

Моделиране на специфичния разход на електроенергия на фуражен цех

Кондю Андонов, Борис Борисов

Анотация: Разработен е аналитичен модел за симулиране на специфичният разход на електроенергия за фуражен цех за концентрирани смеси. Изведени са зависимости за определяне на разхода по технологични трактове както за отделните машини и агрегати, така и за цеха като цяло. Осъществена е проверка на модела за действащ фуражен цех.

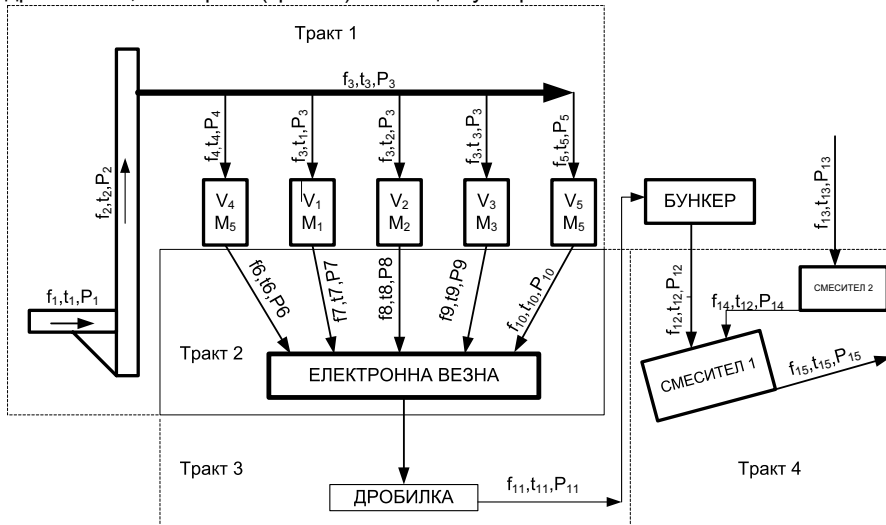
Ключови думи: енергийна ефективност; поточни процеси; фуражопроизводство.

Увод

Цеховете за производство на фуражи се отнасят към поточните производствени системи. Независимо от проведените системни изследвания по създаването на методи и методики за обследването на електрифицираната техника и машини [2,3], същите не отчитат спецификата на производството на фуражите и произтичащите от това режими на работа на технологичните линии и електрозадвижвания във фуражните цехове[1,4]. Следователно налице е необходимостта от проучването електропотреблението на цеховете с цел разработването на методики за установяването на специфичния разход и обследването за енергийна ефективност на фуражените цехове за производство на концентрирани смеси.

Аналитичен модел

Технологичната схема на фуражните цехове за производството на фуражни смеси са обособени по групи, които могат да се обединят в 4 тракта (фиг.1). Първият (тракт1) обхваща линиите за зареждане на бункерите, вторият (тракт 2) обхваща линиите за пълнене на електронните везни, третият (тракт 3) се отнася до дробилката, четвъртия (тракт 4) обхваща бункерите и линиите за смесване.



Фиг. 1. Схема на разделение на параметрите, формиращи специфичния разход на електроенергия

По отношение на всеки от трактовете специфичния разход на електроенергия ще се определя както следва:

1. Тракт 1

Потоците, захранващи бункерите, са отразени на фиг.1. Захранващ е потокът f_1 , осигуряван от шнек 1. Останалите потоци са свързани съгласно схемата от фиг.1. Времето за зареждане на бункерите за зърно е

$$T_Z = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (1)$$

където T_Z е продължителността на цикъла на зареждане на бункерите, h;

t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 - времената на зареждане съответно на бункерите V1, V2, V3, V4 и V5, h;

Количеството зърно, подадено в бункерите е

$$M_Z = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 \quad (2)$$

Или

$$M_Z = f_1 \cdot t_1 + f_2 \cdot t_2 + f_3 \cdot t_3 + f_4 \cdot t_4 + f_5 \cdot t_5 \quad (3)$$

където M_Z е общото количество зърно, подадено в бункерите, kg;

M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 – количеството зърно, подадено към всеки от бункерите, kg;

f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 – производителността на шнеконете и елеватора, kg/h.

Разходът на електроенергия ще бъде

$$W_Z = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \quad (4)$$

Или

$$W_Z = P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2 + P_3 \cdot t_3 + P_4 \cdot t_4 + P_5 \cdot t_5 \quad (5)$$

Където W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 е разходът на електроенергия от всеки от механизмите, $kW \cdot h$;

P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 – средната мощност за един цикъл на всеки от механизмите, kW ;

Специфичният разход на електроенергия е

$$e_1 = \frac{W_1}{M_1}; e_2 = \frac{W_2}{M_2}; e_3 = \frac{W_3}{M_3}; e_4 = \frac{W_4}{M_4}; e_5 = \frac{W_5}{M_5}, \quad (6)$$

където e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 е специфичният разход на електроенергия за един цикъл от всеки от задвижваните механизми, $kW \cdot h/kg$.

Приведеният специфичен разход за тракт 1 е

$$e_I = \frac{e_1 \cdot P_1 + e_2 \cdot P_2 + e_3 \cdot P_3 + e_4 \cdot P_4 + e_5 \cdot P_5}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5} \quad (7)$$

2. Тракт 2

Времето за зареждане на бункерите за зърно е

$$T_V = t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} \quad (8)$$

където T_V е продължителността на цикъла на зареждане на бункерите, h;

$t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}$ - времената на подаване на зърно от всеки шнек, h.

Количеството зърно, подадено във везната е

$$M_V = M_6 + M_7 + M_8 + M_9 + M_{10} \quad (9)$$

Или

$$M_V = f_6 \cdot t_6 + f_7 \cdot t_7 + f_8 \cdot t_8 + f_9 \cdot t_9 + f_{10} \cdot t_{10} \quad (10)$$

където M_V е общото количество зърно, подадено във везната (една доза от смеската), kg;

$M_6, M_7, M_8, M_9, M_{10}$ – количеството зърно, подадено от всеки шнек във везната, kg;

$f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}$ – производителността на всеки от шнеконете захранващи везната, kg/h.

Разходът на електроенергия ще бъде

$$W_V = W_6 + W_7 + W_8 + W_9 + W_{10} \quad (11)$$

Или

$$W_V = P_6 \cdot t_6 + P_7 \cdot t_7 + P_8 \cdot t_8 + P_9 \cdot t_9 + P_{10} \cdot t_{10} \quad (12)$$

Където $W_6, W_7, W_8, W_9, W_{10}$ е разходът на електроенергия от всеки от шнековете, kW.h;

$P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}$ – средната мощност на всеки от шнековете, kW.

Специфичният разход на електроенергия е

$$e_6 = \frac{W_6}{M_6}; e_7 = \frac{W_7}{M_7}; e_8 = \frac{W_8}{M_8}; e_9 = \frac{W_9}{M_9}; e_{10} = \frac{W_{10}}{M_{10}}, \quad (13)$$

където $e_6, e_7, e_8, e_9, e_{10}$ е специфичният разход на електроенергия за един цикъл от всеки от шнековете, kW.h/kg.

Приведеният специфичен разход за тракт 2

$$e_{II} = \frac{e_6 \cdot P_6 + e_7 \cdot P_7 + e_8 \cdot P_8 + e_9 \cdot P_9 + e_{10} \cdot P_{10}}{P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10}} \quad (14)$$

3.Тракт 3

Времето за смилане на една доза зърно е T_D . Количеството зърно, подадено във везната е $M_D = M_V$. Разходът на електроенергия ще бъде W_D , kW.h. Специфичният разход на електроенергия е

$$e_{III} = \frac{W_D}{M_D} \quad (15)$$

3.Тракт 4

Потоците, захранващи смесителите са отразени на фиг.1.

Времето за образуване на дозата в смесител 1 е t_{10} , мощността, консумирана от двигателя е P_{13} (kW), количеството микродобавки M_m (kg), а времето на смесване t_{13} , h. Времето за омесване на смеската е t_{12} , h. Количеството материал, подаден в смесител 2 е

$$M_S = M_D + M_m \quad (16)$$

Разходът на електроенергия ще бъде

$$W_S = W_D + W_m \quad (17)$$

Или

$$W_S = P_{12} \cdot t_{12} + P_{13} \cdot t_{13} \quad (18)$$

Където W_S, W_m е разходът на електроенергия от смесителите, kW.h;

P_{12}, P_{13} – средната мощност на всеки от шнековете, kW.

Специфичният разход на електроенергия е

$$e_{12} = \frac{W_{12}}{M_{12}}; e_{13} = \frac{W_{13}}{M_{13}}; \quad (19)$$

където e_{12}, e_{13} е специфичният разход на електроенергия за омесване на смеските, kW.h/kg.

Приведеният специфичен разход за тракт 4

$$e_{IV} = \frac{e_{12} \cdot P_{12} + e_{13} \cdot P_{13}}{P_{12} + P_{13}} \quad (20)$$

Относителният разход на енергия за брой дози, образуване от едно зареждане на приемните бункери ще се определи както следва

$$e_N = \frac{e_1 \cdot P_1 + e_2 \cdot P_2 + e_3 \cdot P_3 + e_4 \cdot P_4 + e_5 \cdot P_5}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5} \quad (21)$$

$$+ \frac{e_6 \cdot P_6 + e_7 \cdot P_7 + e_8 \cdot P_8 + e_9 \cdot P_9 + e_{10} \cdot P_{10}}{P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10}} + \frac{W_D}{M_D} + \frac{e_{12} \cdot P_{12} + e_{13} \cdot P_{13}}{P_{12} + P_{13}}$$

Проверка на модела

Моделите (1),..., (21) са проверени като е обседван фуражения цех с технологичната схема от фиг. 1. Осъществени са измервания за 5 типа рецепти. След извършените изчисления резултатите са обобщени. В табл.1 е представено разпределението на специфичния разход на електроенергия при работа на фуражомелката. Нивата на вариране са между 25,52 и 35,86 kW.h/t , при среден разход между 27,58 и 30,32 kW.h/t и отклонение до 7,64 kW.h/t. В табл.2 е представено разпределението на специфичния разход на електроенергия при работа на смесител1. Нивата на вариране са между 2,91 и 4,84 kW.h/t , при среден разход между 3р31 и 4,01 kW.h/t и отклонение до 1,59 kW.h/t.

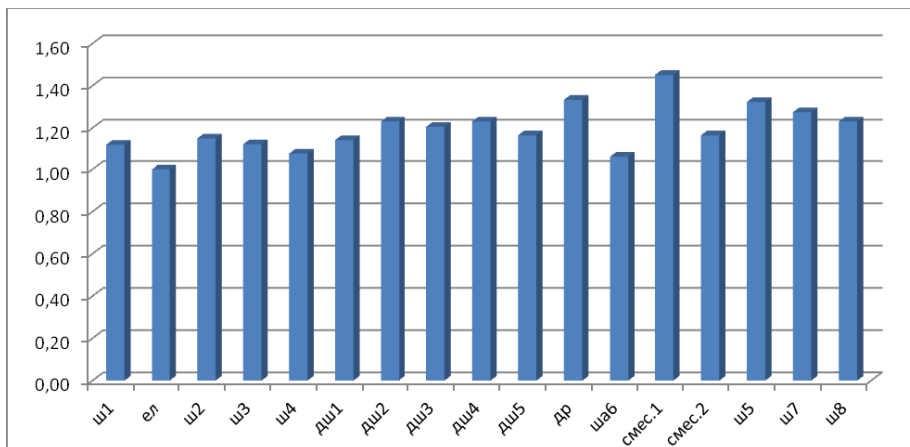
Таблица 1
Разпределение на специфичния разход на електроенергия при работа на фуражомелката, kW.h/t

Вид рецепта	Опити											Среден разход	Отклонения
	Рецепта1	30,47	33,04	27,61	35,86	30,79	28,61	25,52	27,48	31,54	26,01		
Рецепта2	28,48	30,87	25,81	33,51	28,77	26,73	23,85	25,66	29,47	24,31	27,46	27,72	5,69
Рецепта3	32,17	28,34	31,20	30,15	31,12	32,33	28,83	31,02	28,69	29,39	30,27	30,32	8,29
Рецепта4	30,11	29,00	28,44	26,83	28,63	29,47	26,28	28,28	29,25	26,79	28,26	28,30	6,28
Рецепта5	26,48	26,99	29,27	30,21	25,55	26,26	27,04	26,48	30,02	27,57	27,51	27,58	5,55

Таблица 2
Разпределение на специфичния разход на електроенергия при работа на смесител 1, kW.h/t

Вид рецепта	Опити											Среден разход	Отклонения
	Рецепта1	3,64	3,95	3,30	4,28	3,68	3,42	3,05	3,28	3,77	3,11		
Рецепта2	3,40	3,69	3,08	4,00	3,44	3,20	2,85	3,07	3,52	2,91	3,28	3,31	0,89
Рецепта3	4,12	4,46	3,73	4,84	4,16	3,87	3,44	3,71	4,26	3,51	3,96	4,01	1,59
Рецепта4	3,75	4,07	3,40	4,41	3,79	3,52	3,14	3,38	3,88	3,20	3,62	3,65	1,23
Рецепта5	3,86	4,18	3,50	4,54	3,90	3,62	3,23	3,48	4,00	3,29	3,72	3,76	1,34

Динамиката в промяната на нивото на специфичния разход на електроенергия по машини и агрегати на цеха при производството на смеска 1 е илюстрирана на фиг.2.



Фиг.2. Ниво на специфичния разход на електроенергия по машини и агрегати на цеха при производството на смеска 1

Заклучение

Синтезираните модели за проучване електропотреблението във фуражопроизводството позволяват да се моделира специфичния разход на електроенергия по технологични трактове и разработването на методики за установяването на специфичния разход на електроенергия при обследването за енергийна ефективност на фуражените цехове, предназначени за производство на концентрирани смески.

Чрез резултатите от проверката е доказана работоспособността на моделите, като отклоненията от специфичните разходи достига до 7,64 kW.h/t. при смилането и до 1,59 kW.h/t. при смесването на фуражите.

Моделите за специфичния разход на електроенергия са основа за изграждане на действаща система както за мониторинга на електропотреблението във фуражните цехове, така и за управление на производството на фуражни смески.

Литература

1. Андонов К. Комплексна електрификация на селскостопанското производство. Печатна база на ВТУ „Ангел Кънчев“, Русе, 1990.
2. Диолов О. Разработване на модели и средства за изследване на енергийната ефективност на асинхронни електродвигатели. Дисертация за присъждане на образователната и научна степен "Доктор", Русе, 2009, с. 158.
3. Диолов О., К. Андонов, Б. Евстатиев, А. Кръстева, В. Кирчев. Модел за мониторинг и оценка на енергийната ефективност на групирани електрически задвижвания. - Енергетика, №8, 2008, с. 26 – 31.
4. Славин Р.М. Научные основы автоматизации производства в животноводстве и птицеводстве. Москва, Колос, 1974.

За контакти:

Проф. д-р Кондю Андонов, Русенски университет "Ангел Кънчев", Катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“, тел.: 082-888 302, e-mail: kandonov@ru.acad.bg.

Докладът е рецензиран.