

both for terms of Ukraine, and taking into account features incident to Iraq.

Vine, CP-technologies, monitoring, ecology of irrigation.

УДК 631.371:62-843

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ДВИГУНА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

***Г.А. Голуб, доктор технічних наук
В.В. Чуба, інженер***

Приведено теоретичні залежності та запропоновано методику визначення експлуатаційних параметрів роботи дизельного двигуна в залежності від навантаження, типу та характеристик палива, виконано аналіз отриманих теоретичних залежностей та експериментальних даних. Встановлено вплив нагріву дизельного біопалива на ефективні показники роботи дизельного двигуна внутрішнього згорання.

Машино-тракторний агрегат, дизельне паливо, дизельне біопаливо, підігрів.

Постановка проблеми. Параметри агротехнологічного середовища змінюються в досить широких межах та впливають на техніко-економічні показники роботи машино-тракторного агрегату (МТА). Вирішення питання взаємозв'язку між параметрами МТА та показниками його роботи при виконанні технологічних операцій, дозволить виконати моделювання та отримати дані для оптимізації його роботи, що особливо важливо при застосуванні в якості палива дизельного біопалива (ДБП) на основі метилових ефірів жирних кислот рослинної олії.

Аналіз останніх досліджень. За результатами досліджень [1] відмічено зменшення потужності двигуна при переході на ДБП та вказано на необхідність урахування конструктивних особливостей та режимів роботи на потужність та паливо-економічні показники двигуна. За дослідженнями [2] для двигуна СМД-14 при застосуванні 100% ДБП відмічено зменшення максимальної ефективної потужності двигуна на 12 % та збільшення питомої витрати палива на 10-13%. У роботах [3, 4] авторами експериментально було

© Г.А. Голуб, В.В. Чуба, 2014

встановлено, що при однакових енергетичних показниках, економічність двигуна при роботі на метилових ефірах рослинної олії знижується від 12 до 20 %. У дослідженнях роботи двигуна Д-243 на рапсовому метиловому ефірі відмічено істотне збільшення годинної і питомої витрати палива [5].

Аналіз останніх досліджень показує, що на сьогодні виконано досить великий об'єм робіт, щодо експериментального визначення зміни витрати палива при переході на ДБП. Проте питання теоретичного прогнозування змін показників роботи МТА та визначення факторів, які впливають, на ефективність застосування ДБП залишаються недостатньо висвітленим та потребують проведення подальших досліджень.

Мета досліджень. Встановити закономірності зміни експлуатаційних показників роботи дизельного двигуна при використанні дизельного палива (ДП) нафтового походження та ДБП на основі рослинних олій. Визначити ефективність застосування нагріву ДБП перед його впорскуванням в циліндр двигуна внутрішнього згорання.

Результати досліджень. Енергетичний засіб у складі МТА забезпечує тягову силу для виконання переміщення та привід робочої машини, через передачу необхідної енергії за допомогою валу відбору потужності.

Згідно проведених нами досліджень [6], отримано залежність для визначення коефіцієнта зменшення ефективності використання ДБП у порівнянні з ДП, який визначається виразом:

$$k_{змДБП} = \frac{k_{ДБП}}{k_{ДБП}^{max}} = \frac{Q_{ндп} G_{дп}}{Q_{ндп} G_{дбп}} = \frac{\eta_{едбп}}{\eta_{едп}}, \quad (1)$$

звідки

$$\eta_{едбп} = \eta_{едп} k_{змДБП} = \frac{\eta_{едп} Q_{ндп} G_{дп}}{Q_{ндп} G_{дбп}}, \quad (2)$$

де $k_{змДБП}$ – коефіцієнт зменшення ефективності використання ДБП у порівнянні з ДП, відн. од.; $k_{ДБП}$ – фактичний коефіцієнт ефективності використання ДБП, відн. од.; $k_{ДБП}^{max}$ – максимальний коефіцієнт ефективності використання ДБП, відн. од.; $G_{дп}$ – годинна витрата ДП, кг/год; $G_{дбп}$ – годинна витрата ДБП, кг/год.; $Q_{ндп}$ – нижча теплотворна здатність ДП, Дж/кг; $Q_{ндбп}$ – нижча теплотворна здатність ДБП, Дж/кг; $\eta_{едп}$ – ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна на ДП, відн. од.; $\eta_{едбп}$ – ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна на ДБП, відн. од.

Ефективний ККД двигуна можна визначити згідно загальновідомої формули [7]:

$$\eta_E = \frac{3,6 \cdot 10^6}{g_E Q_H} = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{G Q_H}, \quad (3)$$

де η_E – ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна, відн. од.; g_E – питома витрата палива, г/Вт год.; Q_H – нижча теплотворна здатність палива, Дж/кг; N_E – ефективна потужність двигуна, Вт; G – годинна витрата палива, кг/год.

Для виконання подальших теоретичних розрахунків параметрів роботи дизельного двигуна згідно формули (3), необхідно знати зміну ефективного коефіцієнта корисної дії в залежності від зміни потужності. Нами проаналізовано регуляторну характеристику роботи двигуна Д-65Н [8] на регуляторній гілці та отримано залежність зміни ефективного коефіцієнта корисної дії від завантаження двигуна та виконано її апроксимацію (рис. 1). Встановлено, що ефективний коефіцієнт корисної дії, в залежності від завантаження двигуна, з вірогідністю $R^2 = 0,986$ можна описати поліномом другого ступеню:

$$\eta_{ЕДП} = \alpha N_E^2 + \beta N_E + \gamma, \quad (4)$$

де α , β , γ – коефіцієнти апроксимації ($\alpha = -0,000176953$, $\beta = 0,014935465$, $\gamma = 0,040581582$).

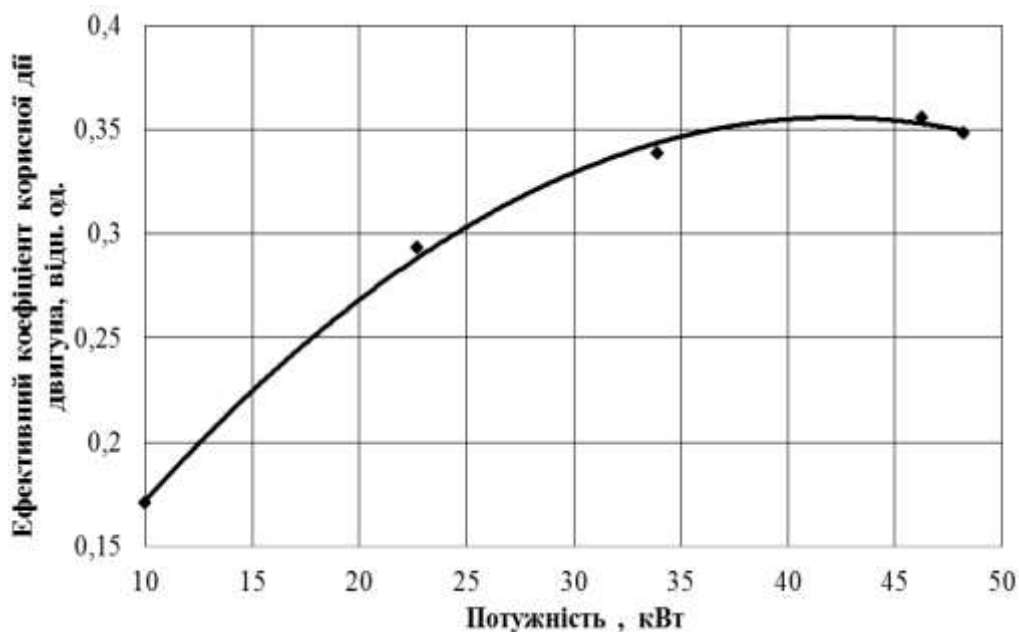


Рис. 1. Залежність ефективного коефіцієнта корисної дії двигуна Д-65Н на ДП від його завантаження.

Із виразу (3), годинна витрата дизельного палива становитиме:

$$G_{ДП} = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{Q_{HDП} \eta_{ЕДП}} = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{Q_{HDП} (\alpha N_E^2 + \beta N_E + \gamma)}. \quad (5)$$

Зміна ефективного коефіцієнта корисної дії двигуна Д-65Н згідно з його регуляторної характеристики показує, що найефективніше двигун переводить хімічну енергію ДП в ефективну роботу при завантаженні близькому до 40 кВт. Для даного двигуна це відповідає його завантаженню на рівні 85-90 %. Цей діапазон завантаження двигуна енергозасобу відповідає оптимальному до якого доцільно наблизитися при формуванні МТА при виконанні технологічних операцій. На нашу думку, для отримання адекватних даних, при визначенні коефіцієнта зменшення ефективності використання ДБП, доцільно порівнювати витрату палива двигуном саме при даному завантаженні.

Із виразу (5) годинна витрата дизельного біопалива становитиме:

$$G_{ДБП} = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{Q_{НДБП} \eta_{ЕДП} k_{ЗМДБП}} = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{Q_{НДБП} (\alpha N_E^2 + \beta N_E + \gamma) \left(\frac{Q_{НДП} G_{ДП}^{ОПТ}}{Q_{НДБП} G_{ДБП}^{ОПТ}} \right)}, \quad (6)$$

де $G_{ДП}^{ОПТ}$, $G_{ДБП}^{ОПТ}$ – відповідно годинна витрата ДП та ДБП в оптимальному діапазоні, кг/год.

Для визначення експлуатаційних показників роботи дизельного двигуна, виконано порівняльні стендові випробування роботи двигуна Д-65Н. Отримано характеристики дизельного двигуна на регуляторній гілці, при роботі на ДП нафтового походження, ДБП на основі метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії та з застосуванням підігріву ДБП перед впорскуванням до циліндра. Для виконання стендових досліджень виконано модернізацію штатної системи живлення трактора ПМЗ-6 АКЛ згідно [9], температуру нагріву ДБП було прийнято на рівні 120 С, що відповідає результатам раніше проведених досліджень [10]. Для перевірки адекватності отриманої методики визначення зміни експлуатаційних показників роботи дизельного двигуна, виконано розрахунки при застосуванні відповідного типу палива та виконано порівняння отриманих теоретичних та експериментальних даних (табл. 1). При проведенні теоретичних розрахунків значення нижчої теплотворної здатності дизельного палива прийнято на рівні 41 МДж/кг, дизельного біопалива – 37 МДж/кг.

На базі отриманих теоретичних та експериментальних даних побудовано графіки (рис. 2, рис. 3) зміни коефіцієнта корисної дії двигуна Д-65Н та його питомих витрат палива від зміни навантаження, з нанесенням експериментальних точок та теоретичних характеристик відповідно для ДП та ДБП без та з застосуванням нагріву палива перед впорскуванням.

1. Значення експериментальних та теоретичних точок регуляторної характеристики роботи двигуна Д-65Н на регуляторній гілці.

Дизельне паливо					
1	2	3	4	5	6
Потужність, кВт	10,28	20,39	30,08	39,96	45,73
Годинна витрата палива, кг/год.	4,86	6,36	8,33	9,96	11,76
Питома витрата палива, г/кВт год.	473	312	277	249	257
Коефіцієнт корисної дії двигуна, від. од.	0,1857	0,2815	0,3171	0,3523	0,3414
Розрахунковий коефіцієнт корисної дії двигуна, від. од.	0,1754	0,2715	0,3297	0,3548	0,3535
Різниця між практичним та розрахунковим ККД двигуна, %	1,03	1,00	1,27	0,26	1,21
Розрахункова годинна витрати палива, кг/год.	5,15	6,59	8,01	9,89	11,36
Розрахункова питома витрата палива, г/кВт год.	501	323	266	247	248
Відхилення розрахункової питомої витрати палива від експериментальної, %	5,88	3,67	3,84	0,72	3,42
Дизельне біопаливо без підігріву					
Потужність, кВт	10,28	20,36	30,18	39,89	45,61
Годинна витрата палива, кг/год.	5,72	7,36	9,78	11,95	13,68
Питома витрата палива, г/кВт год.	556	361	324	300	300
ККД двигуна, від. од.	0,1749	0,2692	0,3002	0,3248	0,3244
Коефіцієнт зменшення ККД двигуна, від. од.	0,924	0,924	0,924	0,924	0,924
Розрахунковий коефіцієнт корисної дії двигуна, від. од.	0,1620	0,2506	0,3049	0,3277	0,3266
Різниця між практичним та розрахунковим ККД двигуна, %	1,29	1,86	0,47	0,29	0,23
Розрахункова годинна витрати палива, кг/год.	6,17	7,91	9,63	11,84	13,59
Розрахункова питома витрата палива, г/кВт год.	601	388	319	297	298
Відхилення розрахункової питомої витрати палива від експериментальної, %	7,93	7,41	1,53	0,88	0,69
Дизельне біопаливо з підігрівом					
Потужність, кВт	9,71	18,70	29,23	37,66	45,61
Годинна витрата палива, кг/год.	5,23	6,61	9,17	10,90	13,10
Питома витрата палива, г/кВт год.	539	353	314	289	287
ККД двигуна, від. од.	0,1806	0,2753	0,3100	0,3362	0,3388
Коефіцієнт зменшення ККД двигуна, від. од.*	0,953	0,953	0,953	0,953	0,953
Розрахунковий коефіцієнт корисної дії двигуна, від. од.	0,1610	0,2460	0,3107	0,3356	0,3372

Продовження табл. 1

Дизельне паливо					
1	2	3	4	5	6
Різниця між практичним та розрахунковим ККД двигуна, %	1,96	2,93	0,07	-0,05	-0,16
Розрахункова годинна витрати палива, кг/год.	5,87	7,40	9,15	10,92	13,16
Розрахункова питома витрата палива теоретична, г/кВт год.	604,20	395,60	313,12	289,88	288,57
Відхилення розрахункової питомої витрати палива від експериментальної, %	12,18	11,92	0,24	0,16	0,47

* значення витрати палива отримано методом інтерполяції, виходячи із витрати палива при навантаженні 38 кВт.

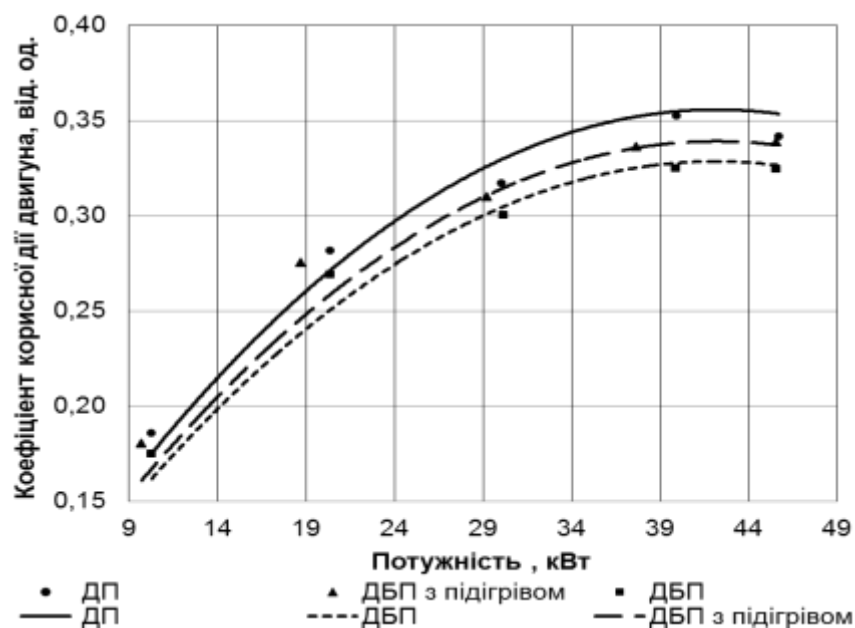


Рис. 2. Зміна коефіцієнта ефективності використання палива дизельним двигуном внутрішнього згорання.

Аналіз отриманих експериментальних та теоретичних даних зміни коефіцієнта корисної дії двигуна підтверджує відповідність розрахункових даних експериментальним. Так максимальне відхилення розрахункового значення коефіцієнта корисної дії двигуна від експериментального для ДП склало 1,27 % при навантаженні 30 кВт, для ДБП без підігріву 1,86 % при навантаженні 20 кВт та 2,93 % для ДБП з підігрівом при навантаженні близькому до 19 кВт. Застосування нагріву ДБП перед впорскуванням в циліндр двигуна сприяє покращенню його згорання, як наслідок відбувається підвищення коефіцієнта корисної дії двигуна на величину від 2,2 до 4,2 % в залежності від величини навантаження.

Аналіз показує, що значення показників питомої витрати палива отримані розрахунковим шляхом відповідають

експериментальним. Так максимальне відхилення розрахункової питомої витрати ДП від експериментальної склало менше 6 % при навантаженні 10,28 кВт, на ДБП без підігріву палива – 7,93 % при 10,28 кВт та 12,93 % із застосування підігріву ДБП при навантаженні 9,71 кВт. Проте слід зазначити, що відхилення розрахункової питомої витрати палива від експериментальних даних в інтервалі навантаження від 30 до 45 кВт, не перевищило 4%.

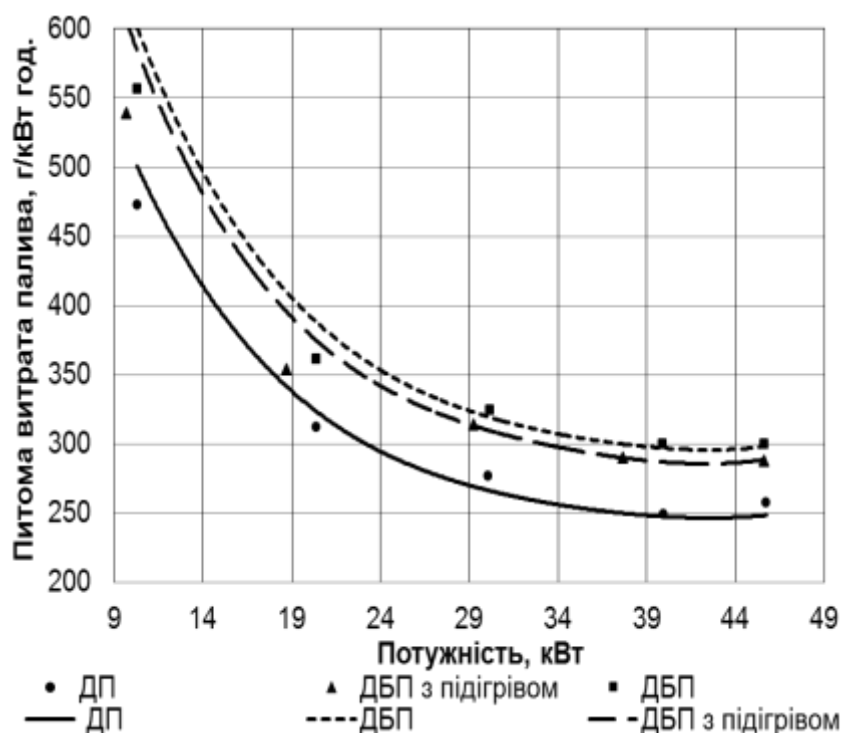


Рис. 3. Зміна питомих витрат палива на ДП та ДБП із застосуванням підігріву та без нього в залежності від ефективної потужності двигуна.

Висновки

Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволяє стверджувати, що підігрів ДБП перед впорскуванням у циліндр двигуна сприяє покращенню його згорання, як наслідок, відбувається підвищення ККД двигуна та спостерігається зменшення питомої витрати в середньому близько 4%.

Проведений аналіз експлуатаційних показників роботи дизельного двигуна на різних типах палива отриманих розрахунковим та експериментальним шляхом, дозволяє стверджувати про адекватність отриманих математичних залежностей та можливість застосування запропонованої методики для прогнозування зміни витрати палива в залежності від завантаження двигуна, типу та характеристик палива, що застосовується при роботі МТА.

Список літератури

1. *DI. Herbert Lampel. Alternative fuels for diesel engines // OECD Annual Meeting. Paris, 2007. 222.116. EUCAJR / CONCAVE / JRC, Nov. 2003*
2. *Войтов В. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів з використанням біодизеля / В. Войтов, М. Карнаух, М. Даценко // Техніка і технології АПК. – 2009. – № 1. – С. 13–17.*
3. *Черненко С.М. Економічні та енергетичні показники роботи дизельного двигуна при використанні біопалива з ріпаку / С.М. Черненко, А.Г. Атамась // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Миколи Остроградського. – Кременчук, 2007. – Вип. 2, ч. 2. – С. 85–89.*
4. *Ивановский В.Г. Анализ параметров рабочего процесса судового среднеоборотного двигателя при работе на биодизеле [текст] / В.Г. Ивановский, Р.А. Варбанец, В.М. Горбов, В.С. Митенкова // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 8 (65). – С. 102–106.*
5. *Попов Д.В. Покращення екологічних показників дизельних двигунів / Д.В. Попов, І.І. Линнік // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. – № 4. – С. 79–82.*
6. *Голуб Г.А. Визначення тягової сили енергозасобів при роботі на дизельному біопаливі / Г.А. Голуб, В.В. Чуба // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ "ІМЕСГ", 2013. – Вип. 98, т. 2. – С. 135–145.*
7. *Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей / А.В. Николаенко. – М.: Колос, 1984. – 335 с.*
8. *Протокол №29-105-84 (2014410) периодических испытаний трактора ЮМЗ-6АЛ изготовления 1983 года. / ВНИИМОЖ. – Васильков, 1984. – 117 с.*
9. *Трегуб М.І. Спосіб температурної підготовки пального на двигунах / М.І. Трегуб, В.В. Чуба // Патент на корисну модель № 21673 України, МПК (2006) P02M 31/02., бюл. №3., 2007.*
10. *Голуб Г.А. Напрямки удосконалення виробництва і використання дизельного біопалива / Голуб Г.А., Чуба В.В., Павленко М.Ю. // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вінниця, 2012. – Вип. 10, т.1. – С. 20–23.*

Приведены теоретические зависимости и предложена методика определения изменения эксплуатационных параметров работы дизельного двигателя в зависимости от нагрузки, типа и характеристик топлива, выполнен анализ полученных теоретических зависимостей и экспериментальных данных. Установлено влияние нагрева дизельного биотоплива на эффективные показатели работы дизельного двигателя внутреннего сгорания.

Машинотракторный агрегат, дизельное топливо, дизельное биотопливо, подогрев.

It showed theoretical dependence and given method for determination of technical and operational parameters changing of diesel engine operation beholds load, type and characteristics of fuel, analysis of obtained theoretical dependences and experimental data. It is effect of

diesel fuel heating for effective performance of diesel internal combustion engine.

Power tool, diesel fuel, diesel biofuels, heating.

УДК 631.3.004.67

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФОРМУВАНЬ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ПРИ ЇХ СЕРТИФІКАЦІЇ

В.Д. Войтюк, доктор технічних наук

Приведено результати наукових досліджень визначення показників якості формувань технічного сервісу. Розроблена модель системи показників якості формувань технічного сервісу при їх сертифікації. Розроблені групи техніко-економічних показників якості і показників якості технології і безпеки технічного сервісу.

Технічний сервіс, сільськогосподарська техніка, стандартизація, показники якості.

Постановка проблеми. Перші правові акти в Україні були опубліковані у 1993 році Декрет Кабінету Міністрів України „Про стандартизацію і сертифікацію та „Перелік продукції, що підлягає обов’язковій сертифікації в Україні”. В 1996 році друкуються деякі нові ДСТУ які установлюють основні принципи, структуру та правила існуючій Державній Системи сертифікації – УкрСЕПРО. Сертифікація повинна в цілому забезпечити убезпечення життя та здоров’я людей, захисту їхнього майна, а також охорони навколишнього природного середовища. В Україні існує єдина Система сертифікації – УкрСЕПРО, яка здійснює такі взаємопов’язані види діяльності: сертифікація продукції (процесів, послуг); атестація виробництв; сертифікація систем якості.

Найбільш важливим є необхідність розгляду управління якістю продукції (товарів, робіт та послуг), формування загальної культури якості і постійне удосконалення управління якістю у галузі агропромислового комплексу. Програмою дії Уряду України визначено „Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції” сформульована державна політика у сфері управління якістю, яка базується, на підтримці та стимулюванні зусиль, підприємств та організацій в їх намаганні задовольнити потреби

© В.Д. Войтюк, 2014