

5. Баясан Р.М., Исмаилов И.А., Коротченко А.Г. и др. Временное руководство по теплотехническому расчету охлаждающих термоустановок. М.: ВНИИГАЗ, 1984.
6. М.Л. Галкин, А.М. Рукавишников, Л.С.Генель. Термостабилизация вечномёрзлых грунтов // Холодильная техника. 2013. № 10. С. 44-47.
7. Маринюк Б.Т., Баранник В.П. Экологически безопасные хладоносители, особенности применения, свойства // Холодильная техника. 2004. № 3. С. 12-13.

Energy saving system for cooling milk on pastures

Korshunov B., Korshunov A., Ivanov A.

Federal scientific agro-engineering center VIM, Moscow, Russia.

e-mail: koral314@yandex.ru

Keywords: accumulation, cooling, milk, natural cold.

Abstract. Timely and reliable cooling of milk is one of the important conditions for maintaining its high quality. One way to maintain its quality in summer farms is rapid cooling. To solve these problems, we propose an energy-saving system using thermal stabilizers of soil and coolant with a low freezing point.

УДК 62-738

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Кошкина А. О.,

кандидат технических наук,

тел .8-929-797-05-50, e-mail: fallen0008@mail.ru

Абрамов А. Е.,

инженер, тел .8-927-272-41-00, e-mail: abram-alex@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ г.Ульяновск,

Ключевые слова: топливо-смазочные материалы, дизельный двигатель, загрязненность топлива, повышенный износ прецизионных пар топливной аппаратуры прокачиваемость, дисперсная система, седиментации

Аннотация: Работа посвящена теоретическому исследованию процесса очистки дизельных топлив в неоднородном электрическом поле. Авторами выявлены основные зависимости параметров электрического поля от свойств загрязнений, а также механизм взаимодействия частиц загрязнений в неоднородном электрическом поле.

Важнейшей задачей производства и эксплуатации энергетических установок и машин в АПК является снижение абсолютного объёма потребляемых ими топливо-смазочных материалов, повышение их надёжности в условиях эксплуатации и улучшение технико-экономических показателей.

Статистика показывает, что более половины всех неисправностей дизельных двигателей приходится на топливную систему за счет высокой загрязненности топлива, поэтому проблема снижения загрязнённости дизельного топлива является актуальной.

В настоящее время существует множество способов и конструкций для снижения загрязнённости дизельного топлива [2, 3], как минерального, так и растительного происхождения, наиболее перспективным из них является способ электрической очистки, позволяющий его очищать как от механических загрязнений, так и жидких загрязнителей.

Целью настоящего исследования является – разработка способа очистки дизельного топлива в неоднородном электрическом поле.

Для достижения поставленной выше цели разработан способ электрической очистки дизельного топлива в системе питания дизеля, который позволит очищать его от механических примесей и воды. Схема осуществления этого способа представлена на рисунке 1.

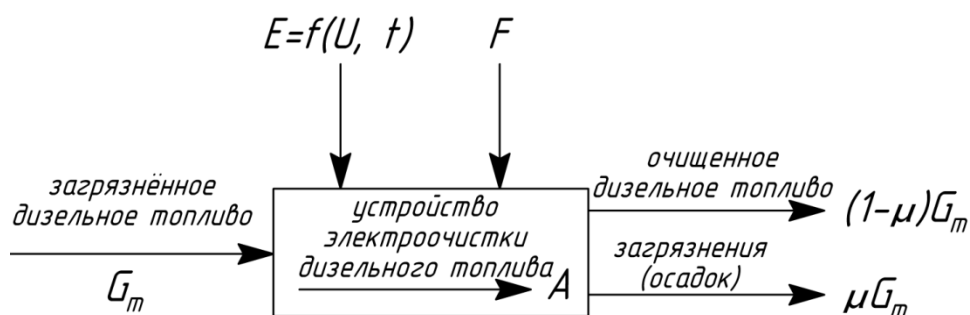


Рисунок 1 – Схема процесса электрической очистки дизельного топлива в системе питания двигателя:

G_T – часовой расход топлива дизеля, U – напряжение на электродах устройства электрической очистки; t – время воздействия электрического поля на дизельное топливо до его полной очистки; A – производительность устройства электрической очистки топлива; μ – доля примесей в дизельном топливе; F – возмущающие случайные факторы.

Автотракторное топливо, в частности, дизельное представляет собой сложную дисперсную систему в виде совокупности различных углеводородов, органических и неорганических загрязнений, включающих воду и твёрдые абразивные загрязнения, в том числе продукты износа дизельной топливной аппаратуры (ТА).

Теория устойчивости и коагуляции дисперсных систем Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (теория ДЛФО) [2] рассматривает агрегативную устойчивость как результат баланса сил молекулярного (Вандерва-а-льсового) притяжения и сил электростатического отталкивания между дисперсными частицами, которая описывается выражением

$$I = \frac{16\pi DaN}{2 \int_a^\infty \exp\left(\frac{W}{RT}\right) \frac{dS}{S^2}} \quad (1)$$

где: a и D — радиус частиц и коэффициент их диффузии; N — число частиц в единице объема; W — энергия взаимодействия частиц; R — универсальная газовая постоянная; T — абсолютная температура; $S = \frac{h}{r}$ (h - расстояние между поверхностями частиц; r - расстояние между центрами частиц).

Механизм поведения частиц загрязнений представлен на рисунке 2.

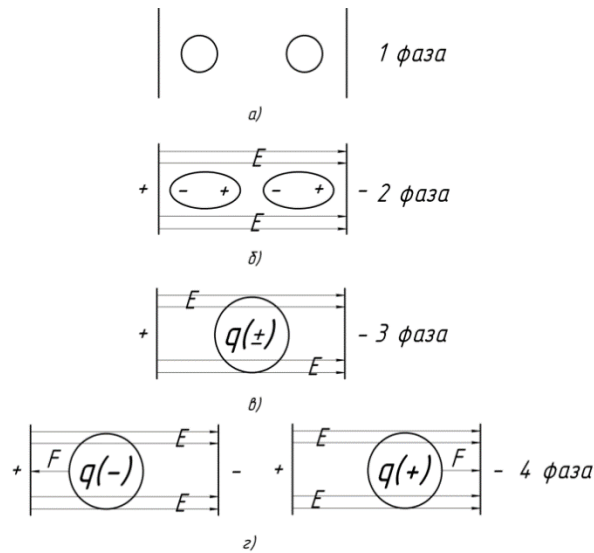


Рисунок 2 – Механизм агрегирования дисперсных систем под действием электрического поля:

E – напряжённость электрического поля; q – суммарный заряд коагулированной частицы; F – сила, действующая на коагулированную частицу со стороны электрического поля.

Процесс коагуляции загрязнений дизельного топлива, и его результат - агрегирование частиц не зависимо от их природы, можно объяснить следующим образом, под действием электрического поля снижается их энергетический барьер настолько, что все частицы легко его преодолевают, в результате чего, все соударения частиц будут эффективны, приведут к слипанию. В отношении жидких диэлектрических сред необходима лишь оговорка, что данный механизм правомерен при достаточно низкой дисперсности, когда явлениями на границе раздела фаз можно пренебречь.

В нашем случае неполярной дисперсной средой является дизельное топливо, представляющую сложную дисперсную систему, состоящую в основном из чистых неполярных диэлектрических жидкостей, в которых могут присутствовать загрязнения различной природы [2, 5].

Взаимодействие частиц радиусов a_1 и a_2 находящихся на расстоянии $r \gg a$ друг от друга в безграничном однородном электрическом поле напряженностью E можно представить графически (см. рисунок 3), математически эту зависимость можно описать, следующим образом:

$$F_1 = \frac{3a_1^2 a_2^3 K^2 E^2}{r^4} \left[2 \left(1 + \frac{2a_1^3 K}{r^3} \right) \cos^2 \theta - \left(1 - \frac{2a_1^3 K}{r^3} \right) \sin^2 \theta \right], \quad (2)$$

$$F_2 = \frac{3a_1^2 a_2^3 K^2 E^2}{r^4} \left(2 + \frac{2a_1^3 K}{r^3} \right) \sin \theta \cos \theta, \quad (3)$$

где: F_1 и F_2 - силы, действующие на частицы в однородном электрическом поле;
 θ - угол между направлением поля и линией, соединяющей центры частиц; K – параметр определяющий дисперсность среды или характеристику её структуры,

$$K = \frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \sqrt{\varepsilon_i};$$

где $\varepsilon_a, \varepsilon_i$ - диэлектрические проницаемости среды и частиц.

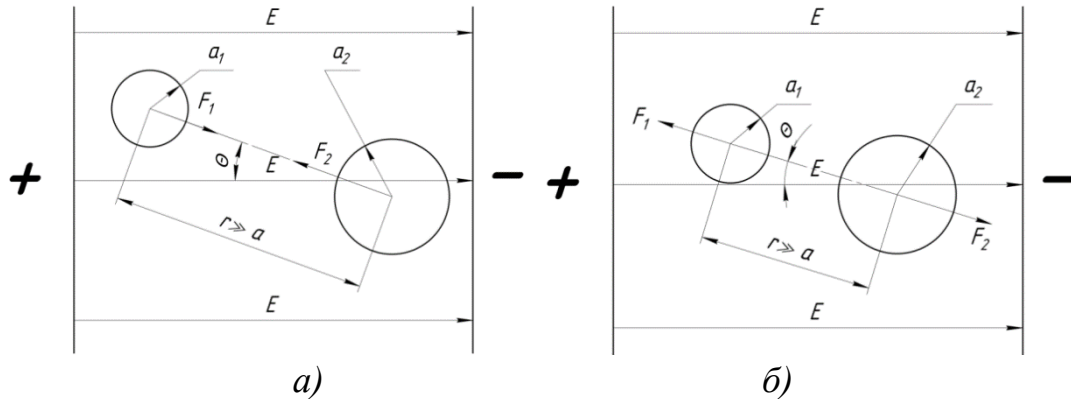


Рисунок 3 – Взаимодействие частиц загрязнений в электрическом поле:

- а) – частицы движутся на встречу, друг другу и коагулируются;
 б) – частицы движутся друг от друга к электродам одноимённых знаков.

Рассмотрим поведение частицы радиуса a , находящейся на расстоянии r от электрода (при $r \gg a$), на неё действует сила, определяемая с помощью уравнения

$$F = -\frac{3E^2 a^6 K^2}{8r^4}, \quad (4)$$

причем она направлена в сторону ближайшего электрода. Силы F_1 и F_2 стремятся свести к минимуму энергию системы и, что приводит к изменению ориентации частиц и их агрегации. В некоторой близости от плоскости, перпендикулярной вектору напряженности электрического поля при $\theta = \arctg \sqrt{C^*} - F_2$ - отталкивающая сила, где C^* – концентрация загрязнений в топливе.

Вращающий момент системы, действующий на пару частиц, ориентирует систему таким образом, что между частицами появляется сила притяжения, которая возрастает по мере её поворота на угол θ . Наиболее интенсивно притяги-

ваются образующиеся агрегаты с помощью седиментации. Это позволяет выделить всю дисперсную фазу системы за секунды или доли секунд при достаточно большой исходной концентрации частиц.

Приближенное выражение для оценки времени сближения двух дисперсных частиц, находящихся в жидкой неполярной среде на расстоянии от r_2 до r_1 можно представить выражением

$$t \cong \frac{2\eta(r_{2np}^5 - r_{1np}^5)}{5\varepsilon_0 E^2 K^2}, \quad (5)$$

или при условии соприкосновения поверхностей частиц

$$t \cong \frac{2\eta r_{2np}^5}{5\varepsilon_0 E^2 K^2},$$

где η - динамическая вязкость среды; ε_0 - диэлектрическая постоянная; r_{1np} , r_{2np} - приведенные расстояния, соответствующие начальному и конечному положению частиц, $r_{np} = \frac{r}{2a}$.

Тогда выражение для определения критической напряженности электрического поля примет вид

$$E_{кр} = \frac{1}{K} \sqrt{\frac{2}{5} \frac{\eta}{\varepsilon_0 t^3 \sqrt{C^5}}}. \quad (7)$$

Как видно из этого выражения, значение $E_{кр}$ не зависит от радиуса частиц, а только от их объемной концентрации C .

Графически зависимость напряженности $E_{кр}$ электрического поля от времени сближения t и динамической вязкости дизельного топлива при концентрации частиц C (в отн. ед. массы) и приведена на рисунке 4 и 5.

Полученное выражение (7) позволяет установить границы исходных параметров и режимов при электрической очистке дизельного топлива в неоднородном поле и тем самым наметить стратегию дальнейших исследований.

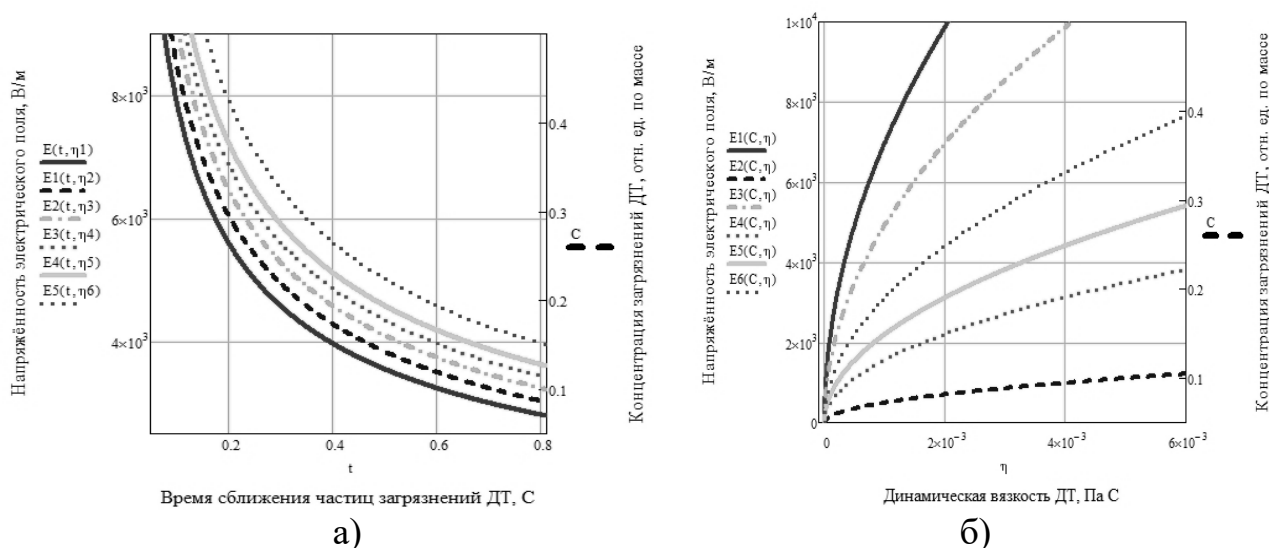


Рисунок 4 - Графики зависимостей:

а) - напряжённости электрического поля от времени сближения частиц загрязнений дизельного топлива при их исходной концентрации и различной вязкости топлива – 3, 3.5, 4, 4.5, 5 и 6 мм²/с; б) - напряжённости электрического поля от динамической вязкости дизельного топлива и концентрации при времени сближения частиц загрязнений равном: 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1 и 10 с (кривые указаны снизу вверх соответственно)

Очистка в неоднородном электрическом поле имеет следующие особенности. Во-первых, процесс очистки состоит из двух стадий – ионизации и осаждении частиц загрязнений на соответствующем электроде, который имеет заряд противоположного знака. Во-вторых, движение незаряженных частиц в неоднородном поле происходит под действием силы, возникающей вследствие различной диэлектрической проницаемости нефтепродукта и загрязняющих его частиц и направлена в сторону увеличения напряжённости поля. В процессе движения частиц к электроду происходит сорбирование на их поверхности заряженных ионов, в результате чего они приобретают заряд определённого знака и оседают на противоположно заряженном электроде.

По мнению ряда авторов [2, 4, 5] наиболее перспективными системами электродов являются коаксиальные, которые имеют ряд преимуществ: во-первых, их расположение в устройстве компактно; во-вторых, они дают возможность получать неоднородные электрические поля с разными коэффициентами

неоднородности, в-третьих, коаксиальные электродные системы не создают дополнительного гидравлического сопротивления движению топлива и последнее эти системы создают симметричные электрические поля, в том числе однородные и неоднородные, что позволяет равномерно воздействовать на весь объём топлива.

Процесс, объясняющий поведение частиц загрязнений дизельного топлива в неоднородном электрическом поле можно объяснить следующим образом.

Диполь с электрическим моментом p (рис 5) ориентируется вдоль силовых линий под действием механического момента $\overline{M} = [\overline{p}\overline{E}]$, градиент напряженности вызывает появление пондеромоторной (движущей) силы $F = (\overline{p}\nabla)\overline{E}$. Эта сила приводит к перемещению более полярной, чем среда, частицы в область большей напряженности поля, менее полярной - в зоны с меньшей напряжённостью поля.

Для определения эффективности очистки дизельного топлива от загрязнений необходимо определить значение пондеромоторной силы F .

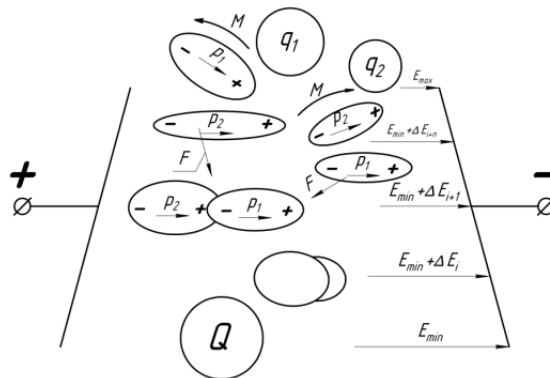


Рисунок 5 – Ориентация частиц загрязнений в неоднородном электрическом поле

Выражение для сил, действующих на частицу загрязнения топлива в неоднородном электрическом поле, конфигурация которого определяется геометрией системы коаксиальных электродов (рис. 6) [1], можно получить, исходя из закона сохранения энергии.

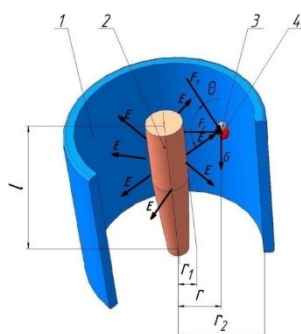


Рисунок 6 – Расположение сил, действующих на частицу загрязнения в топливе при воздействии электрического поля:

1 – внешний электрод; 2 – центральный электрод; 3 – частица загрязнения.

Изменение энергии поля при внесении в среду с диэлектрической проницаемостью ε_i однородной и изотропной частицы с проницаемостью ε_a равно

$$\Delta W = \int_V \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{2} \right) \overline{E_i} \overline{E_a} dV, \quad (8)$$

где $\overline{E_i}$ - вектор напряженности поля в среде (топливе); $\overline{E_a}$ - вектор напряженности поля внутри частицы,

$$\overline{E_a} = \frac{3\varepsilon_i}{\varepsilon_a + \varepsilon_i} \overline{E_i}; \quad (9)$$

V - объём частицы.

После подстановки выражения (1) в (2), получим

$$\Delta W = \frac{3}{2} \int_V \frac{\varepsilon_i (\varepsilon_a - \varepsilon_i)}{(\varepsilon_a + 2\varepsilon_i)} \nabla \overline{E_i^2} dV, \quad (10)$$

взяв первую производную полученного выражения (10) получим необходимое выражение для определения силы действующую на частицу

$$F = 2\pi a^3 \varepsilon_a \varepsilon_i \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \nabla \overline{E_i^2}. \quad (11)$$

Зная величину пондеромоторной силы F можно определить величину скорости движения, частицы к электроду v_q ,

$$v_q = 2\pi \frac{a^2 \varepsilon_a \varepsilon_i}{\eta} \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \nabla \overline{E_i^2}. \quad (14)$$

Зависимость энергии электрического поля от концентрации загрязнений дизельного топлива будет иметь вид:

$$\Delta W = 12a^3 K \frac{\nabla \overline{E_i^2}}{C} \sqrt{\varepsilon_i} . \quad (15)$$

Полученные выражения (15) выявляют зависимость энергии электрического поля ΔW от размера частицы и их концентрации в дизельном топливе, однако не учитывает характера электрического поля.

Тогда для неоднородного электрического поля с системой электродов типа «коаксиальные цилиндры» выше представленные уравнения примут вид:

$$\Delta W = 12 \chi a^3 K \frac{U^2}{CR^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)^2} \sqrt{\varepsilon_i} ,$$

$$F = 2\pi \chi \varepsilon_a \varepsilon_i \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \frac{a^3 U^2}{R^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)^2} ,$$

$$v_q = 2\pi \chi \varepsilon_a \varepsilon_i \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \frac{a^2 U^2}{\eta R^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)^2} .$$

где: χ – коэффициент неоднородности электрического поля, $\chi = f(l, r_1)$; R – расстояние до частицы загрязнения; r_1 – радиус центрального электрода; r_2 – радиус внешнего электрода; C – концентрация загрязнений топлива.

Выводы

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотрен механизм процесса электрической очистки дизельного топлива в неоднородном электрическом поле.
2. Определены основные теоретические зависимости процесса электрической очистки дизельных топлив.
3. Существенным недостатком выше приведённых зависимостей является отсутствие взаимосвязи, отражающей поведение частицы загрязнения в потоке дизельного топлива, что в дальнейшем необходимо будет устранить.

Библиографический список

1. Абрамов, А.Е. Моделирование процесса очистки топлив ДВС В COSMOSFLO WORKS/ А.Е. Абрамов // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: - материалы конференции/ Технологический институт-филиал Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии – Димитровград, 2009. № 1. С. 13-18.
2. Коваленко В.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнения. - М.: «Недра», 1990. - 160 с.:ил.
3. Грановский М.Г., Лавров И.С., Смирнов О.В. Электрообработка жидкостей. Под. ред. докт. техн. наук Лаврова И.С. – Л.: «Химия», 1976. – 216 с.: ил.
4. Патент RUS 2270355 Российская Федерация, F02M27/04, Устройство для обработки и очистки топлива двигателей внутреннего сгорания. /Варнаков В.В., Кожевников А.П., Абрамов А.Е.; заявитель и патентообладатель Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия -№2004115006/06; заявл. 17.05.2004; опубл. 20.02.2006, Бюл. № 5. – 3 с.
5. Патент на изобретение RUS 2320983 Российская Федерация, G 01 N 27 04,G 01 N 27 22,Способ и система контроля качества топлива/Абрамов А.Е., Варнаков В.В., Варнаков Д.В. .; заявитель и патентообладатель Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия -№2005106489/28; заявл. 09.03.2005; опубл. 19.09.2008, Бюл. № 5. – 5 с.

Study of the process of cleaning technical liquid stays in a inhomogeneous electric field

Koshkin A.O., Abramov A.Y.,

Keywords: fuel-lubricants, diesel engine, fuel contamination, increased wear of precision pairs of fuel equipment pumpability, dispersed system, sedimentation

Abstract: The work is devoted to a theoretical study of the process of cleaning diesel fuels in a non-uniform electric field. The authors identified the main dependences of the parameters of the electric field on the properties of pollution, as well as the mechanism of interaction of particles of pollution in a non-uniform electric field.

УДК 631.363

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО СМЕСИТЕЛЯ

Красильников О. Ю.,

директор ООО «Биоэнергия и К», тел.: 8-902-86-225-83,
belok_bio@mail.ru;

Маринченко Т. Е.,

научный сотрудник ФГБНУ "Росинформагротех",
тел. +7(495) 993-44-04, 9419428@mail.ru.

Ключевые слова: животноводство, кормление, приготовление кормов, мобильный кормоцех

Аннотация. Совершенствование технических средств кормоподготовки напрямую оказывает влияние на результативность кормления и эффективность производства животноводческой продукции. В практику все шире внедряют кормление, базирующееся на использовании полнорационных кормосмесей. Разработанный мобильный кормоцех «МОБИК» обеспечивает высочайшую степень смешивания многокомпонентных полнорационных кормов без расслаивания комовых компонентов, предоставляя возможность полного самообеспечения сбалансированными кормами с низкой себестоимостью.

Введение. Совершенствование технических средств кормоподготовки напрямую оказывает влияние на результативность кормления и эффективность производства животноводческой продукции. При организации полноценного