z – \bar{C}_f , г/м³; скорости движения воздуха

вдоль осей координат $X, Y, Z - u, v, w$, м/с; $R(x)$ – эйлеровский коэффициент корреляции; $\psi(\xi), \psi(\xi + t)$ – пульсация скоростей относительно оси X в момент с абсциссами ξ и $(\xi + x)$; $\psi(\Omega), \psi(\Omega + t)$ – пульсации скоростей с абсциссой X в момент времени Ω и $(\Omega + t)$; коэффициенты Сеттона, характеризующие вертикальную и горизонтальную турбулентные диффузии, – Su_z, Su_y ; скорость осаждения частиц – $v_f = 0,03$ м/с.

Число Рейнольдса характеризует отношение сил инерции к силам вязкости (динамический критерий):

$$Re = \bar{u} \cdot L/v. \quad (1)$$

Термический критерий Ричардсона представляет собой число, определяющее меру стабильности турбулентности атмосферы и ее расслоения по мощности:

$$Ri = g/T_0 \cdot dT/dz \cdot r/(d\bar{u}/dz)^2. \quad (2)$$

Постольку трубы дизелей мобильных машин имеют высоту над поверхностью почвы порядка 3-3,5 м, в уравнении (2) термического критерия Ричардсона градиент температуры по вертикали будет величиной незначительной, как и адиабатический градиент.

В случае ламинарных потоков количество движения переносится молекулами по касательной к потоку и пропорциональной градиенту скорости:

$$\bar{\tau}_T = \mu_E \cdot d\bar{u}/dz, \quad (3)$$

а отношение динамической вязкости к плотности атмосферы представляется выражением:

$$\bar{\tau}_T/\rho_0 = \eta \cdot d\bar{u}/dz. \quad (4)$$

В условиях эксплуатации мобильных машин приходится иметь дело только с турбулентными потоками атмосферы, где количество движения переносится крупнообъемными движущимися массами вблизи почвы, а коэффициент турбулентной вязкости будет иметь вид:

$$\vec{K}_M = \vec{K}_{MX} + \vec{K}_{MY} + \vec{K}_{MZ}. \quad (5)$$

Для помещений с ограниченным воздухообменом, где количество движения переносится направленными ламинарными потоками и пространство ограничено по высоте, коэффициент турбулентной вязкости имеет вид:

$$\vec{K}_M = \vec{K}_{MX} + \vec{K}_{MY}. \quad (6)$$

Тогда отношение динамической вязкости к плотности атмосферы принимает вид для условий эксплуатации на открытом пространстве:

$$\bar{\tau}_T/\rho_c = (K_M +) d\bar{u}/dz \approx K_M \cdot d\bar{u}/dz \quad (7)$$

и для условий эксплуатации в закрытых помещениях с ограниченным воздухообменом:

$$\bar{\tau}_T/\rho_c \approx K_M. \quad (8)$$

Общее уравнение диффузии с учетом коэффициентов массопереноса имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{c}}{dt} &= \frac{d\bar{c}}{dt} + \bar{u} \frac{d\bar{c}}{dx} + \bar{v} \frac{d\bar{c}}{dy} + \bar{w} \frac{d\bar{c}}{dz} = \\ &= \frac{d}{dx} \left(K_x \frac{d\bar{c}}{dx} \right) + \frac{d}{dy} \left(K_y \frac{d\bar{c}}{dy} \right) + \frac{d}{dz} \left(K_z \frac{d\bar{c}}{dz} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Уравнение (9) будет справедливо, если рассматривать загрязнение окружающей среды как один из компонентов отработавших газов дизеля ДГУ, закрепленного неподвижно, диффузия осуществляется в виде пульсаций, которые характеризуются величинами эйлеровской корреляции в пространстве:

$$\begin{aligned} R(x) &= u'(\xi) \cdot u'(\xi + x)/(u'^2(\xi)), \\ R(y) &= v'(\xi) \cdot v'(\xi + y)/(v'^2(\xi)), \end{aligned} \quad (10)$$

и логранжевской корреляции во времени:

$$\begin{aligned} R(t)_x &= u'(\Omega) \cdot u'(\Omega + t)/(u'^2(\Omega)), \\ R(t)_y &= v'(\Omega) \cdot v'(\Omega + t)/(v'^2(\Omega)), \end{aligned} \quad (11)$$

$$R(t)_z = w'(\Omega) \cdot w'(\Omega + t)/(w'^2(\Omega)).$$

С учетом описанных рассуждений для определения концентраций вредных выбросов в точке А пространства с координатами x, y, z используют [3]:

$$\begin{aligned} C_f(x, y, z) &= \frac{2K_M \cdot V_{ог} \cdot C_{fm}}{\pi \cdot Su_y \cdot Su_z \cdot \bar{u} \cdot x^{(2-r)}} \\ &\exp \left[-\frac{1}{x^{(2-r)}} \left(\frac{y^2}{Su_y^2} + \frac{(z+H)^2}{Su_z^2} \right) \right], \end{aligned} \quad (12)$$

где C_{fm} – выбросы f -го вещества на m -ом режиме.

Здесь направление движения воздуха принимается по оси x , а Тейлором показано, что если $x = \bar{u} \cdot t$, то $R(x) = R(t)$.

Коэффициенты вертикальной и горизонтальной диффузии имеют вид:

$$Su_y^2 = 4v^r (v'^2/\bar{u}^2)^{1-r} / (1-r)(2-r)\bar{u}^r; \quad (13)$$

$$Su_z^2 = 4v^r (w'^2/\bar{u}^2)^{1-r} / (1-r)(2-r)\bar{u}^r. \quad (14)$$

С учетом метеоусловий для определения вертикальной и горизонтальной диффузии используют величины r : сверхадиабатический градиент температур – 0,20; сухадиабатический градиент температур – 0,25; слабая инверсия – 0,33; сильная инверсия – 0,50.

Отмечается, что у почвы, до высоты 10 м величину коэффициентов Сеттона можно в расчетах принимать: $Su_y = 0,21$; $Su_z = 0,21$.

В помещениях распространение вредных выбросов определяется только коэффициентом горизонтальной диффузии и средняя скорость потока совпадает с направлением диффузии.

Расход влажных отработавших газов для дизелей без наддува определяется выражением:

$$V_{ог} = 4,148 \cdot 10^{-3} G_T \cdot T_0 / P_0 (\alpha + 0,0675), \text{ м}^3/\text{ч}; \quad (15)$$

для дизелей с наддувом:

$$V_{ог} = 4,148 \cdot 10^{-3} G_T \cdot T_k / P_k (\alpha + 0,0675), \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (16)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

α – коэффициент избытка воздуха;

P_0 и P_k – давление окружающей среды и давление воздуха на выпуске, МПа;

T_0 и T_k – температура воздуха на впуске, К.

Таким образом, выражение (12) представляется моделью рассеяния отработавших газов в атмосфере помещения.

Заключение

Теоретические предпосылки свидетельствуют о том, что оценка загрязнения окружающей среды отработавшими газами мо-

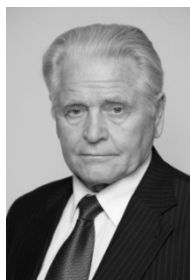
бильной техники описывается существующими законами массопереноса и может быть представлена как частный случай с учетом особенностей массообмена воздуха в складах сельскохозяйственной продукции.

Библиографический список

1. Мельберт А.А. Повышение экологической безопасности поршневых двигателей: монография. – Новосибирск: Наука, 2003. – 170 с.

2. Стопорева Т.А., Новоселов А.Л. Методика оценки распространения в атмосфере и на поверхности почв токсичных веществ, выбрасываемых с отработавшими газами дилеля // Вестник АГАУ. – 2010. – № 5. – С. 57-61.

3. Новоселов А.Л., Мельберт А.А., Жуйкова А.А. Снижение вредных выбросов дизелей / под ред. д.т.н., проф. А.Л. Новоселова. – Новосибирск: Наука, 2007. – 139 с.



УДК 631.3.06.001.66

**В.С. Красовских,
Н.Н. Бережнов,
В.В. Щербинин,
Е.В. Красовских**

ПОСЕВНОЙ КОМБАЙН КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Ключевые слова: тяговое энергетическое средство, посевной комбайн, комбинированный посевной почвообрабатывающий агрегат, трактор, орудие, рабочие органы.

Введение

Широкое внедрение индустриальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур диктует необходимость применения при выполнении полевых механизированных

работ все более высокопроизводительных машин и орудий, для эффективного агрегатирования которых требуются тяжелые и энергонасыщенные тракторы. На современном этапе вес комбинированных широкозахватных сельскохозяйственных машин и орудий, оснащенных технологическими емкостями повышенной вместимости, стал практически сопоставим с весом тяговых энергетических средств. Увеличение веса агрегатов приводит к росту техногенной нагрузки на почву, ее переуплотнению движи-