

Лабораторная работа № 1

МЕТОДИКА РАСЧЁТА САМОХОДНЫХ АГРЕГАТОВ. РАСЧЁТ СКОРОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-10К ПРИ УБОРКЕ ПРЯМЫМ КОМБАЙНИРОВАНИЕМ

Цель работы: рассчитать скорость зерноуборочного комбайна КЗС-10К при уборке прямым комбайнированием.

Теоретическая часть

Навесной тяговый агрегат рассчитывается с учётом следующих особенностей. Эксплуатационный вес трактора увеличивается за счёт догрузки его навесной машиной или сцепкой, т.е. в этом случае увеличивается сопротивление перемещению P_f трактора:

$$P_f = G_{\text{тр}} (1 + \lambda) f,$$

где λ_1 – коэффициент, учитывающий величину догрузки трактора (при пахоте $\lambda_1 = 0,5 \dots 1,0$; при культивации $\lambda_1 = 1,0 \dots 1,5$; при глубоком рыхлении $\lambda_1 = 1,6 \dots 2,0$).

Увеличивается также и сила сцепления трактора с почвой:

$$F_{\text{сц}} = G_{\text{тр}} (1 + \lambda) \mu.$$

В то же время удельное сопротивление навесной рабочей машины несколько уменьшается:

$$K_0^H = K_0 \lambda_2,$$

где λ_2 – коэффициент, учитывающий уменьшения удельного сопротивления навесной машины ($\lambda_2 = 0,8 \dots 0,85$).

Расчёт тягово-приводных агрегатов

При расчёте тягово-приводных агрегатов следует учитывать, что на привод рабочих органов расходуется часть касательной силы, поэтому дополнительные тяговое сопротивление рабочей машины с приводом от ВОМ будет составлять величину $R_{\text{ВОМ}} = \Delta P_K$

$$R_{\text{ВОМ}} = \frac{0,159 N_{\text{ВОМ}} \eta_{\text{тр}} i_{\text{тр}}}{r_k n_m \eta_{\text{ВОМ}}},$$

где $N_{\text{ВОМ}}$ – мощность, расходуемая на привод рабочих органов, кВт.

Суммарное сопротивление одной рабочей машины в этом случае будет равно

$$\sum R_M = K_0 b + R_{\text{ВОМ}} = (K_0 + R_{\text{ВОМ}} / b)$$

или

$$\sum R_M = K_0^{\text{пр1}},$$

					Лабораторная работа №1		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Методика расчёта самоходных агрегатов. Расчёт скорости зерноуборочного комбайна КЗС-10К при уборке прямым комбайнированием	Лит.	Лист
Провер.							1
						Листов	
						6	
						ГГТУ им. П.О.Сухого, гр. ЗС-31с	

где $K_0^{\text{пр}} = (K_0 + R_{\text{вОМ}} / b)$ – приведённое удельное сопротивление, кН/м (определяется расчётным путём).

Максимальная ширина захвата агрегата будет равна

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{T_H} \xi_{P_T}}{K_0^{\text{пр}}}.$$

С учётом подъёмов и уклонов:

$$B_{\text{max}} = \frac{\left(P_{T_H} \pm G_{\text{тр}} \frac{i}{100} \right) \xi_{P_T}}{K_0^{\text{пр}} \pm g_M \frac{i}{100}}.$$

В большинстве случаев состав агрегатов известен и по-другому скомплектован быть не может. В этих случаях приводится расчёт скоростных режимов работы. Особенность расчёта заключается в том, что определяются три значения скорости движения: агротехнически допустимая $v_p^{\text{арп}}$, максимально допустимая по пропускной способности рабочих органов $v_p^{\text{пр}}$ и максимально допустимая скорость движения по мощности двигателя $v_p^{N_e}$. Скорость движения $v_p^{\text{пр}}$ определяется по формуле

$$v_p^{\text{пр}} = \frac{10 \cdot q_H}{B_p H},$$

где q_H – номинальная пропускная способность рабочей машины, кг/с; B_p – рабочая ширина захвата, м; H – норма внесения материалов или урожайность культур, т/га.

Урожайность культур включает в себя как основную, так и побочную продукцию (например, зерно и солома, свёкла и ботва и т.д.).

Далее необходимо рассчитать значения мощности двигателя $N_{\text{ер}}$ необходимой для работы агрегата со скоростью $v_p^{\text{пр}}$.

Для тягово-приводного агрегата

$$N_{ep} = \frac{(R_M + P_f + P_a) V_P^{\text{пр}}}{\eta_{\text{мг}} \eta_{\text{б}}} + \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}}.$$

Для самоходного агрегата

$$N_{ep} = \frac{(R_M + V_P^{\text{пр}})}{\eta_{\text{мг}} \eta_{\text{рп}} \eta_{\text{гп}}} + \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}},$$

где $\eta_{\text{рп}}$ – к.п.д. клиноременной передачи; $\eta_{\text{гп}}$ – к.п.д. гидропривода; $\eta_{\text{вОМ}}$ – к.п.д. ВОМ (0,94...0,96).

Если рассчитанное значение $N_{\text{ер}} < N_{\text{ен}}$, агрегат работает на скорости не более $v_p^{\text{пр}}$. Если же $N_{\text{ер}} > N_{\text{ен}}$, то агрегат, естественно, должен работать на меньшей скорости с учётом возможностей двигателя. В этом случае значения скорости $v_p^{\text{пр}}$ подсчитываются по следующим формулам.

Для тягово-приводных агрегатов

					Лабораторная работа №1	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$v_p^{Ne} = \frac{\left(N_{eH} \xi_{Ne} - \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}}\right) \eta_{MG} \eta_{\delta}}{R_M + G_{TP} \left(f_{TP} + \frac{i}{100}\right)}.$$

Для самоходных агрегатов

$$v_p^{Ne} = \left(N_{eH} \xi_{Ne} - \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}}\right) \eta_{MG} \eta_{\delta},$$

где ξ_{Ne} – допустимый коэффициент загрузки двигателя; η_{MG} – к.п.д. трансмиссии (для гусеничных тракторов $\eta_{MG} = 0,76 \dots 0,8$, для колёсных $\eta_{MG} = 0,78 \dots 0,82$).

Мощность, затрачиваемая на привод ВОМ, подсчитывается по формуле

$$N_{BOM} = N_{BOMp} + N_{BOMx} + N_{BOMg}$$

или

$$N_{BOM} = N_{ydgH} + N_{BOMx} + N_{BOMg},$$

где N_{ydgH} – затраты мощности на технологический процесс, кВт/кг/с; N_{BOMx} – мощность, расходуемая на холостое вращение рабочих органов, кВт; N_{BOMg} – мощность, расходуемая на привод дополнительных механизмов (ориентировочно 2...5 кВт для зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов), кВт.

Расчёт транспортных тракторных агрегатов

К особенностям расчёта транспортных тракторных агрегатов относится то, что вместо рабочих машин в агрегате используются тракторные прицепные тележки.

Суть расчёта сводится в основном к определению количества прицепов в транспортном агрегате. Полное тяговое сопротивление транспортного агрегата определяется по формул

$$R_{aT} = G_{\text{пр}}^n n_{\text{пр}} \left(f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100}\right),$$

где $G_{\text{пр}}^n$ – общий вес гружёного прицепа, кН; $n_{\text{пр}}$ – количество прицепов в агрегате, шт.; $f_{\text{пр}}$ – коэффициент сопротивления качению прицепа.

Для выбранных по дорожным условиям транспортных передач и с учётом угла склона или подъёма и повышенного сопротивления при трогании с места определяется максимальный прицепной вес

$$G_{\text{пр}}^{\text{max}} = \frac{P_{TH} \xi_{PT} - G_{TP} \left(f(a_{TP} - 1) \pm \frac{i}{100}\right)}{f a_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100}},$$

где a_{TP} и $a_{\text{пр}}$ – коэффициенты повышения сопротивления движению соответственно трактора и прицепа при трогании с места.

Количество прицепов в агрегате можно подсчитать по формуле

$$n_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}}^{\text{max}}}{G_{\text{пр}}^n},$$

где $G_{\text{пр}}^n$ – вес пустого прицепа.

Режимы работы агрегатов

Пользуясь графиками тяговой характеристики тракторов (рисунок 1), достаточно определить действительный режим работы агрегата – его рабочую ско-

					Лабораторная работа №1	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рость v_p . Исходным условием при определении действительных значений v_p является соотношение

$$(P_{TН} \pm G_{тр} \frac{i}{100}) \xi_{P_T} \geq R_a .$$

Методика определения v_p в этом случае состоит в следующем. Зная общее сопротивление агрегата R_a , можно выбрать передачу трактора, для которой соотношение соблюдается.

Поскольку масштаб графика тяговой характеристики на оси абсцисс одинаков для P_T и R_a , полученное расчётом сопротивление R_a откладывается на оси абсцисс, а затем на графике v_p выбранной передачи определяется действительное значение рабочей скорости движения агрегата (см. рисунок 1).

Следует помнить, что в практике расчётов могут встречаться случаи, когда определённое таким образом значение v_p выходит за пределы интервала допустимых скоростей. В этих случаях рекомендуется использовать переход на пониженный скоростной режим без изменения передачи. При этом рабочая скорость агрегата войдёт в интервал допустимых скоростей, а часовой расход топлива G_T даже уменьшится.

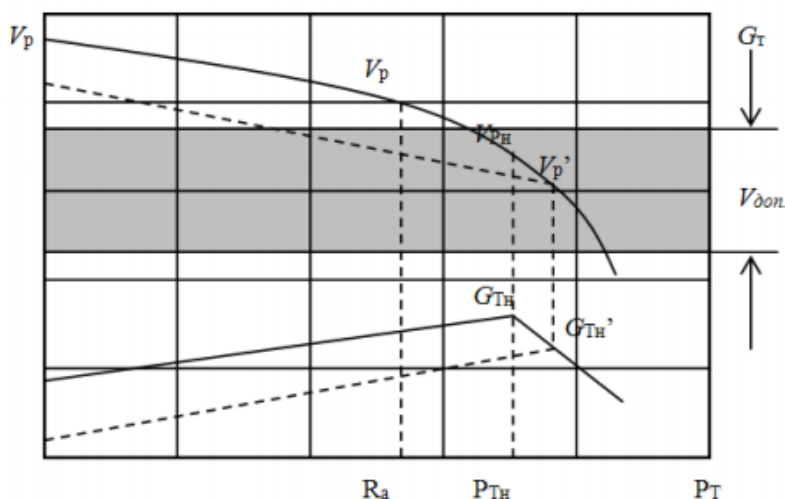


Рисунок 1. Определение рабочей скорости агрегата

Практическая часть

Таблица 1. Исходные данные

Номер варианта	$v_{агр},$ км/ч	$B_p,$ м	K_3	K_w	K_n	$h,$ т/га	δ_c	$\eta_{мг}$	$\eta_{рп}$	$\eta_{гп}$	$\eta_{вом}$
1	11,1	6,18	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
2	9,2	5,58	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95
3	11,3	5,12	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
4	10,2	5,80	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
5	9,6	5,96	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
6	9,2	5,52	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95
7	9,1	5,66	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95
8	9,8	5,90	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
9	10,4	6,22	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
10	9,6	5,54	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95

11	9,8	5,92	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
12	9,2	5,54	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95
13	10,6	5,84	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
14	11,2	6,36	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
15	10,6	6,20	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
16	9,2	5,76	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
17	9,2	5,58	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95
18	11,1	6,10	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
19	11,2	6,20	0,98	1,8	0,758	3	1,28	0,8	0,95	1	0,95
20	9,6	5,52	0,98	1,8	0,758	4	1,28	0,8	0,95	1	0,95

1. Определяем рабочую скорость комбайна КЗС-10К по агротехническим требованиям. Максимально допустимая скорость по агротехническим требованиям

$$v_{\text{ар}} = 11,1 \text{ км/ч.}$$

$$v_{\text{ар}} = \frac{v_{\text{ар}} \cdot 1000}{3600} = 3,083 \text{ м/с.}$$

2. Максимально допустимая скорость движения комбайна по пропускной способности определяется по формуле

$$v_{\text{пр}} = \frac{10q_{\text{д}}}{B_{\text{р}}H},$$

где $q_{\text{н}}$ – номинальная пропускная способность рабочей машины, кг/с; $B_{\text{р}}$ – рабочая ширина захвата, м; H – норма внесения материалов или урожайность культур, т/га.

Урожайность культур включает в себя как основную, так и побочную продукцию (например, зерно и солома, свёкла и ботва и т. д.).

$$h = \frac{h \cdot 1000}{10000} = \frac{3 \cdot 1000}{10000} = 0,3 \text{ кг/м}^2$$

$$H = h \cdot (1 + \delta_c) = 0,3 \cdot (1 + 1,28) = 0,684 \text{ кг / м}^2.$$

$$K_c = 0,6 \cdot \frac{(1 + \delta_c)}{\delta_c} = 0,6 \cdot \frac{(1 + 1,28)}{1,28} = 1,069.$$

Допустимая пропускная способность комбайна определяется по формуле

$$q_{\text{д}} = B_{\text{р}} \cdot v_{\text{ар}} \cdot H = 6,18 \cdot 3,083 \cdot 0,684 = 13,034 \text{ кг/с.}$$

3. Определяем значения мощности двигателя, необходимой для работы комбайна со скоростью $v_{\text{пр}}$, по формуле

$$N_{\text{ер}} = \frac{R_m \cdot v_{\text{пр}}}{\eta_{\text{мг}} \eta_{\text{рп}} \eta_{\text{гп}}} + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}}.$$

Сопротивление передвижению комбайна подсчитывается при значениях

$$G_m = 78,4 \text{ кН,}$$

$$f_m = 0,09.$$

Тогда

$$R_m = G_m \cdot f_m = 78,4 \cdot 0,09 = 7,056 \text{ кН.}$$

					Лабораторная работа №1						Лист
											5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

Величину $N_{\text{ВОМ}}$ подсчитывают по формуле

$$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{ВОМр}} + N_{\text{ВОМх}} + N_{\text{ВОМg}} = N_{\text{уд}} \cdot q_{\text{д}} + N_{\text{ВОМх}} + N_{\text{ВОМg}},$$

где $N_{\text{уд}} = 10 \frac{\text{кВт}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$, $N_{\text{ВОМх}} = 12 \text{ кВт}$, $N_{\text{ВОМg}} = 4 \text{ кВт}$.

Тогда

$$N_{\text{ВОМ}} = 10 \cdot 13,034 + 12 + 4 = 146,3 \text{ кВт}$$

С учетом полученных значений мощность двигателя

$$N_{\text{ер}} = \frac{R_m \cdot v_{\text{агр}}}{\eta_{\text{мг}} \cdot \eta_{\text{рп}} \cdot \eta_{\text{гп}}} + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} = \frac{7,056 \cdot 3,083}{0,8 \cdot 0,95 \cdot 1} + \frac{146,3}{0,95} = 182,664 \text{ кВт}.$$

В связи с тем, что номинальная мощность комбайна КЗС-10К $N_{\text{ен}} = 184 \text{ кВт}$, то есть $N_{\text{ер}} < N_{\text{ен}}$, то комбайн может работать на данной скорости. При этом указанная скорость лежит в пределах, допустимых по агротребованиям к скоростям движения.

Вывод: анализ результатов показывает, что комбайн КЗС-10К может работать на данной скорости, в связи с тем, что номинальная мощность комбайна 184 кВт.

					Лабораторная работа №1	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		