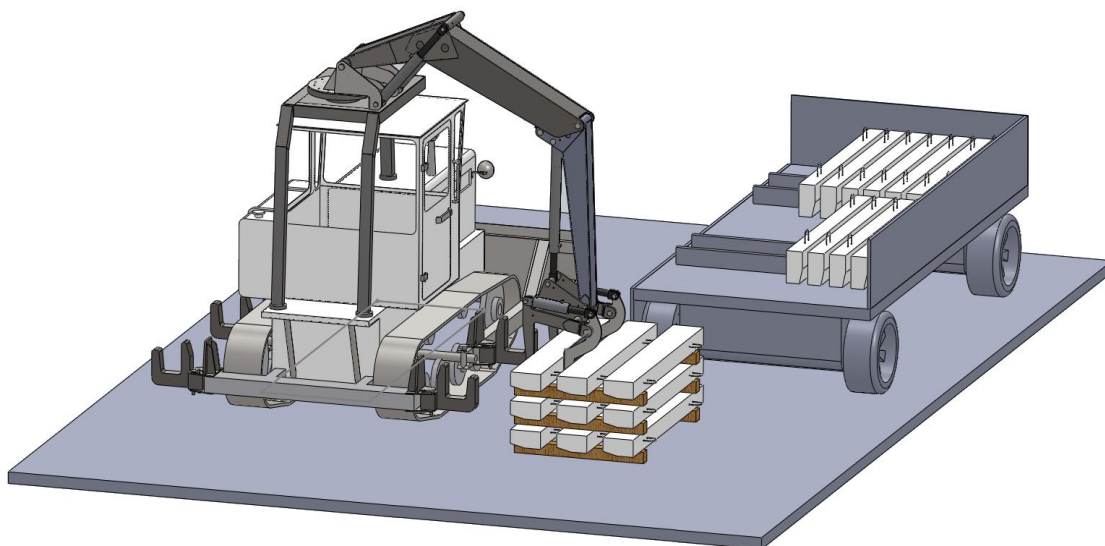


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

Методичні вказівки до самостійної та контрольної робіт
з курсу “**БУДІВЕЛЬНІ МАШИНИ**”
(для підготовки бакалаврів спеціальності
133" Галузеве машинобудування",
Освітньо-професійної програми “Підйомно-транспортні, будівельні,
дорожні, меліоративні машини та обладнання”
денної і заочної форм навчання)



Кропивницький 2020

Методичні вказівки до самостійної та контрольної робіт з курсу “Будівельні машини” (для підготовки бакалаврів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування", освітньо-професійної програми “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання” денної і заочної форм навчання) / Укл.: В.А. Настоящий, В.В. Яцун, І.О. Скриннік, О.А. Плотніков; М-во освіти і науки Укр., Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - 18 с.

Укладачі:

В.А. Настоящий – канд. техн. наук, професор,

В.В. Яцун – канд. техн. наук, доцент,

І.О. Скриннік – канд. техн. наук, доцент,

О.А. Плотніков – асистент

Рецензент:

С.Л. Хачатурян – канд. техн. наук, доцент.

Затверджено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва протокол № _2_ від 14.02.2020р.

© В.А.Настоящий, В.В. Яцун, І.О. Скриннік, О.А. Плотніков, 2020.

© РВЛ ЦНТУ, тиражування, 2020.

ВСТУП

У методичних вказівках розглядаються конструкції і розрахунки основних класів машин, передбачених навчальною програмою теоретичного курсу «Будівельні машини». Розраховано посібник для використання студентами під час практичних занять, під час самостійної роботи над курсом, а також для дистанційного навчання.

Навчальний посібник складається з розрахунково - практичних вправ і містить необхідні довідкові дані. Вправи супроводяться методичними вказівками і теоретичними передпосилками розрахунків. Кожна вправа має таблицю вихідних даних, розрахованих на 20 варіантів, контрольні запитання і посилання на основну рекомендовану літературу до вправи.

У додатках вміщені довідкові таблиці, потрібні для розрахунків. Розрахунки складені відповідно до Міжнародної системи одиниць (ГОСТ 9867—61) з використанням деяких позасистемних одиниць за ГОСТ 7664—61 «Механічні одиниці». У виносках наведено розрахункові формули в технічній системі одиниць.

Методика розрахунку машин ґрунтується на відповідних літературних джерелах.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Студенти заочної форми навчання виконують вправи самостійно, відповідно до складеного керівником завдання (див. додаток 1), де зазначено номер варіанта, однаковий для всіх вправ.

Ці вправи студенти-заочники виконують як, контрольні роботи. Так, контрольна робота № 1 складається з вправ 1, 2 і 3, а контрольна робота № 2 - із вправ 4, 5, 6.

Звичайно студенти (при інших формах навчання) виконують вправи під керівництвом викладача в обсязі, передбаченому навчальним планом.

Вправи студенти виконують у зошиті формату № 11 за ГОСТ 2. 301 - 68, причому роблять це акуратно з усіма необхідними поясненнями, розрахунками, схемами і рисунками. Текст вправи записують чорнилом, а графічний матеріал виконують олівцем.

При комп'ютерному оформленні вправ представляється копія, що роздрукована на аркушах А-4, яка підготовлена за допомогою редактора Word. Рисунки виконуються у редакторі Coral Draw будь-якої версії.

Текст набирається шрифтом Times New Roman, розмір – 14, абзац – 10мм, інтервал – 1,5.

Рекомендовану форму титульної роботи зошита подано в додатку 2.

Перед, виконанням вправ студентам потрібно ознайомитися з конструкцією і роботою відповідних машин та теоретичними передпосилками, покладеними в основу розрахунків. Тому в кожній вправі є посилання на літературу.

Рекомендується такий порядок виконання вправ:

1. Записують назву вправи, номер варіанта і вихідні дані.
2. Коротко описують призначення, конструкцію та принцип дії машин.

3. Креслять кінематичну або конструктивну схеми машини (кінематичні схеми виконують відповідно до ГОСТ 2. 703—68 і ГОСТ 2. 770-68).

У кінематичних або конструктивних схемах зазначають величини, що характеризують кінематику машин (передаточні числа, швидкості робочого органу та ін.), основні розміри і визначені розрахунком параметри.

4. Виконують розрахунки в послідовності, рекомендованій методичними вказівками.

Усі розрахункові формули слід наводити спочатку в загальному вигляді, а математичні перетворення супроводжувати короткими поясненнями. Всі індекси слід пояснювати, а числові значення розрахункових коефіцієнтів обґрунтовувати або посилатись на відповідну літературу.

Закінчену роботу студент оформляє, підписує і зброшурує в обкладинку з титульною сторінкою.

Рекомендується брошурувати всі роботи в один зошит.

Для перевірки своїх знань у кожній вправі наведено контрольні запитання з конструкції та робочого процесу машин.

Вправа 1. ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І РОЗРАХУНОК ГРАВІТАЦІЙНОГО БЕТОНОЗМІШУВАЧА З ДВОКОНУСНИМ БАРАБАНОМ

Завдання

1. Ознайомитися з технологічним процесом бетонозмішувальних установок.
2. Вивчити конструкцію, робочий процес і основи експлуатації гравітаційного бетонозмішувача.
3. Визначити координати центра ваги окремих частин і всього барабана, а також бетонної суміші в барабані змішувача.
4. Визначити діючі зусилля на опорні і підтримуючі ролики.

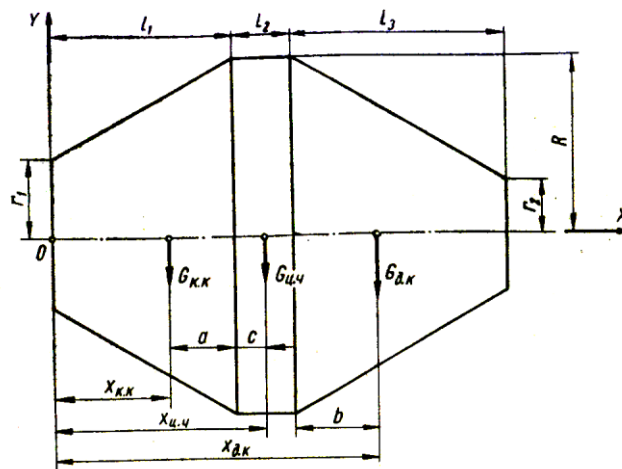


Рис. 6. Схема до визначення центра ваги двоконусного барабана.

5. Визначити потужність, потрібну для перемішування бетонної суміші і для подолання механічних втрат, під час обертання барабана на опорних роликах.

Порядок виконання вправи

1. Вивчають технологічний процес бетонозмішувальних установок, призначення основного устаткування і методику його вибору [5, 21, 32, 61, 67, 72, 81, 84].

2. Вивчають призначення, конструкцію, принцип дії та основи експлуатації гравітаційних бетонозмішувачів [6, 19, 47, 63, 69, 85].

Подають короткий опис будови і роботи заданого гравітаційного бетонозмішувача.

Креслять кінематичну схему заданого бетонозмішувача.

3. Визначають координати центра ваги окремих частин і всього барабана (без бетонної суміші). Початок координат приймається в точці О (рис. 6) по осі обертання барабана. Координати центрів ваги конусних і циліндричної частин барабана лежать на його осі обертання (координата

Y=0).

Координату загального центра ваги всього барабана визначають за рівнянням статичних моментів сил ваги окремих його частин:

$$X_{\sigma} = \frac{x_{k,k} G_{k,k} + x_{ц,ч} G_{ц,ч} + x_{д,к} G_{д,к}}{G_{k,k} G_{ц,ч} G_{д,к}} M,$$

де $G_{k,k}$, $G_{ц,ч}$, $G_{д,к}$ - відповідно сили ваги короткого конуса, циліндричної частини і довгого конуса барабана (табл. 2).

Таблиця 2. Вихідні дані до розрахунку двоконусних бетонозмішувачів

Варіант	Тип змішувача	Висота короткого конуса $l_1, мм$	Висота циліндрич- ної частини $l_2, мм$	Висота довгог о конуса $l_3, мм$	Радіус цилінд ричної частин и $R, мм$	Радіус короткого конуса $r_1, мм$	Радіус довгог о конус а $r_2, мм$	Діаме тр цапф роли ків $d, мм$	Діам етр роли ків $D, мм$	Сила тяжінн я коротк ого конуса $G_{k,k} кН$	Сила тяжінн я коротк ого конуса $G_{ц,ч} кН$	Сила тяжіння довгого конуса $G_{д,к} кН$
1	С-336В	500	150	700	600	300	200	30	200	1,2	1,5	1,7
2		560	160	770	650	340	250	30	200	1,5	1,8	1,9
3		600	180	780	700	360	270	35	240	2,0	2,4	2,4
4		680	210	800	770	380	300	35	280	2,5	3,1	3,2
5		720	220	940	820	400	300	40	290	2,6	3,3	3,5
6	С-302И	800	220	980	875	410	310	40	290	2,8	3,5	3,9
7		810	225	1000	900	430	310	40	300	2,9	4,0	4,1
8		810	230	1025	920	450	330	45	310	3,0	4,5	4,1
9		860	240	1050	940	460	330	50	320	4,0	4,6	5,0
10		900	250	1090	970	460	340	50	330	4,3	4,8	5,2
11	С-230А	1000	300	1200	1050	470	360	55	360	5,0	6,0	5,8
12		1100	320	1250	1120	480	395	60	390	6,0	8,9	6,9
13		1100	340	1300	1150	490	410	60	400	6,2	9,4	7,2
14		1130	360	1340	1175	500	420	60	400	6,5	9,9	7,6
15		1170	360	1360	1200	510	420	60	400	6,0	10,0	8,0
16		1200	370	1380	1210	520	430	60	410	7,2	10,3	8,8
17		1210	370	1290	1230	520	430	60	420	7,6	11,0	9,0
18		1230	380	1400	1245	525	435	60	420	8,0	11,4	9,5
19		1270	400	1460	1270	540	440	65	460	10,0	16,0	11,00
20		1300	410	1490	1300	550	440	65	460	12,0	18,7	13,5

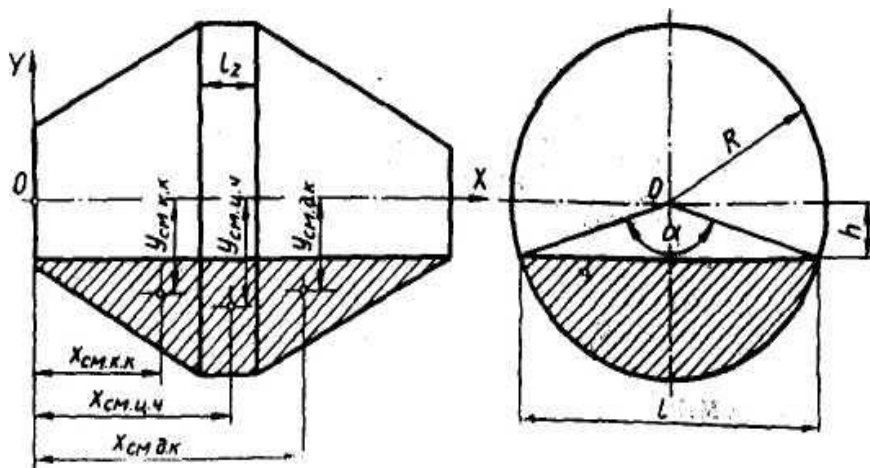


Рис. 7. Схема до визначення центра ваги бетонної суміші в барабані.
Координати цих частин:

$$x_{k,k} = l_1 - am;$$

$$x_{ц,x} = l_1 - см;$$

$$x_{д,x} = l_1 + l_2 + bm;$$

Відстані центрів ваги зрізаних конусів від їх основ

$$a = \frac{l_1(R + 2r_1)}{3(R + r_1)} м; b = \frac{l_3(R + 2r_2)}{3(R + r_2)} м,$$

Де l_1, l_2, l_3 — висоти відповідних частин барабана, м (табл.2);
 R, r, r_2 - радіуси основ відповідних зрізаних конусів, м (табл. 2).

Відстань с центра ваги циліндричної частини барабана

$$c = \frac{l_2}{2} м.$$

Сила ваги всього барабана (без бетонної суміші)

$$G_{\bar{o}} = G_{kk} + G_{ц,ч} + G_{д,р} n.$$

Визначають координати центрів ваги окремих частин і всієї бетонної суміші в барабані.

Розміщення однієї порції суміші в барабані (рис. 7) характеризується розміром h від осі барабана до поверхні суміші $h \approx r_2$. Координати починаються в точці О.

Об'єм суміші в циліндричній частині барабана характеризується радіусом R , центральним кутом α , товщиною l_2 . Кут α можна знайти графічно по рисунку або аналітично за формулою $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{h}{R}$.

Площа сегментної частини суміші

$$S_{см,ц,ч} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \alpha^0}{180^0} - \sin \alpha^0 \right) м^2,$$

або

$$S_{см,ц,ч} = \frac{2}{3} l(R - h) м^2,$$

Об'єм суміші циліндричної частини барабана

$$V_{см,ц,ч} = S_{см,ц,ч} l_2 м^3,$$

Координата центра ваги суміші в циліндричній частині барабана

$$x_{см.ц.ч} = l_1 + \frac{l_2}{2} \text{ м},$$

Координата для циліндричного сегмента

$$y_{см.ц.ч} = \frac{2R^3 \sin^3 \frac{\alpha}{2}}{3S_{см.ц.ч}} \text{ м}.$$

Об'єм бетонної суміші відповідно в короткому і довгому конусах барабана ($V_{см.к.к.}$ і $V_{см.д.к.}$) може бути знайдений графоаналітичним методом.

З цією метою застосовують такий спосіб.

Конусну частину барабана разом з бетоном креслять у масштабі (рис. 8) і ділять на довільно взяті відрізки а однакової довжини (можна прийняти 3—5 частин), конічна поверхня знайдених елементарних об'ємів замінюється усередненою циліндричною. Слід мати на увазі, що точність обчислення уростає із збільшенням кількості елементарних об'ємів, на які ділять шуканий об'єм суміші.

Радіуси p_i елементарних циліндричних сегментів і центральні кути відповідних циліндричних сегментів α знаходять графічно по рисунку або аналітично за формулою

$$\cos \frac{\alpha_i}{2} = \frac{h}{p_i}.$$

Площа елементарного циліндричного сегмента

$$S_i = \frac{\rho^2 i}{2} \left(\frac{\pi \alpha^0 i}{180^0} - \sin \alpha^0 i \right) \text{ м}^2.$$

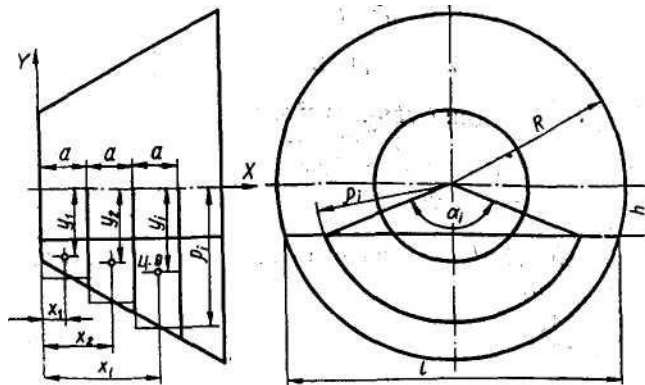


Рис. 8. Схема до розрахунку центра ваги бетонної суміші в конічній частині барабана.

Об'єм елементарної частини циліндричного сегмента

$$V = S_i a \text{ м}^3,$$

де α — висота взятої елементарної частини циліндричного сегмента, м.

При обчисленнях слід мати на увазі, що кути α і радіуси p_i є величинами змінними і їх треба визначати окремо для кожного елементарного сегмента.

Об'єм суміші в короткому і довгому конусах:

$$V_{см.к.к} = \sum_1^n V_i; \quad V_{см.д.к} = \sum_1^n V_i;$$

де n — кількість елементарних циліндричних сегментів.

Координати центра ваги об'єму суміші в конусних частинах барабана визначають за рівнянням статичних моментів об'ємів елементарних циліндричних сегментів, які знаходять з рівнянь:

$$x_{см} = \frac{\sum_1^n V_i x_i}{\sum_1^n V_i} m; \quad x_{см} = \frac{\sum_1^n V_i x_i}{\sum_1^n V_i} m;$$

де x_i і y_i — координати центрів ваги об'ємів суміші елементарних циліндричних сегментів.

Для короткого конуса координата

$$x_i = (i-1)a + \frac{a}{2} m;$$

для довгого конуса координата

$$x_i = l_1 + l_2 + (i-1)a + \frac{a}{2} m.$$

Координати для будь-якого конуса

$$y_i = \frac{2\rho_i^3 \sin^3 \frac{\alpha_i}{2}}{3S_i} m.$$

Координати центра ваги всього об'єму бетонної суміші в барабані

$$x_{см} = \frac{V_{см.к.к} x_{см.к.к} + V_{см.ц.ч} x_{см.ц.ч} + V_{см.д.к} x_{см.д.к}}{V_{см.к.к} + V_{см.ц.ч} + V_{см.д.к}} m;$$

$$y_{см} = \frac{V_{см.к.к} y_{см.к.к} + V_{см.ц.ч} y_{см.ц.ч} + V_{см.д.к} y_{см.д.к}}{V_{см.к.к} + V_{см.ц.ч} + V_{см.д.к}} m;$$

Визначають загальну силу тяжіння бетону в барабані

$$G_{см} = (V_{см.к.к} + V_{см.ц.ч} + V_{см.д.к}) \gamma,$$

де γ — питома вага (питома сила тяжіння) бетонної суміші, береться

$$\gamma = (1,8 \div 2,4) 10^4 \text{ н} / \text{м}^3.$$

4. Визначають тиск барабана з бетонною сумішшю на опорні ролики при статичному положенні суміші в барабані з умови (рис. 9)

$$G_{\delta} + G_{см} = 2T \cos \beta,$$

звідки зусилля на кожний ролик

$$T = \frac{(G_{\delta} + G_{см})}{2 \cos \beta} \text{ н},$$

де β — кут встановлення роликів (береться 30°).

Треба звернути увагу на те, що при збільшенні кута β зусилля T зростатиме.

Визначають тиск бандажа барабана на підтримуючі ролики при двох положеннях барабана: під час перемішування при нахилі барабана під кутом

10—15° і при розвантажуванні при нахилі барабана в бік довгого конуса під кутом 60°. У другому випадку беруть наявність бетонної суміші тільки в довгому конусі.

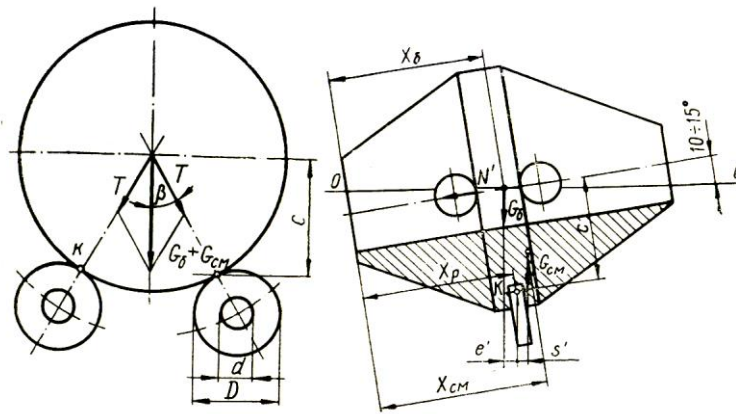


Рис. 9. Схема до визначення зусиль барабана на підтримуючі ролики
 Рис. 10. Схема до визначення зусиль на опорні ролики барабана.

Сума моментів сил відносно точки К опори барабана на опорні ролики при перемішуванні (рис. 9, 10).

$$\sum M'_k = G_{cm}s' - G_\delta e' - 2N'c = 0$$

звідки тиск на кожний підтримуючий ролик

$$N' = \frac{G_{cm}s' - G_\delta e'}{2c} H.$$

Сума моментів сил при розвантажуванні відносно точки К (рис. 11)

$$\sum M''_k = G_{cm.\delta.k}s'' + G_\delta e'' - N''c'' = 0$$

Тиск на кожний підтримуючий ролик

$$N'' = \frac{G_{cm.\delta.k} + G_\delta e''}{2c}$$

де e', e'' і s', s'' — відповідні плечі сил G_δ і G_{cm} ;

c — відстань від осі обертання барабана до точки опори. Координата опорного бандажа барабана x_p береться по середині його циліндричної

частини (див. рис. 10)

$$x_p = l_1 + \frac{l_2}{2} \text{ м.}$$

5. Визначають потужність, потрібну для перемішування бетонної суміші.

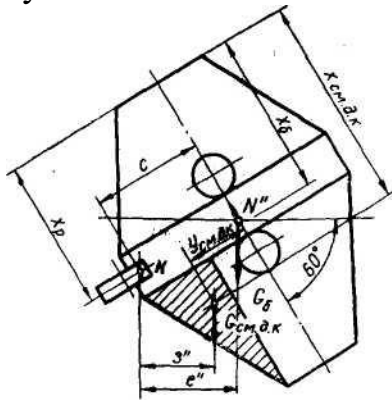


Рис. 11. Схема до визначення зусиль на підтримуючі ролики в момент розвантаження барабана. двоконусного бетонозмішувача

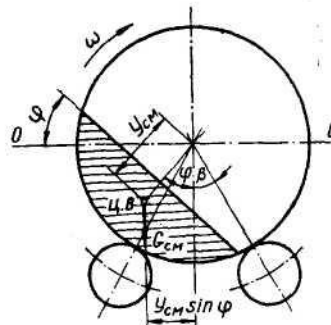


Рис. 12. Схема до визначення потужності двоконусного бетонозмішувача

Момент не зрівноваженої бетонної суміші, який створюється при обертанні барабана (рис. 12)

$$M_{см} = G_{см} y_{см} \sin \varphi \cdot m,$$

де φ — кут природного укосу бетонної суміші при обертанні *барабана — дорівнює 25—30°.

$$\text{Потужність } N_1 = \frac{M_{см} \omega}{1000} \text{ кВт,}^*$$

де ω — кутова швидкість обертання барабана

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \text{ 1/сек}$$

де n — число обертів барабана ($n = 12 \div 18$ об/хв).

Далі визначають потужність, що витрачається на сили опору опорних роликів при обертанні барабана (див. рис. 9).

Сила опору обертанню барабана

$$W_0 = 2T \left(\frac{2k}{D} + \frac{\mu d}{D} \right) n,$$

де k — коефіцієнт тертя кочення бандажа барабана по роликах ($k = 0,0008$ м);

μ — коефіцієнт тертя ковзання в цапфах роликів ($\mu = 0,1$);

D — діаметр роликів, м (табл. 2);

d — діаметр цапф, м (табл. 2).

* В технічній системі одиниць $N_1 = \frac{M_{см} n}{975} \text{ кВт}$

Тоді потужність

$$N_2 = \frac{W_0 R_\omega}{1000} \text{ квт.}^*$$

Нарешті, знаходять сумарну розрахункову потужність електродвигуна привода обертання барабана

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta} \text{ квт,}$$

де η — к. к. д. передачі привода ($\eta = 0,8 \div 0,85$).

Контрольні запитання

1. Яке призначення бетонозмішувачів гравітаційного і примусового перемішування, циклічної і безперервної дії?
2. Як визначають продуктивність цих бетонозмішувачів?
3. Яких вузлів складається гравітаційний двоконусний бетонозмішувач?
4. Як відбувається завантаження, перемішування суміші і розвантаження такого бетонозмішувача?
5. Як здійснюється обертання і нахилання барабана гравітаційного бетонозмішувача?
6. Яка роль опорних і підтримуючих роликів?
7. Яка методика визначення центра ваги бетонної суміші в барабані?
8. Як визначають зусилля, що діють на ролики?
9. Як змінюватимуться зусилля на опорні ролики, якщо змінювати центральний кут їх встановлення?
10. Як розраховують потужність, що витрачається на перемішування бетонної суміші і на тертя в опорних роликах?

Вправа 3. ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОТИТЕЧІЙНОГО БЕТОНОЗМІШУВАЧА ПРИМУСОВОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ

Завдання

1. Ознайомитись з технологічним процесом змішувальних установок.
2. Вивчити конструкцію і принцип дії змішувача.
3. Визначити швидкість і силу опору руху лопатки в бетонній суміші.
4. Визначити максимальну і мінімальну швидкості і сили опору обертанню лопаток.
5. Визначити потужність, потрібну для обертання лопаток, і переміщення бетонної суміші в чаші, а також потужність для *подолання тертя під час обертання чаші на опорних роликах.

Порядок виконання вправи

1. Вивчають технологічний процес бетонозмішувальних рекомендованою літературою (див. Вправу 2).
2. Ознайомлюються з призначенням, конструкцією, принципом дії, розрахунком і основами експлуатації бетонозмішувачів примусового перемішування [6, 47, 63, 71, 89].

Дають короткий опис будови і роботи заданого змішувача.

Складають кінематичну схему привода лопаток, чаші та механізму розвантажування.

3. Визначають швидкість і силу опору рухові лопатки за формулою Ньютона—Кармана [89]:

$$P = C \rho F v^2 n, *$$

де C — коефіцієнт лобового опору (для бетонної суміші $C=5 \div 5,5$);

ρ — густина (об'ємна маса) бетонної суміші

$$(\rho = 1800 — 2400 \text{ кг/м}^3);$$

F — площа проекції лопатки на площину, напрямлену перпендикулярно до руху;

$$F = h(r_2 - r_1) \cdot m^2$$

тут h — робоча висота лопатки, m (табл. 3);

r_1 і r_2 — радіуси обертання кінця і початку лопатки відносно вала лопаток, m ;

v — швидкість лопатки відносно бетону.

Таблиця 3. Вихідні дані для розрахунку протитечійних бетонозмішувачів

Варіант	Тип змішувача	Діаметр чаші $D_c, \text{мм}$	Відстань від осі обертання чаші до осі лопатки $R, \text{мм}$	Радіус обертання лопатки $r, \text{мм}$	Довжина лопатки $l_0, \text{мм}$	Кут нахилу лопатки $\alpha, \text{град}$	Швидкість обертання чаші $n_c \text{ об/хв}$	Швидкість обертання вала лопаток $n_l \text{ об/хв}$
---------	---------------	----------------------------------	--	--	-------------------------------------	---	---	---

* В технічній системі одиниць $P = C \frac{\gamma}{g} F v^2 n \text{ кгс}$ (γ — питома вага бетону, кг/м^3 ; g — прискорення сили ваги).

1	C-371	1370	320	180	350	30	7,6	37,2
2		1370	320	180	340	25	7,7	37,5
3		1370	310	175	330	20	7,8	38
4		1370	300	170	320	15	7,9	39
5		1370	290	165	310	10	8,0	40
6		1370	290	160	300	5	8,1	41
7	C-355	2200	500	400	400	30	6,7	31,4
8		2200	490	400	490	25	6,8	32
9		2200	480	380	480	20	6,9	33
10		2200	480	380	470	15	7,0	34
11		2200	470	360	460	10	7,1	36
12		2200	470	360	450	5	7,2	36
13		2200	460	360	430	5	7,3	37
14	C-356	2200	520	380	410	30	5,3	24,5
15		2200	520	380	500	25	5,2	24
16		2200	510	370	500	20	5,1	23
17		2200	510	370	490	15	5,0	22
18		2200	500	360	490	10	4,9	21
19		2200	500	360	480	5	4,8	20
20		2200	490	350	480	5	4,7	20

Продовження таблиці 3

Варіант	Тип змінювача	Висота лопатки $h, мм$	Діаметр ролика $D, мм$	Діаметр цапфи ролика $d, мм$	Радіус обертання роликів відносно осі чаші $R_0, мм$	Кількість лопаток n	Сила тяжіння чаші $G_q, кН$
1	C-371	170	200	40	650	3	8
2		175	210	40	640	3	8
3		180	220	40	630	3	8
4		185	230	35	620	3	8,5
5		190	240	35	610	3	8,5
6		190	250	35	600	3	8,5
7	C-355	140	300	50	1000	6	12
8		145	310	50	980	6	12
9		150	320	55	960	6	12
10		155	330	55	940	6	12
11		160	340	50	920	6	12
12		165	350	50	910	6	12
13		170	360	50	900	6	12
14	C-356	300	310	60	1020	6	15
15		290	310	60	1020	6	15
16		290	320	60	1010	6	15
17		280	320	65	1010	6	15

18		280	330	65	1000	6	15
19		270	330	65	1000	6	15
20		270	340	65	1000	6	15

В табл. 3 наведено значення довжини лопатки l_0 і кута її нахилу α (рис. 13 і 14).

Швидкість залежить від відносних кутових швидкостей обертання чаші ω_1 і лопаток ω_2 .

Розрахункова формула швидкості лопаток (див. [89]):

$$v = \omega_1 \sqrt{R^2 + 2Rr i \cos \beta + i^2 r^2} \text{ м/сек}$$

Розрахункова формула сили опору лопатки:

$$P = AR^2(r_2 - r_1) + ARi \cos \beta (r_2^2 - r_1^2) + \frac{A^2 i}{3} (r_2^3 - r_1^3) n,$$

де $A = C \rho h \omega_1^2$

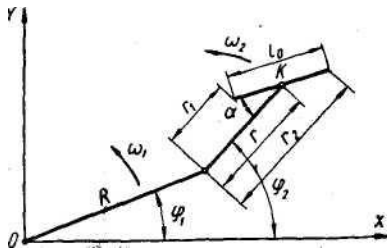


Рис. 14. Схема до розрахунку протитечійного бетонозмішувача.

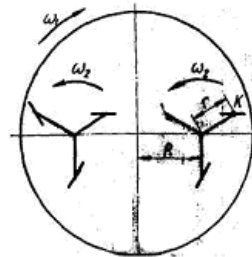


Рис. 13. Схема руху лопаток і чаші протитичного бетонозмішувача примусового перемішування.

перемішування.

R — відстань від осі обертання чаші до осі вала лопатки, м (табл.3);

r — радіус обертання лопаток, м (табл. 3);

Кутова швидкість обертання чаші

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} 1/\text{сек};$$

тут n_1 - число обертів чаші за хвилину (табл. 3);

i — відношення кутових швидкостей ($i = \frac{\omega_2}{\omega_1}$)

Кутова швидкість обертання вала лопаток

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} 1/\text{сек};$$

де n_2 — число обертів вала лопаток за хвилину (табл. 3).

Кут

$$\beta = (i - 1)\omega_1 t = 0$$

де t — час (величина змінна, яка залежить від кута повороту чаші і лопатки).

4. Визначають максимальні значення швидкості v і сили P при величині кута $\beta = (i - 1)\omega_1 t = 0$, коли $\cos \beta = +1$ і відповідні мінімальні значення

v і P при куті $\beta = 180^\circ$, тобто, коли $\cos \beta = -1$.

Визначають сумарний момент, що передається валом лопатки, і потужність для обертання лопаток:

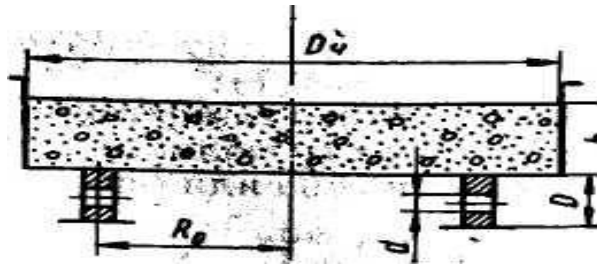


Рис. 15. Схема до розрахуку потужності протитечійного бетонозмішувача.

$$M_1 = n \left[\frac{AR^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) + \frac{Ai^2}{4} (r_2^4 - r_1^4) \right] \text{нм},$$

де n — кількість лопаток (табл.3),

$$N_1 = \frac{M_1 \omega_2}{1000} \text{квт}$$

5. Визначають потужність, потрібну для переміщення бетонної суміші відносно чаші. Момент сили опору обертанню бетонної суміші в чаші визначається як момент сили тертя бетону об чашу (рис. 15):

$$M_2 = \frac{2}{3} G_{см} \cdot \frac{D_ч}{2} f_{нн},$$

де $G_{см}$ — сила тяжіння бетонної суміші при товщині шару бетону в чаші; що

дорівнює робочій висоті лопатки h , $G_{см} = \pi \frac{D_ч^2}{2} h \gamma$;

тут γ - питома вага (питома сила тяжіння) бетону н/м^3 , ($\gamma = (1,8 \div 2,4) \cdot 10^4 \text{н/м}^3$).

$D_ч$ - діаметр чаші, м (табл.3)

f — коефіцієнт тертя бетону по сталі ($f = 0,8$).

Потужність, потрібна для обертання бетону відносно чаші

$$N_2 = \frac{M_2 \omega_1}{1000} \text{квт}$$

Визначають потужність, потрібну для подолання тертя на опорних роликах чаші. Сила опору опорних роликів під час обертання чаші (рис. 15):

$$W_0 = (G_ч + G_{см}) \left(\frac{2k}{D} + \frac{\mu d}{D} \right) \text{н},$$

* де $G_ч$ — сила тяжіння чаші, н (табл. 4);

k — коефіцієнт тертя кочення опорних роликів по чаші ($k = 0.0008\text{м}$);

μ — коефіцієнт тертя ковзання в цапфах роликів ($\mu = 0,1$);

d — діаметр цапф роликів, м (табл. 3);

D — діаметр роликів, м (табл. 3).

* В технічній системі одиниць

Потужність сили опору опорних роликів

$$N_3 = \frac{W_0 R_0 \omega_1}{1000} \text{ квт}$$

де R_0 — радіус обертання роликів відносно осі чаші, м (табл. 3).

Сумарна розрахункова потужність електродвигуна

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta} \text{ квт},$$

де η — к. к. д. передачі привода ($\eta = 0,8$).

Контрольні запитання

1. Який принцип дії протитечійного бетонозмішувача примусового перемішування?
2. Накресліть кінематичну схему привода лопаток і чаші бетонозмішувача. Визначте по схемі напрям обертання лопаток і чаші.
3. Як розвантажується змішувач?
4. Який характер траєкторії руху лопатки відносно бетонної суміші?
5. Напишіть формулу Ньютона-Кармана і який зміст мають величини, що до неї входять?
6. За яким законом змінюються швидкість переміщення лопатки відносно бетонної суміші і відповідне зусилля на лопатку?
7. Як визначити максимальне і мінімальне значення сили опору рухові лопатки?
8. Як змінюватиметься в чаші момент сил опору (тертя) обертанню бетонної суміші в точках, що знаходяться на різних віддальх від осі обертання чаші?
9. Як визначають сумарний момент тертя бетонної суміші об чашу і відповідну потужність?
10. Як визначають загальну потужність електродвигуна змішувача?

Література

1. Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование . – М.: Высшая школа, 1987, –375с.
2. Сівко В.Й. Механічне устаткування підприємств будівельних виробів.Київ 1994, 357 с
3. Назаренко І.І. .Машины для виробництва будівельних матеріалів. Київ КНУБА, 1999, 488 с
4. Надольний Г.Ю., Настоящий В.А., Власенко М.В. Механічне устаткування для видобуття та переробки дорожньо-будівельних матеріалів. Київ УМК ВО, 1991, 136 с.
5. Бершевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и конструкций . – М.: Высшая школа, 1987, –368с.
6. Строительные машины: Справочник. В 2 кн. / Под ред. В.А.Баумана и Ф.А. Лапира .—М.: Машиностроение, 1976-1977 – Кн.1-2.