

2. Масло І.Н., Віршовка М.І., ін.. Еколого-економічне обґрунтування виробництва та використання моторного палива на основі ріпакової олії для виробництва сільськогосподарської продукції // Економіка АПК.- 2009.- №11.-с.30-33
3. Кузминський Е., Кухар В. Биоэнергетика — выбор будущего // Зеркало недели. – 2010. - № 27-28. – С. 20.
4. [www.minagro.kiev.ua](http://www.minagro.kiev.ua)
5. Дідур В.А., Надикто В.Т. Використання рослинної сировини для виробництва біопалива. // Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 92.– 2008. – 32-41с.
6. Дидур В.А., Надикто В.Т. Особенности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биодизеля // Тракторы и сельхозмашины. – Москва, №3, 2009. – с. 3-6.
7. <http://economics.unian.net/rus/detail/>
8. Вороновський І.Б. Підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки / І.Б. Вороновський // Науковий вісник Національного аграрного університету. - К., 2009. – Вип. 51. – с. 67-70.

УДК 631.436

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА (МТА)

*Вороновский И.Б., к.т.н., доцент, член-корреспондент МААО*

*Таврический государственный агротехнологический университет (г. Мелитополь, Украина)*

В работе обосновано влияние надежности топливной системы дизельного двигателя на функциональные характеристики работы машинно-тракторного агрегата в зависимости от износа плунжерных пар топливного насоса высокого давления и загрязненности дизельного топлива механическими примесями и водой.

We justify the reliability of the impact of the fuel system of the diesel engine on the functional characteristics of the work machine-tractor unit, depending on the wear of plunger injection pump and diesel fuel contamination by mechanical impurities and water.

**Актуальность.** Мобильный машинно-тракторный агрегат (МТА) представляет собой систему, состоящую из ряда подсистем. К таким подсистемам, выполняющим самостоятельные функции, относится топливная система дизельного двигателя, которая в свою очередь также может быть представлена, как система, состоящая из более мелких подсистем. Надежность машинно-тракторного агрегата зависит от надежности каждой из подсистем, а также от способа их соединения в общую систему.

**Цель и задачи.** Целью статьи является обоснование влияния надежности топливной системы дизельного двигателя на функциональные характеристики работы МТА в зависимости от износа плунжерных пар и загрязненности дизельного топлива механическими примесями и водой.

**Материалы и методы.** В топливных системах дизельных двигателей предусмотрена многоступенчатая очистка топлива: предварительная – при заправке топливного бака; грубая – в фильтрах грубой очистки на двигателе; окончательная (тонкая) – в фильтрах тонкой очистки на двигателе. Иногда применяется дополнительная очистка в предохранительных фильтрах форсунок.

По количеству и расположению средств очистки топливные системы дизелей с/х техники можно разделить на три группы: с последовательным расположением фильтрующих элементов, с параллельным расположением и комбинированным их расположением.

**Результаты.** В зависимости от условий эксплуатации МТА концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает 5 г/м<sup>3</sup>. Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя, в том числе на работоспособность топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха 1,1...2,5 г/м<sup>3</sup> содержание загрязняющих примесей в топливе к моменту его выработки в 2-3 раза больше, чем при заправке. Топливные фильтры тракторных дизелей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей, которые затем проникают к прецизионным деталям топливной аппаратуры [1, 3, 4].

Для моделирования надежности топливных систем различных типов с помощью графов их состояния (рисунок 1, а-в), использована математическая модель марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем, согласно которой: S<sub>0</sub> – исправное состояние топливной системы; S<sub>1</sub> – выход из строя фильтра грубой очистки; S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> – выход из строя фильтров тонкой очистки.

Примем, что поток отказов фильтров простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов:

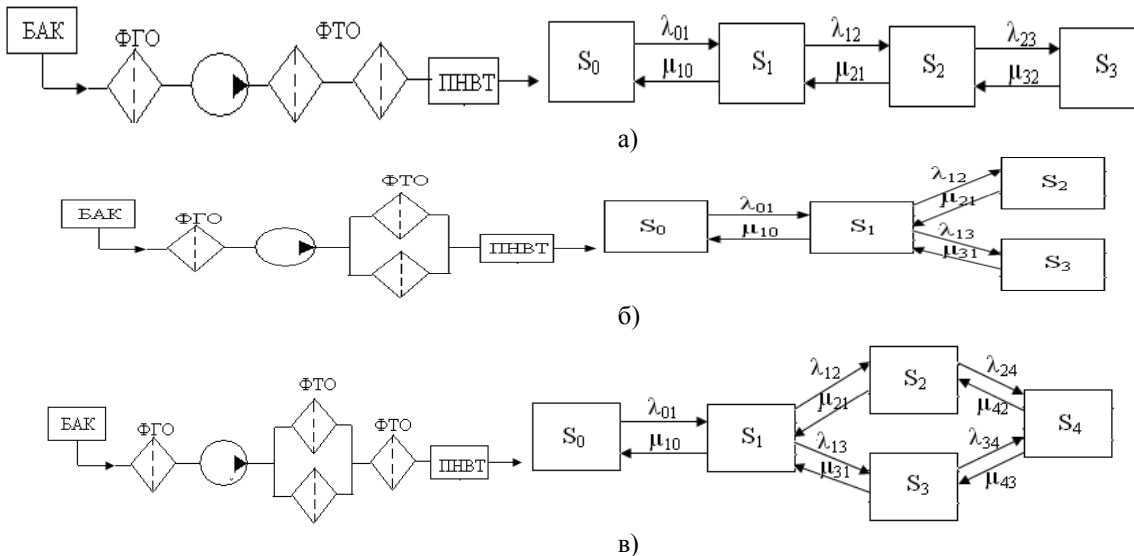
$$\lambda = 1/t_0 \quad (1)$$

где t<sub>0</sub> – среднее время безотказной работы фильтра.

По стрелкам вправо систему из состояния в состояние переводят отказы, а по стрелкам влево – ремонты с интенсивностью восстановления:

$$\mu = \frac{1}{t_p} \quad (2)$$

где  $t_p$  – среднее время восстановления исправного состояния заменой фильтра.



**Рисунок 1. Схема соединения элементов топливных систем и графы их состояния:**

- а – последовательным соединением фильтров тонкой очистки;
  - б - с параллельным соединением фильтров тонкой очистки;
  - в – с комбинированным соединением фильтров тонкой очистки
- ΦГО – фильтр грубой очистки; ΦТО – фильтр тонкой очистки.

Применяя правило Колмогорова [5], запишем систему дифференциальных уравнений вероятностей состояний для рис. 1 а-в.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda_{01}p_0 + \mu_{10}p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01}p_0 - \lambda_{12}p_1 + \mu_{12}p_2 - \mu_{10}p_1 \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12}p_1 - \mu_{21}p_2 - \lambda_{23}p_2 + \mu_{32}p_3 \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23}p_2 - \mu_{32}p_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Полагая левые части равными нулю, получим систему алгебраических уравнений предельных состояний. Используя нормировочное условие:  $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1$ , а также условие, что при  $t = 0, p_0 = 1$ , получим выражения для определения вероятности нахождения топливных систем в исправном состоянии:

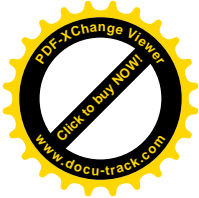
$$p_{0\Pi} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{32}\mu_{21}\mu_{10}}} \quad (4)$$

Вероятность отказа фильтра грубой очистки:

$$p_{1\Pi} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} p_{0\Pi}, \quad (5)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки, фильтр №2:

$$p_{2\Pi} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} p_{0\Pi}, \quad (6)$$



вероятность отказа фильтра тонкой очистки, фильтр №3:

$$P_{3П} = \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}\lambda_{10}}{\mu_{32}\mu_{21}\mu_{10}} P_{0П}, \quad (7)$$

Применяя аналогичный математический аппарат, получим формулы для определения вероятностей состояний топливной системы с параллельным и комбинированным соединением фильтрующих элементов (рис. 1 б и 1 в).

Опустив математические преобразования, запишем окончательные формулы для определения вероятности нахождения системы в исправном состоянии рис. 1 б:

$$P_{0ПР} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}}}, \quad (8)$$

вероятность отказа фильтра грубой очистки:

$$P_{1ПР} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0ПР}, \quad (9)$$

вероятность отказа фильтров тонкой очистки:

$$P_{2ПР} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0ПР}, \quad (10)$$

$$P_{3ПР} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} P_{0ПР}, \quad (11)$$

Окончательные формулы для определения вероятностей имеют вид для схемы расположения рис. 1

в.

Вероятность нахождения в исправном состоянии:

$$P_{0К} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}}}, \quad (12)$$

вероятность отказа фильтра грубой очистки:

$$P_{1К} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0К}, \quad (13)$$

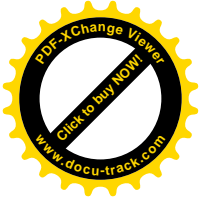
вероятность отказа фильтров тонкой очистки соединенных параллельно:

$$P_{2К} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0К}, \quad (14)$$

$$P_{3К} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} P_{0К}, \quad (15)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки соединенного последовательно:

$$P_{4К} = \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}} P_{0К}. \quad (16)$$



В качестве альтернативы рассмотрим разветвленную схему соединения дополнительных фильтров тонкой очистки включенных параллельно, которая представлена на **рисунке 2**.

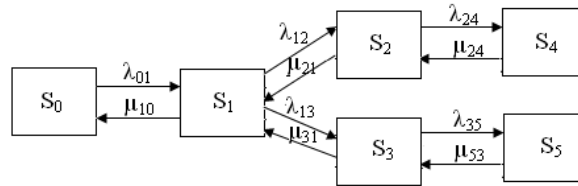


Рисунок 2. Граф состояний разветвленной топливной системы с дополнительными фильтрами соединенными параллельно.

Согласно приведенного графа состояний топливной системы на рис. 2 получим следующие формулы.

Вероятность нахождения системы в исправном состоянии:

$$P_{0P} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{35}\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{53}\mu_{31}\mu_{10}}} \quad (17)$$

вероятность отказа фильтра грубой очистки:

$$P_{1P} = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} P_{0P}, \quad (18)$$

вероятность отказа фильтров тонкой очистки №2 и №3:

$$P_{2P} = \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} P_{0P}, \quad (19)$$

$$P_{3P} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{31}\mu_{10}} P_{0P}, \quad (20)$$

вероятность отказа фильтра тонкой очистки №4 и №5:

$$P_{4P} = \frac{\lambda_{24}\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{42}\mu_{21}\mu_{10}} P_{0P}, \quad (22)$$

$$P_{5P} = \frac{\lambda_{35}\lambda_{13}\lambda_{01}}{\mu_{53}\mu_{31}\mu_{10}} P_{0P}, \quad (23)$$

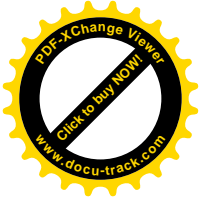
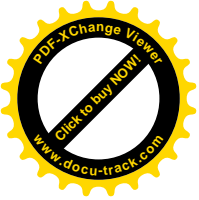
Выполним теоретический расчет вероятностей различных схем топливных систем по формулам (1...23) при единых начальных условиях: - сроки замены фильтров один раз в сезон (шесть месяцев), т.е.  $\lambda=1/6$ , при этом интенсивность воздействия на фильтры распределяется неравномерно. Например, для топливной системы на рис. 1.а, фильтр грубой очистки подвергается максимальному воздействию загрязнения, т.е.  $\lambda_{01}=3/6$ , а последующие два фильтра тонкой очистки с интенсивностью  $\lambda_{12}=2/6$ ,  $\lambda_{23}=1/6$ .

Интенсивность восстановления распределяется аналогично:

$\mu_{32}=1/1=1$ ;  $\mu_{21}=2/1=2$ ;  $\mu_{10}=3/1=3$ , из расчета, что время на замену одного фильтра составляет один час.

Таблица 1-Результаты расчета вероятностей исправного состояния  $p_0$  и вероятностей отказов фильтров  $p_{1...5}$

| Схема соединения фильтров в топливной системе  | Вероятность исправного состояния системы $p_0$ | Вероятность отказа ФГО, $p_1$ | Вероятность отказа ФТО №1, $p_2$ | Вероятность отказа ФТО №2, $p_3$ | Вероятность отказа ФТО №3, $p_4$ | Вероятность отказа ФТО №4, $p_5$ |
|--|--|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Последовательное соединение фильтров           | 0,835  | 0,139                         | 0,023                            | 0,0038                           | -                                | -                                |
| Параллельное соединение фильтров               | 0,7  | 0,175                         | 0,058                            | 0,058                            | -                                | -                                |
| Комбинированное соединение фильтров            | 0,816  | 0,136                         | 0,022                            | 0,022                            | 0,0036                           | -                                |
| Разветвленное соединение с дополнительными ФТО | 0,813  | 0,135                         | 0,022                            | 0,022                            | 0,0036                           | 0,0036                           |



Подставляя приведенные интенсивности  $\lambda$  и  $\mu$  в формулы (1...23), получим вероятности нахождения топливных систем различных схем соединения фильтров, в исправном состоянии  $p_0$  и вероятности выхода из строя фильтров  $p_{1...5}$ . Результаты расчета представим таблично (табл. 1).

**Выводы.** Исходя из полученных теоретических данных следует, что наиболее эффективной системой соединения фильтров следует считать последовательное соединение, состоящее из фильтра грубой очистки и двух фильтров тонкой очистки (вероятность нахождения фильтров в исправном состоянии  $p_0=0,835$  и вероятность отказа  $p_1=0,175$ ).

### Список литературы

1. Григорьев М.А. Обеспечение надежности двигателей / М.А. Григорьев, В.А. Донецкий. –М.: Стандарты, 1978. -324 с.
2. Дідур В.А. Вплив забрудненості дизельного палива на ефективність використання машинно-тракторних агрегатів (МТА) / В.А. Дідур, В.В. Дідур, І.Б. Вороновський // Праці ТДАТА. – 2005. – Вип. 33. – с. 3-13.
3. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях / М.А. Григорьев. –М.: Машиностроение, 1970. -270 с.
4. Кацук А.С. Практикум по техническому обслуживанию трактора / А.С. Кацук - Глеваха: ИМЭСХ, 2002.-109 с.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С.Вентцель.- М.: Советское радио, 1972.– 552 с.

УДК 636.22/28.064

### ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА МАТЕРЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД

*Горелик О.В., д.с.-х.н., профессор*

*Уральский государственный аграрный университет,  
г. Екатеринбург, Россия*

Организация воспроизводства стада один из важнейших вопросов, которые необходимо решать постоянно. Выращивание здорового ремонтного молодняка – решение этого вопроса. В работе рассматривается проблемы возможности использования телят от нетелей и молодых коров для ремонта стада. Установлено, что возраст матерей не оказывает отрицательного влияния на рост телят. Телята, полученные от нетелей и от коров по II отелу, могут выращиваться для ремонта стада.

Ключевые слова: коровы, первотелки, телята, живая масса, скорость роста, относительный прирост.

The organization of reproduction of the herd is one of the most important issues that need to be addressed constantly. Growing healthy herd replacements - a solution to this issue. The paper considers the problem of the possibility of using calves from heifers and young cows for the repair of the herd. It is found that the age of the mother does not adversely affect the growth of calves. Calves received from heifers and cows along line II of the hotel, can be grown to repair the herd.

Обеспечение населения страны необходимым количеством продуктов питания, в том числе животного происхождения, главная задача работников агропромышленного комплекса страны. Одной из наиболее развитой отрасли животноводства является молочное скотоводство [1-3]. При разведении рогатого скота получают ценные продукты питания молоко и говядину, которые пользуются высоким спросом и являются социально значимыми.

Увеличение их производства напрямую связано с воспроизводством и выращиванием ремонтного молодняка. Совершенствование основной отечественной молочной породы черно-пестрой путем скрещивания с высокопродуктивной мировой голштинской породой привело к созданию нового породного типа черно-пестрого скота. Он отличается высокой продуктивностью, но вместе с тем достаточно быстро выбраковываются из стада. Это привело к снижению продуктивного долголетия 2,4 – 2,8 лактаций, что в свою очередь потребовало увеличения поголовья для ремонта стада. В специализированных хозяйствах с развитым молочным скотоводством выбраковка обычно составляла 25%, в настоящее время она достигает 35-45%. В связи с этим возникает необходимость ввода в стадо все большего количества ремонтного молодняка. То есть практически все телочки должны быть выращены для ремонта стада. Многие авторы считают, то для ремонта стада наиболее пригодны телочки, полученные от полновозрастных коров. [4-7] Однако реалии времени не позволяют делать такой отбор. В связи с этим возникает вопрос о возможности использования телочек от матерей разного возраста для ремонта стада. Поэтому мы поставили перед собой цель – изучить влияние возраста матерей на рост телочек в молочный период.

Для этого нами были решены следующие задачи:

- изучена динамика живой массы телочек от матерей разного возраста;
- рассчитаны среднесуточный, абсолютный и относительный приросты живой массы;