

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА МАШИНОВЕДЕНИЯ

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

для выполнения лабораторных работ по курсам:

«Строительные и дорожные машины»

для студентов специальности 1 – 70 03 01

«Автомобильные дороги»,

«Мелиоративные и строительные машины»

для студентов специальности 1 – 74 05 01

«Мелиорация и водное хозяйство»,

«Детали машин и механическое оборудование»

для студентов специальности 1 – 70 01 01

«Производство строительных изделий и конструкций»

Сборник методических указаний составлен в соответствии с требованиями учебных рабочих программ дисциплин «Строительные и дорожные машины» для студентов специальности 70 03 01, «Мелиоративные и строительные машины» для студентов специальности 74 05 01 и «Детали машин и механическое оборудование» для студентов специальности 70 01 01.

Сборник позволяет изучить конструктивное исполнение бетоноукладчиков, виброплощадок, установок пневмотранспорта бетона, битумоплавильных котлов, асфальтоукладчиков, автогудранаторов и выполнить расчет их технических параметров.

Методические указания одобрены на заседании кафедры машиноведения и рекомендованы к изданию.

Составители: Есавкин В.И., ст.преподаватель
Ивасюк П.П., доцент

1. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕТОНОУКЛАДЧИКОВ

Задание

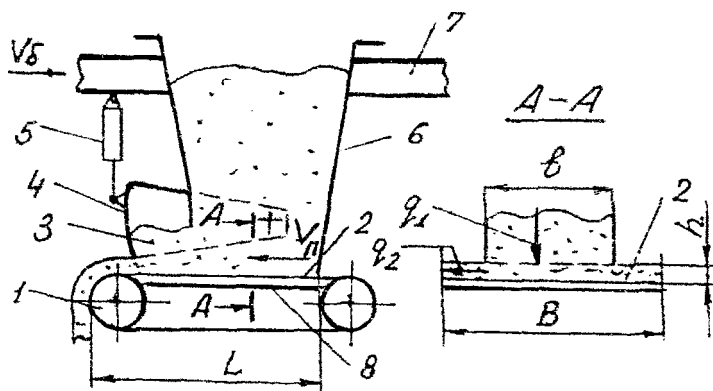
1. Рассмотреть и кратко описать устройство и работу бетоноукладчика с ленточным питателем. Привести схему.

2. Определить мощность привода передвижения укладчика, производительность и мощность ленточного питателя.

1.1. Устройство и принцип работы бетоноукладчика

Бетоноукладчики служат для равномерной выдачи и распределения бетонной смеси требуемой толщины.

Схема ленточного бетоноукладчика приведена на рис. 1.1.



1 – ленточный питатель; 2 – лента; 3 – накопитель; 4 – заслонка накопителя; 5 – механизм регулирования толщины слоя бетона; 6 – бункер; 7 – самоходная рама; 8 – поддерживающий лист
Рисунок 1.1 – Схема бетоноукладчика с ленточным питателем

Бетоноукладчик состоит из бункера, самоходной рамы с приводом передвижения и ленточного питателя, расположенного под бункером. Тип укладчика с ленточным питателем получил наибольшее распространение

При работе бетоноукладчика лента питателя захватывает бетонную смесь из бункера и подаёт её в накопитель толщиной h , а затем в форму. Толщина слоя смеси h регулируется открытием заслонки 4 с помощью механизма 5. При работе укладчика рама 7 перемещается по рельсам формы, а регулирование толщины слоя бетона выполняется заслонкой 4.

Окончательная толщина отсыпки бетона в форму зависит от соотношения скоростей укладчика и ленты и ширины ленты и формы. Между этими параметрами существует равенство

$$h \cdot B \cdot V_n = h_{\phi} \cdot B_{\phi} \cdot V_{\phi} \quad (1.1)$$

откуда найдём

$$h_{\phi} = h \cdot \frac{B}{B_{\phi}} \cdot \frac{V_{л}}{V_{\phi}}, \quad (1.2)$$

где h_{ϕ} – толщина бетона в форме;

h – толщина бетона на ленте укладчика;

B – ширина ленты;

B_{ϕ} – внутренняя ширина формы;

$V_{л}$ – скорость ленты и питателя;

V_{ϕ} – скорость перемещения рамы укладчика с бункером.

1.2. Расчет параметров бетоноукладчика

Для расчета механизма перемещения укладчика необходимо определить силу сопротивления его перемещения по рельсам

$$W_0 = (G_0 + G_{см}) \cdot \left(\frac{2 \cdot f_r}{D} \cdot \frac{\mu \cdot d}{D} \right) \cdot \beta \cdot H, \quad (1.3)$$

где G_0 – вес бетоноукладчика, Н;

$G_{см}$ – вес бетонной смеси, Н (табл. 1.1);

f_r – коэффициент трения ходовых колес, $f_r \approx 0,0008$;

D – диаметр колес, $D \approx 0,3$ м;

μ – коэффициент трения в цапфах колес, $\mu \approx 0,8$;

d – диаметр цапф колес, $d \approx 0,06$ м;

β – коэффициент, учитывающий трение реборд колес о рельсы, $\beta \approx 2,5$.

Мощность двигателя механизма передвижения бетоноукладчика

$$N_{дв} = \frac{W_0 \cdot V_{\phi}}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (1.4)$$

где V_{ϕ} – скорость укладчика, м/с (табл. 1.1);

η – КПД привода, $\eta = 0,8 \dots 0,85$.

Подсчитываем производительность ленточного питателя укладчика по объему:

$$Q = B \cdot h \cdot V_{л}, \text{ м}^3 / \text{с}, \quad (1.5)$$

по массе

$$Q = B \cdot h \cdot V_{л} \cdot \rho, \text{ кг} / \text{с}, \quad (1.6)$$

где B – ширина ленты, м;

$h = 0,1 \dots 0,2$ м – толщина слоя материала на ленте;

$V_{л}$ – скорость ленты, м/с (табл. 1.1);

ρ – плотность бетонной смеси, $\rho \approx 2400 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Определяем мощность двигателя привода ленточного питателя. Мощность на преодоление силы трения относительно поддерживающего металлического листа, который воспринимает вес бетона в бункере, кВт:

$$N_1 = \frac{W_1 \cdot V_n}{1000}, \quad (1.7)$$

где W_1 – сила трения ленты по поддерживающему листу, Н

$$W_1 = K_1 \cdot P_1, \quad (1.8)$$

где K_1 – коэффициент трения ленты по стали, $K_1 \approx 0,6$;

P_1 – сила активного давления бетона на ленту, Н.

По схеме на рис. 1.1

$$P_1 = F_1 \cdot q_1 = b \cdot l \cdot q_1 \cdot H, \quad (1.9)$$

где F_1 – площадь активного давления, м²;

b, l – ширина и длина щели бункера, м; $b \approx 0,8 \cdot B$; $l \approx 0,4 \cdot L$ (табл. 1.1);

q_1 – давление на ленту, Па,

$$q_1 = \frac{g \cdot \rho \cdot R}{f \cdot Q}, \quad (1.10)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

ρ – плотность смеси, $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$;

R – гидравлический радиус, м,

$$R = \frac{b \cdot l}{2 \cdot (b + l)};$$

f – коэффициент внутреннего трения бетонной смеси, который равен углу натурального откоса бетонной смеси $\varphi \approx 30^\circ$,

$$f = \text{tg} \varphi = 0,36 \dots 0,58;$$

Q – коэффициент подвижности смеси,

$$Q = \frac{1 \cdot \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}. \quad (1.11)$$

Мощность на преодоление сопротивления трения бетона относительно неподвижных бортов питателя (для 2-х бортов), кВт:

$$N_2 = \frac{W_2 \cdot V_n}{1000}, \quad (1.12)$$

где W_2 – сила трения,

$$W_2 = 2 \cdot K_2 \cdot P_2, \quad (1.13)$$

где K_2 – коэффициент трения бетона по стали, $K_2 \approx 0,8$;

P_2 – сила давления бетона на борта, Н,

$$P_2 - F_2 \cdot q_2 = h \cdot L \cdot q_2 \cdot H; \quad (1.14)$$

где $F_2 = h \cdot L$ – площадь одного борта, м²;

h – высота слоя бетона на ленте;

L – длина бортов, м (табл. 1.1);

q_2 – боковое давление бетона на борта, Па,

$$q_2 = h \cdot g \cdot Q. \quad (1.15)$$

Мощность на транспортирование бетонной смеси на ленте, кВт,

$$N_3 = \frac{W_3 \cdot V_H}{1000}, \quad (1.16)$$

где W_3 – сила сопротивления бетонной смеси на ленте, Н

$$W_3 = B \cdot h \cdot L \cdot g \cdot \rho \cdot K_3, \quad (1.17)$$

где $K_3 = 0,035 \dots 0,4$ – приведенный коэффициент сопротивления роликоопор ленты.

После расчета затрат мощности найдем требуемую мощность двигателя привода, кВт:

$$N_3 = \frac{(N_1 + N_2 + N_3) \cdot m}{\eta} = \frac{N_{см} \cdot m}{\eta}, \quad (1.18)$$

где m – коэффициент запаса мощности, $m = 1,1 \dots 1,3$;

η – КПД привода, $\eta \approx 0,8 \dots 0,85$.

Рассмотрим пример:

$B=2\text{м}; L=1,8\text{м}; V_H=4\text{ м/мин}; V_6=10\text{ м/мин}; G_6=50\text{кН}; i=1; G_{см}=60\text{ кН}; h=0,15\text{м}; \varphi=25^\circ$.

По (1.3)

$f_k=0,0008\text{м}; D=0,3\text{м}; m=0,08; d=0,06\text{м}; \beta=2,5$.

$$W_6 = (G_6 + G_{см}) \cdot \left(\frac{2 \cdot f_k}{D} \cdot \frac{\mu \cdot d}{D} \right) \cdot \beta = (50 \cdot 10^3 + 60 \cdot 10^3) \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,0008}{0,3} + \frac{0,008 \cdot 0,06}{0,3} \right) \cdot 2,5 = 5860\text{Н}.$$

По (1.4)

$$N_{св} = \frac{W_6 \cdot V_6}{1000 \cdot \eta} = \frac{5860 \cdot 10}{1000 \cdot \eta \cdot 60} = 1,22\text{кВт}.$$

По (1.5)

$$Q_0 = B \cdot h \cdot V_H = 2 \cdot 0,15 \cdot \frac{4}{60} = 0,02\text{м}^3 / \text{с}.$$

По (1.6)

$$Q_H = Q_0 \cdot \rho = 0,02 \cdot 2400 = 48\text{кг} / \text{с}.$$

По (1.7)

$$N_1 = \frac{W_1 \cdot V_n}{1000};$$

$$f = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} 25^\circ = 0,465; \sin \varphi = 0,41;$$

$$N_1 = \frac{W_1 \cdot V_n}{1000} = \frac{20,8 \cdot 10^3 \cdot 4}{1000 \cdot 60} = 1,39 \text{ кВм.}$$

По (1.8)

$$W_1 = K_1 \cdot P_1 = 0,6 \cdot 34,6 \cdot 10^3 = 20,8 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

По (1.9)

$$P_1 = b \cdot l \cdot q_1 = 1,6 \cdot 0,72 \cdot 30 \cdot 10^3 = 34,6 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

По (1.10)

$$q_1 = \frac{g \cdot \rho \cdot R}{f \cdot Q} = \frac{9,81 \cdot 2400 \cdot 0,248}{0,465 \cdot 0,418} = 30 \cdot 10^3 \text{ Н / м}^2.$$

По (1.11)

$$Q = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \frac{1 - 0,41}{1 + 0,41} = 0,418;$$

$$R = \frac{b \cdot l}{2 \cdot (b + l)};$$

$$b = 0,8 \cdot B = 0,8 \cdot 2 = 1,6 \text{ м}; l = 0,4 \cdot L = 0,4 \cdot 1,8 = 0,72 \text{ м};$$

$$R = \frac{1,6 \cdot 0,72}{2 \cdot (1,6 + 0,72)} = \frac{1,6 \cdot 0,72}{2 \cdot 2,32} = 0,248 \text{ м.}$$

По (1.12)

$$N_2 = \frac{W_2 \cdot V_n}{1000}, \text{ кВм.}$$

По (1.13)

$$W_2 = 2 \cdot K_2 \cdot P_2 = 2 \cdot 0,8 \cdot 402 = 645 \text{ Н.}$$

По (1.14)

$$P_2 = h \cdot L \cdot q_2 = 0,15 \cdot 1,8 \cdot 1490 = 402 \text{ Н.}$$

По (1.15)

$$q_2 = h \cdot g \cdot \rho \cdot Q = 0,15 \cdot 9,81 \cdot 2400 \cdot 0,418 = 1490 \text{ Н / м}^2.$$

По (1.16)

$$N_3 = \frac{W_3 \cdot V_n}{1000}, \text{ кВм};$$

$$N_3 = \frac{510 \cdot 4}{1000 \cdot 60} = 0,034 \text{ кВм.}$$

По (1.17)

$$W_3 = B \cdot h \cdot L \cdot g \cdot \rho \cdot K_3 = 2 \cdot 0,15 \cdot 1,8 \cdot 9,81 \cdot 2400 \cdot 0,04 = 510\text{Н}.$$

По (1.18)

$$N_3 = \frac{(N_1 + N_2 + N_3) \cdot (1,1 \dots 1,3)}{\eta} = \frac{(1,39 + 0,043 + 0,034) \cdot 1,3}{0,8} = \frac{1,467 \cdot 1,3}{0,8} = 2,38\text{кВт}.$$

Таблица 1.1 – Исходные данные

Варианты	Ширина ленты В, м	Рабочая длина L, м	Скорость ленты V _л , м/мин	Скорость укладчика V _б , м/мин	Вес бетоноукладчика G _б , кН	Вес смеси в одном бункере G _{см} , кН	Количество бункеров и питателей, i
1	2	1.5	6	15	46	40	1
2	3.1	2.8	8	10	170	32	3
3	0.6	4.5	6	12	52	16	1
4	2	1.2	8	18	47	22	1
5	1.0	2.2	6	20	136	40	2
6	1.6	1.1	8	22	74	30	2
7	2.5	2.4	6	18	52	34	1
8	1.2	1.5	8	18	33	35	1
9	1.4	3.0	8	20	142	75	1
10	3.0	3.3	6	21	152	32	3
11	2.5	3.0	10	22	40	35	1
12	1.5	2.2	6	18	30	30	1
13	2.2	2.8	8	18	70	30	1

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОПЛОЩАДОК

Задание

1. Для подготовки к расчету изучить устройство и назначение виброплощадок для уплотнения бетона в формах.
2. Ознакомиться с методикой расчета. Привести расчетную схему виброплощадки.
3. По исходным данным (табл. 2.1) подсчитать требуемый статический момент дебалансов, жесткость и требуемые параметры пружин, размеры дебалансов и мощность двигателя для привода вибратора.

Методика расчета параметров виброплощадки

В табл. 2.1 приведены исходные данные для расчета.

Для получения заданной амплитуды колебаний потребуется суммарный статический момент

$$S_{g\text{ сум}} = m_g r Z_g = \frac{m_B A}{\lambda \cos \varphi}, \quad \text{кг} \cdot \text{м}, \quad (2.1)$$

где r – радиус центра тяжести дебаланса, м;

λ – коэффициент усиления амплитуды;

φ – угол сдвига фазы между направлением возмущающей силы дебалансов F_g и направлением перемещения виброплощадки и её реактивной центробежной силой F_n ;

m_B – колеблющаяся масса системы;

m_g – масса дебаланса;

Z_g – количество дебалансов;

Угол сдвига фаз характеризует затраты мощности на уплотнение смеси, а также затраты пневмосопротивления относительно воздуха и гистерезисные сопротивления в пружинах и металлоконструкциях. Для виброплощадок с линейными колебаниями принимают $\varphi = 15 \dots 20^\circ$, для виброплощадок с круговыми колебаниями $\varphi = 20 \dots 30^\circ$.

Коэффициент усиления амплитуды характеризует влияние упругих связей (жесткость пружин) и зависит от отношения частот вынужденных и собственных колебаний системы.

$$\lambda = i^2 / (1 - i^2)$$

где $i = n / n_0, \text{с}^{-1}$ – отношение вынужденных и собственных колебаний;

где n – частота вынужденных колебаний, равная частоте вращения дебалансного вала;

n_0 – частота собственных колебаний, $n_0 = \omega_0 / 2\pi, \text{с}^{-1}$

$$n = \omega / 2\pi, \text{с}^{-1}$$

ω_0 – угловая частота, рад/с, зависит от отношения коэффициента жесткости пружин и колеблющейся массы; из теории колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m_B}}, \quad \text{рад} / \text{с}, \quad (2.2)$$

где c – суммарная жесткость пружин, Н/м.

Таблица 2.1

Варианты	Грузоподъемность виброплощадки Q, т	Масса колеблющихся частей m_b , кг	Частота вращения дебалансного вала n , 1/с	Амплитуда колебаний A, мм	Кол. дебалансов и пружин $Z_g = Z_c$
1	2.0	730	48	0.55	10
2	4.0	1440	41	0.6	16
3	8.0	2700	49	0.5	32
4	10	4200	46	0.65	16
5	12	4500	48	0.5	32
6	15	4000	45	0.5	16
7	24	5800	47	0.4	32
8	7.0	2200	48	0.7	24
9	9.0	3300	45	0.6	12
10	10	4100	49	0.6	32
11	5	1500	47	0.55	10
12	7	2000	46	0.5	16
13	5	1800	47	0.75	32
14	15	4500	48	0.6	16

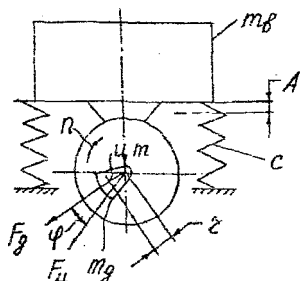
Для обеспечения устойчивого зарезонансного режима колебаний принимают $i=7 \dots 20$; при этом $\lambda \approx 1$.

По суммарному статическому моменту дебалансов и количеству их находим требуемый момент одного дебаланса:

$$S_g = S_{g \text{ сум}} / Z_g, \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Конструктивно

$$S_g = m_g r, \text{ кг} \cdot \text{м}$$



F_c – центробежная сила корпуса; F_g – возмущающая центробежная сила дебалансов; m_g – масса уравновешивающей части дебалансов; A – амплитуда колебаний; C – пружины

Рисунок 2.1 – Схема к расчету виброплощадки

Конструктивные формы дебалансов приведены на рис. 2.2.

Для дебаланса по схеме (а) радиус центра тяжести можно определить по формуле:

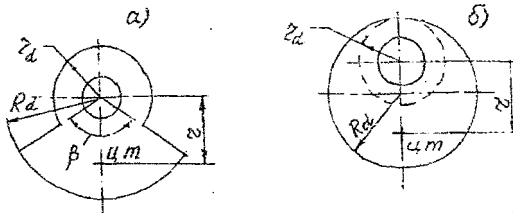
$$r = \frac{38,2(R_d^3 - r_d^3) \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{(R_d^2 - r_d^2) \cdot \frac{\beta}{2}}, \text{ м} \quad (2.3)$$

для дебаланса по схеме б (рис.2.2)

$$r = \frac{R_d^2}{R_d - r_d}, \text{ м} \quad (2.4)$$

Размеры дебалансов рекомендуется принимать:

$$R_d \approx 0,12 \dots 0,16 \text{ м}; \quad r_d \approx 0,06 \dots 0,12 \text{ м}; \quad \beta \approx 90 \dots 180^\circ.$$



а – в форме сектора; б – в форме эксцентрика

Рисунок 2.2 – Расчетная схема дебалансов

Требуемая масса дебаланса

$$m_g = S_g / r. \quad (2.5)$$

Задавшись величинами R_d , r_d и β , по формуле (2.3) или (2.4) находим радиус дебаланса r . После подстановки его в (2.5) определяем m_g .

Конструктивно масса дебаланса обеспечивается его размерами:

$$m_g = S_d l_d \rho, \text{ кг}, \quad (2.6)$$

Откуда при известном m_g требуемая толщина дебаланса

$$l_d = \frac{m_g}{S_d \rho}, \text{ м}, \quad (2.7)$$

где S_d – площадь плоской фигуры дебаланса, м^2 ;

$\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали.

Площадь S_d можно определить по формулам:

для дебаланса а

$$S_d = \frac{\pi \beta}{360} (R_d^2 - r_d^2), \text{ м}^2; \quad (2.8)$$

для дебаланса б

$$S_d = \pi (R_d^2 - r_d^2), \text{ м}^2. \quad (2.9)$$

Определяем параметры пружин. Из формулы (2.2) требуемая жесткость всех пружин

$$C = m_B \omega_0^2, \text{ Н/м}. \quad (2.10)$$

Собственная частота колебаний системы

$$\omega_0 = \omega / i = 2\pi n / i, \text{ рад/с};$$

$$C = m_{\text{вг}} \omega^2 / i^2 = (2\pi n)^2 m_{\text{вг}} / i^2, \text{ Н/м.} \quad (2.11)$$

Величина i дана выше.

Требуемая жесткость одной пружины

$$C_1 = c / Z_c, \text{ Н/м.}$$

Для обеспечения жесткости пружины выбирают количество рабочих витков:

$$Z = \frac{Gd^4}{8D^3C_1} \approx 12...18, \quad (2.12)$$

где $G = (8,0...8,5) \cdot 10^{10}, \text{ Па}$ – модуль упругости стали на сдвиг;

d – диаметр пружинной проволоки, м;

D – средний диаметр пружины, м.

Обычно при расчете пружины задаются индексом пружины $m = D/d \approx 4...12,5$. Чаще рекомендуется $m \approx 5...8$.

Тогда формула (2.12) имеет вид:

$$Z = \frac{Gd}{8m^3C_1} \approx 12...18. \quad (2.13)$$

Диаметр проволоки выбирают из расчета его сечения на кручение

$$d = \sqrt{\frac{8K P m}{\pi [\tau]_k}} = 1,6 \sqrt{\frac{K P m}{[\tau]_k}}, \text{ м,} \quad (2.14)$$

где K – коэффициент учета дополнительных напряжений проволоки на изгиб; зависит от индекса пружины (табл. 2.2);

P – нагрузка на пружину, Н;

$$P = m_{\text{вг}} g / Z_c;$$

$[\tau]_k$ – допускаемое напряжение проволоки на кручение; для пружинных сталей можно принять

$$[\tau]_k \approx 0,8\tau_1, \text{ Па (Н/м}^2\text{)},$$

где τ_1 – граница утомляемости по касательным напряжениям.

Таблица 2.2 – Значения K

$m=D/d$	4	5	6	8	10	12,5
K	1,45	1,36	1,3	1,24	1,2	1,18

Определив по формуле (2.14) для принятого m диаметр проволоки d , округляют его до большего стандартного значения. Потом по формуле (2.13) определяют количество рабочих витков пружины Z . При необходимости Z корректируют изменением m и d .

Мощность, необходимая для вибрационного уплотнения бетонной смеси, можно определить по формуле:

$$N_1 = \frac{S_{g\text{ сум}}^2 \omega^3 \sin 2\varphi}{2m_B}, \quad \text{Вт}, \quad (2.15)$$

где ω – угловая частота колебаний, рад/с;

$\omega = 2\pi n$; φ – угол сдвига фазы (приведен выше).

Мощность на преодоление сил трения в подшипниках качения дебалансного вала, Вт:

$$N_2 = (F_{TP} d_k \omega) / 2, \quad (2.16)$$

где F_{TP} – сила трения, Н,

$$F_{TP} = \mu P_B; \quad (2.17)$$

$P = S_{g\text{ сум}} \omega^2$ – центробежная возмущающая сила, Н;

$\mu \approx 0,005$ – приведенный коэффициент трения подшипника качения;

$d_k \approx 0,06...0,10$ м – диаметр беговой дорожки внутреннего кольца подшипника качения дебалансного вала.

После подстановки величин в формулу (2.16) имеем:

$$N_2 = (S_{g\text{ сум}} \omega^3 \mu d_k) / 2, \quad \text{Вт}. \quad (2.18)$$

Требуемая мощность двигателя, кВт:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_1 + N_2}{1000 \eta} \quad (2.19)$$

где $\eta \approx 0,90...0,95$ – КПД привода.

Рассмотрим пример.

$Q = 1,8$ т; $m_B = 720$ кг; $n = 45$ с⁻¹; $A = 0,6$ мм; $Z_g = Z_c = 8$; $\lambda \approx 1$
при $i = 7...20 = 15$

Принимаем угол сдвига фазы $\varphi \approx 20...30 \approx 25^\circ$ (для круговых колебаний).

Требуемый суммарный статический момент дебалансов (2.1)

$$S_{g\text{ сум}} = \frac{m_B A}{\lambda \cos \varphi} = \frac{720 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot \cos 25^\circ} = 0,478 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Статический момент одного дебаланса

$$S_g = S_{g\text{ сум}} / Z_g = 0,478 / 8 = 0,06 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

Для дебаланса (рис. 2.2) принимаем:

$$R_d = 0,12 \text{ м}; \quad r_d = 0,06 \text{ м}; \quad \beta = 100^\circ.$$

Радиус центра тяжести дебаланса (2.3)

$$r = \frac{38,2(R_d^3 - r_d^3) \sin \frac{\beta}{2}}{(R_d^2 - r_d^2) \frac{\beta}{2}} = \frac{38,2(0,12^3 - 0,06^3) \sin 50^\circ}{(0,12^2 - 0,06^2) \cdot 50} = 0,082 \text{ м.}$$

Требуемая масса дебаланса (19.5)

$$m_g = S_g / r = 0,060 / 0,082 = 0,731 \text{ кг.}$$

Площадь фигуры дебаланса (2.7)

$$S_d = \frac{\pi \beta}{360} (R_d^2 - r_d^2) = \frac{3,14 \cdot 100}{360} (0,12^2 - 0,06^2) = 0,942 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Требуемая толщина дебаланса (2.7)

$$l_d = m_g / (S_d \rho) = 0,731 / (0,942 \cdot 10^{-2} \cdot 7,8 \cdot 10^3) = 0,0094 \text{ м} = 9,4 \text{ мм.}$$

Определяем параметры пружин.

Общая жесткость пружин (2.10)

$$C = (2\pi n)^2 m_B / l^2 = (2 \cdot 3,14 \cdot 45)^2 \cdot 720 / 15^2 = 254000 \text{ Н / м.}$$

Жесткость одной пружины:

$$C_1 = c / Z_c = 254000 / 8 = 31,8 \cdot 10^3 \text{ Н / м.}$$

Принимаем материал проволоки пружины: сталь 50ХГ.

Предел прочности $\sigma_B = 1300 \text{ Н / мм}^2$ (МПа);

предел текучести $\sigma_T = 1100 \text{ Н / мм}^2$;

граница утомленности по касательным напряжениям $\tau_1 = 500 \text{ Н / мм}^2$;

модуль упругости $\sigma = 8 \cdot 10^4 \text{ Н / мм}^2$.

Учитывая режим продолжительных колебаний пружин виброплощадки, принимаем в качестве граничного напряжения границу утомляемости τ_1 и от нее находим допускаемое касательное напряжение:

$$[\tau]_K = 0,8 \tau_1 = 400 \text{ Н / мм}^2.$$

Нагрузка на одну пружину

$$P = (m_B g) Z_{np} = (720 \cdot 9,8) / 8 = 900 \text{ Н.}$$

Принимаем индекс пружины $m = D / d = 6$, для его по табл. 2.2 поправочный коэффициент $K=13$.

Требуемый диаметр проволоки по формуле (2.14)

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{K P m}{[\tau] K}} = 1,6 \sqrt{\frac{1,3 \cdot 900 \cdot 6}{400}} = 1,6 \cdot 4,18 = 6,7 \text{ мм.}$$

Количество рабочих витков по формуле (2.13)

$$Z = \frac{Gd}{8m^3 C_1} = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot 0,008}{8 \cdot 6^3 \cdot 31,8 \cdot 10^3} = 11,6 \approx 12.$$

Фактическая жесткость пружины после округления Z

$$C_1 = \frac{Gd}{8m^3 Z} = 31,8 \frac{11,6}{12} = 30,8 \text{ кН / м}.$$

Мощность для уплотнения по формуле (2.15)

$$N_1 = \frac{S_{г\text{ сум}}^2 \omega^3 \sin 2}{2m_B} = \frac{0,478^2 \cdot 282^3 \cdot \sin 50^\circ}{2 \cdot 720} = 2,72 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 2,72 \text{ кВт},$$

$$\omega = 2\pi n = 2 \cdot 3,14 \cdot 45 = 282 \text{ рад / с}.$$

Мощность на трение в подшипниках (2.18)

$$N_2 = \mu S_{г\text{ сум}} \omega^3 \frac{d_K}{2} = 0,005 \cdot 0,478 \cdot 282^3 \cdot \frac{0,08}{2} = 2140 \text{ Вт} = 2,14 \text{ кВт}$$

($d_K = 0,06 \dots 0,10 \approx 0,08 \text{ м}$).

Требуемая мощность двигателя

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_1 + N_2}{1000 \eta} = \frac{(2,72 + 2,14) \cdot 10^3}{10^3 \cdot 0,9} = 5,4 \text{ кВт}.$$

3. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БИТУМОПЛАВИЛЬНЫХ КОТЛОВ И ИХ ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Задание

1. Рассмотреть устройство и принцип работы битумонагревательных котлов.
2. Привести схему указанного типа и дать ее описание.
3. В соответствии с заданием определить требуемое количество тепла для нагрева битума до рабочей температуры и заранее необходимое количество топлива для нагрева.

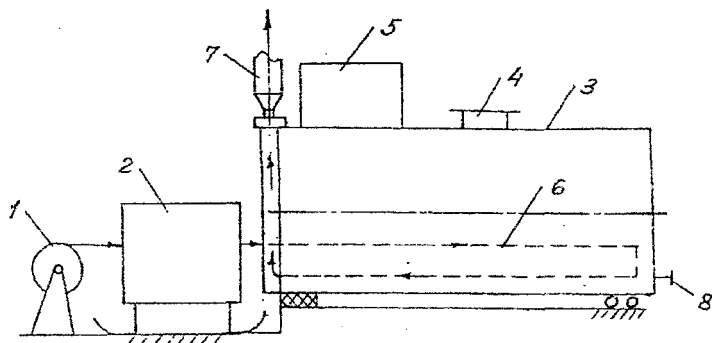
3.1. Битумонагревательные котлы

Битумонагревательные (битумоплавильные) котлы применяют для окончательного нагрева битума до рабочей температуры для использования в процессе приготовления асфальтобетонной смеси на заводе в смесителе или непосредственно на поверхности дороги.

В битумонагревателях битум очищается от примесей и воды, при наличии которой не возможен нагрев свыше 100°C . Кроме этого, воду необходимо удалять для улучшения вяжущих свойств битума и его прилипания к каменному материалу, от чего зависит прочность дорожного покрытия.

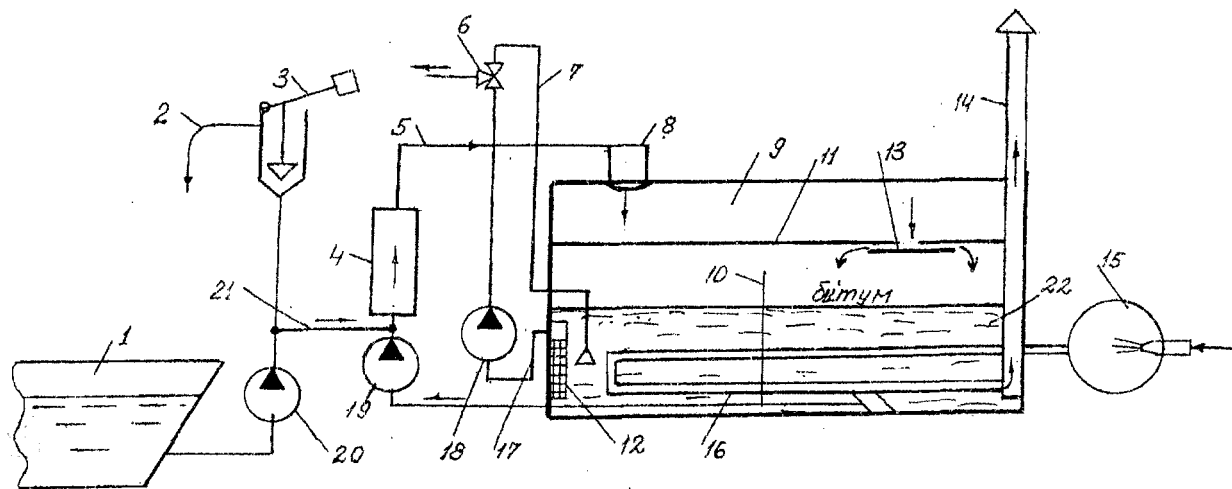
Битумонагреватели бывают стационарные или передвижные и циклического или непрерывного действия.

На рис.3.1 приведена принципиальная схема битумонагревательной установки циклического действия стационарного типа. Установка состоит из трех параллельных котлов, которые могут работать по очереди, что сокращает перерывы в подаче нагретого битума. Нагрев битума выполняется топочной системой с помощью газов от сгорания топлива (нефть, мазут или керосин). Сгорание происходит внутри топки 2, которая обеспечена форсунками и воздухонагревателем 1. Горячие газы проходят по П-образной трубе 6 внутри котла и отдадут свое тепло через стенки трубы битуму, нагревая его, а потом выходят в воздух через дымовую трубу 7.



- 1- вентилятор; 2- топка; 3- котел; 4- заливная горловина; 5- насосная установка;
6- П-образная газонагревательная труба; 7- дымовая труба; 8- сливная труба

Рисунок 3.1 – Принципиальная схема битумонагревательной установки циклического действия (с 3 котлов по 10 тыс. л х 3)



- 1- битумохранилище; 2- возвратный битумовод; 3- предохранительный клапан; 4- теплообменник; 5- трубопровод подачи битума в котел; 6- трехходовой кран; 7- циркуляционный трубопровод; 8- водоотделитель; 9- испарительная камера; 10- перегородка; 11- дно испарительной камеры; 12- фильтр; 13- отверстие; 14- дымовая труба; 15- топка; 16- жаровые трубы; 17- труба выдачи битума; 18- выдающий насос; 19- циркуляционный насос; 20- насос битумохранилища; 21- битумовод хранилища; 22- нагревательная камера.

Рисунок 3.2 – Схема битумонагревательной установки непрерывного действия

Внутри котла находится перемешивающее устройство в виде коромыслов, которые качаются с частотой 20 колебаний в минуту. Однако механическое перемешивание недостаточно ликвидирует пенообразование, поэтому применяют препарат пеногаситель СКТН-1.

Достаточно 2-3-х капель на 10 тонн битума, чтобы пенообразование прекратилось.

Качественное и более полное сгорание топлива в топке обеспечивается с помощью распыления его форсунками и подачей воздуха.

Более эффективными являются битумоплавительные котлы непрерывного действия. Такой котел производительностью $3\text{ м}^3/\text{ч}$ приведен на рис. 3.2.

Котел имеет внутри две камеры: верхнюю 9-испарительную и нижнюю 22-нагревательную, а между ними перегородку 11 с отверстием и клапаном для протекания битума. Нагревание битума происходит горячими газами через жаровые трубы 16. Битумонагреватель имеет два насоса: выдающий 18 и циркуляционный 19. Продувки топочной системы топку разжигают. Когда температура битума в нагревательной камере достигнет $95\text{...}98^\circ\text{C}$, включают циркуляционный насос 19, который подает битум в теплообменник 4 для внутренней циркуляции и нагрева.

Битум проходит через водоотделитель 8 и разливается тонким слоем по дну 11 испарительной камеры 9, где обезвоживается. После нагрева битума до $135\text{...}140^\circ\text{C}$ включают насос 20 битумохранилища, благодаря чему битум из битумохранилища нагревается от битума котла и перемешивается с ним, после чего стекает через отверстие 13 испарительной камеры в основную нагревательную камеру, где окончательно нагревается до рабочей температуры. Затем насосом 18 он выдается потребителю.

Топка 15 имеет форсунку, вентилятор, топливный бак и насос для подачи топлива.

3.2. Тепловой расчет битумонагревательного котла

Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.1

Таблица 3.1

Показатели	Вариант													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Часовая потребность нагреваемого битума P , кг/ч	2000	3000	4000	6000	10000	15000	3000	5000	7000	5000	7500	8000	5000	3000
Начальная температура нагрева в битумохранилище t_1 , град	60	70	80	65	75	70	70	75	60	80	70	75	60	65
Рабочая температура нагрева в котле t_2 , град	130	150	180	140	160	170	135	140	150	160	140	150	160	170

Полезный часовой расход тепла на нагрев битума состоит из двух затрат:

$$Q = Q_1 + Q_2, \text{ккал / ч}, \quad (3.1)$$

где Q – количество тепла за час на плавление битума и нагрев его до начальной температуры выдачи из битумохранилища:

$$Q_1 = l \cdot \Pi, \text{ккал / ч}, \quad (3.2)$$

где $l \approx 30, \text{ккал / кг}$ – скрытая теплота плавления битума,

Π – часовое количество нагреваемого и выдаваемого битума, кг/ч;

Q_2 – часовое количество тепла на подогрев битума от температуры t_1 до рабочей температуры t_2 .

$$Q_2 = \Pi \cdot C_b \cdot (t_2 - t_1), \text{ккал / ч}, \quad (3.3)$$

где $C_b = 0,45 \dots 0,54 \approx 0,5 \text{ккал / кг} \cdot \text{град}$ – теплоемкость битума.

Общее количество тепла, требуемое на нагрев битума в котле:

$$Q_{\kappa} = Q + Q_{\text{ок}} = Q_1 + Q_2 + Q_{\text{ок}}, \text{ккал / ч}, \quad (3.4)$$

где $Q_{\text{ок}}$ – сумма потерь тепла в котле,

$$Q_{\text{ок}} = Q_{\text{дн}} + Q_{\text{стн}} + Q_{\text{пов}}, \text{ккал / ч}, \quad (3.5)$$

$Q_{\text{дн}}$ – потери через дно котла;

$Q_{\text{стн}}$ – потери через стенки;

$Q_{\text{пов}}$ – потери от поверхности.

По опытным данным принимаем:

$$Q_{\text{ок}} \approx 0,2 \cdot Q; \quad Q_{\kappa} \approx 1,2 \cdot Q = 1,2 \cdot (Q_1 + Q_2); \quad (3.6)$$

Требуемое количество топлива в один час найдем с помощью низшей теплоты сгорания $Q_H^p \approx 9800 \text{ккал / ч}$ (для мазута):

$$Q_{\text{мон}} = Q_{\kappa} / Q_H^p = 1,2 \cdot (Q_1 + Q_2) / Q_H^p \quad (3.7)$$

Подставив (3.2) и (3.3) в (3.1), имеем:

$$Q = \Pi \cdot (l + C_b \cdot (t_2 - t_1)), \text{ккал / ч}, \quad (3.8)$$

С учетом (3.8)

$$Q_{\text{мон}} = \frac{1,2 \cdot Q}{Q_H^p} = \frac{1,2 \cdot \Pi}{Q_H^p} (l + C_b \cdot (t_2 - t_1)), \text{кг / ч} \quad (3.9)$$

Полученная формула позволяет подсчитать требуемый расход топлива сразу, без подробного расчета. Однако для лучшего усвоения процесса работы установки полезно выполнить расчет по частям, а потом для самоконтроля окончательные числа подтвердить по общим формулам (3.8) и (3.9).

Рассмотрим пример:

$$\Pi = 500 \text{ кг / ч}; t_1 = 70^\circ \text{ C}; t_2 = 160^\circ \text{ C}.$$

Количества тепла на плавление битума (3.2):

$$Q_1 = l \cdot \Pi = 30 \cdot 5000 = 150000 \text{ ккал / ч}.$$

Количество тепла на нагрев битума до рабочей температуры (3.3):

$$Q_2 = \Pi \cdot C_6 \cdot (t_2 - t_1) = 5000 \cdot 0,5 \cdot (160 - 70) = 225000 \text{ ккал / ч}.$$

Полученный часовой расход тепла (3.1):

$$Q = Q_1 + Q_2 = 150000 + 225000 = 375000 \text{ ккал / ч}.$$

Потери тепла в котле:

$$Q_{\text{ок}} \approx 0,2 \cdot Q = 0,2 \cdot 375000 = 75000 \text{ ккал / ч}.$$

Общее количество тепла на нагрев битума (3.4):

$$Q_x = Q + 0,2 \cdot Q = 1,2 \cdot Q = 1,2 \cdot 375000 = 450000 \text{ ккал / ч}.$$

Расход топлива в один час (3.7):

$$Q_{\text{топ}} = Q_x / Q_H^p = 450000 / 9800 = 45,9 \text{ кг / ч}.$$

По формуле (3.8):

$$Q = 1,2 \cdot Q = 1,2 \cdot \Pi \cdot (l + C_6 \cdot (t_2 - t_1)) = 1,2 \cdot 5000 \cdot (30 + 0,5 \cdot (160 - 70)) = 450000 \text{ ккал / ч}.$$

По формуле (3.9):

$$Q_{\text{топ}} = \frac{1,2 \cdot \Pi}{Q_H^p} (l + C_6 \cdot (t_2 - t_1)) = \frac{1,2 \cdot 5000}{9800} (30 + 0,5 \cdot (160 - 70)) = 45,9 \text{ кг / ч}.$$

4. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Задание

Определить основные параметры установки для пневматического транспортирования бетонной смеси по трубам /ПТУ/.

Данные для расчёта принять из табл. 1.

Последовательность выполнения упражнения.

А. Определить:

1. Диаметр бетоновода D .
2. Объём нагнетателя / полезный и геометрический / $V_n V_{нг}$.
3. Общую длину бетоновода L .
4. Среднюю скорость движения бетона $V_{ср}$.
5. Фактическую производительность пневмотранспортной установки P .
6. Тип бетоносмесителя.
7. Объём ресивера V_p
8. Расход сжатого воздуха A .
9. Тип компрессора
10. Объём приёмного бункера B_n

Б. Начертить схему ПТУ, проставить на ней вычисленные размеры и заполнить таблицу.

Методика расчета

1. Внутренний диаметр бетоновода D принимаем в зависимости от размера наибольших кусков щебня d , чтобы

$$D \geq 3d \quad (4.1)$$

Бетоноводы изготавливаются из бесшовных стальных труб диаметром 150, 180, 203 мм.

2. Полезный объём нагнетателя V_n или объём транспортируемой порции бетона принимаем по табл. 2.

По этой же таблице выбираем геометрический объём нагнетателя $V_{нг}$.

3. Общую длину бетоновода определяем как сумму заданных:

$$L = l + H \text{ (м)} \quad (4.2)$$

Общая длина бетоновода представляет собой сумму длин его горизонтальных и вертикальных участков, так как установлено исследованиями, что их суммарные сопротивления движению бетона приблизительно одинаковы.

4. Среднюю скорость движения бетона по бетоноводу $V_{ср}$ определяем в зависимости от заданных подвижности бетона S , рабочего давления сжатого воздуха в нагнетателе P

и найденных выше полезного объёма нагнетателя V_n , общей длины бетоновода L и диаметра бетоновода D по эмпирической формуле:

$$V_{cp} = 2,5 \cdot k_s \cdot k_v \cdot v_j \cdot k_p \cdot k_d, \quad (4.3)$$

где K_s – коэффициент влияния подвижности бетона:

S , см.....	6	8	10	12	14
K_s	0,82	0,91	1	1,09	1,13

K_v – коэффициент влияния объёма транспортируемой порции бетона:

V_n , л.....	200	250	300	400	500	800
K_v ,	1,23	1	0,75	0,6	0,5	0,035

K_l – коэффициент влияния длины бетоновода:

L , м.....	42	73,4	100	127	150	160	
K_l	0,77	1		1,2	1,4	1,57	1,64

K_p – коэффициент влияния давления сжатого воздуха при нагреве:

P , дан/см ² /кг/мс ² /	2	2,3	2,5	3	3,5	3,7	4
K_p	0,82	1,0	1,15	1,49	1,83	1,92	2

K_d – коэффициент влияния диаметра бетоновода:

D , мм.....	100	150	180	203
K_d	0,55	1,00	1,3	1,47

5. Фактическую производительность установки I для заданных условий определяем по формуле:

$$P = \frac{3,6 V_n}{\frac{L}{V_{cp}} + T_{всп}} \cdot K_e, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (4.4)$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время, включающее продолжительность загрузки и разгрузки из табл. 2;

K_e – коэффициент использования оборудования по времени, равный 0,8.

Если фактическая производительность установки получается меньше заданной, то нужно из табл. 2. принять больший объём нагнетателя V_n и сделать перерасчёт, начиная с п. 4.

6. Выбираем бетоносмеситель по величине V_n .

7. Объём ресивера V_p для заданных условий работы ПТУ и нормального давления в ресивере 6 дан/см² определяем по приближённой формуле:

$$V_p \approx 1,2 \cdot V_{не} + 0,85 \cdot D^2 \cdot L, \text{ м}^3, \quad (4.5)$$

где $V_{не}$ – геометрический объём нагнетателя, м³

D – внутренний диаметр бетоновода, м

L – максимальная общая длина бетоновода, м

8. Расход сжатого воздуха на транспортирование 1 м³ бетоновода в заданных условиях определяем по формуле:

$$A = \frac{(P - P_{\text{кон}}) (0,85 \cdot D^2 \cdot L + V_{\text{не}})}{V_{\text{н}}}, \text{ м}^3 / \text{ м}^3, \quad (4.6)$$

где P – заданное рабочее давление сжатого воздуха в нагнетателе, дан/см²;

$P_{\text{кон}}$ – давление сжатого воздуха в нагнетателе и бетоноводе в конце цикла транспортирования;

при $V_{\text{н}} = 0,25 - 0,4 \text{ м}^3$; $P_{\text{кон}} = 1,5 \text{ дан/см}^2$;

$V_{\text{н}} = 0,5 - 0,8 \text{ м}^3$; $P_{\text{кон}} = 1,7 \text{ дан/см}^2$.

9. Для подбора типа компрессора определяем его производительность по формуле:

$$\Pi_{\text{комп}} \geq \frac{A \cdot \Pi}{60} \cdot \text{ м}^3 / \text{ мин}, \quad (4.7)$$

где A – расход сжатого воздуха на транспортирование 1-го м³ бетона, м³/м³;

Π – действительная производительность ПТУ, м³/ч.

Таблица 4.1 – Варианты заданий

Вариант Схема ПТУ 1-7-сх.1 7-14-сх.2	Заданная производительность установки $\Pi_2, \text{ м}^3/\text{ч}$	Крупность щебня $d, \text{ мм}$	Подвиж- ность бетона $S, \text{ см}$	Длина горизон- тального бетоно- вода	Высота подъёма бетона $H, \text{ м}$	Давление Воздуха в нагнета- теле $P, \text{ дан/см}^2$
1	6	45	10	90	30	3,2
2	7	50	12	80	35	3
3	14	60	10	75	40	3,5
4	24	65	6	80	30	4
5	7	50	8	100	35	3,2
6	15	60	8	60	40	3,7
7	8	45	14	70	35	2,8
8	9	50	10	80	32	3
9	18	60	6	100	30	3,8
10	20	65	8	50	25	4
11	9	45	6	75	40	4
12	8	60	12	60	20	3,5
13	15	45	8	90	30	4
14	20	65	10	85	25	3,2

Таблица 4.2 – Технические характеристики пневмотранспортных установок

Основные параметры	Модель				
	200	300	400	500	800
1	2	3	4	5	6
Объем нагнетателя, л: полезный $V_{\text{н}}$ геометрический $V_{\text{не}}$	250	300	400	500	800
	300	450	600	620	1000
Производительность при длительности цикла, м ³ /ч	7.5	9	12	15	24
Вспомогательное время $T_{\text{всп}}$, сек	30	35	40	45	50

Таблица 4.3 – Технические характеристики бетоносмесителей циклического действия

Параметры	Модель			
	C-333	C-365	C-302	C-230 A
Объем готового замеса в л.	330	660	800	1600
Предельная крупность заполнителя в мм	70	40	20	50
Число оборотов смесительного барабана, об/мин	18.2	5.2	4.7	12.6

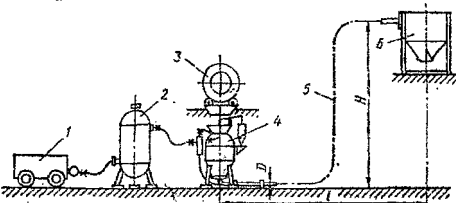


Рисунок 4.1 – Схема 1. Пневмотранспортная установка для бетонирования наземных сооружений

№ поз.	Оборудование	Подсчетные параметры оборудования	Единица измерения
1	Передвижной компрессор		м ³ /мин
2	Ресивер		м ³
3	Бетоносмеситель		л
4	Нагнетатель		л
5	Бетонобод		мм
6	Приемный бункер		м ³

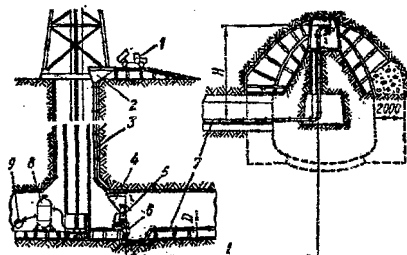


Рисунок 4.2 – Схема 2. Пневмотранспортная установка для бетонирования подземных сооружений

№ поз.	Оборудование	Подсчетные параметры оборудования	Единица измерения
1	Адгезивная веревка		м ³
2	Верхний бункер		м ³
3	Труба для вертикального сцепки бетона	$d=300$	мм
4	Нижний бункер		м ³
5	Бетоносмеситель		л
6	Нагнетатель		л
7	Бетонобод		мм
8	Ресивер		м ³
9	Центральный компрессор	$d=180 \times 200$	мм

5. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ АВТОГУДРОНАТОРА

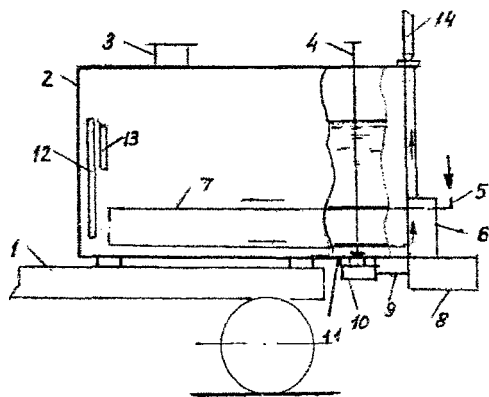
Задание

1. Рассмотреть устройство и работу автогудронатора. Привести и проанализировать его конструкционную схему.
2. Нарисовать и рассмотреть схему циркуляционно-распределительной системы.
3. Определить производительность автогудронатора и необходимую подачу битумного насоса для заданной нормы разлива битума.
4. Подсчитать требуемый расход топлива для нагрева битума до рабочей температуры.

5.1. Устройство и работа автогудронатора

Для распределения битума и разлива (впрыска) под давлением в слой рыхлого материала применяется распределяемое оснащение, которое называется гудронатором. Самоходный гудронатор на базе автомобиля – автогудронатор – представляет собой автобитумовозную цистерну с распределителем. Эта машина отмечается универсальностью и высокой производительностью и используется при устройстве облегченных покрытий и их оснований, которые укрепляются разливом под давлением битума, нагретого до рабочей температуры.

На рис. 5.1 представлен схематический вид автогудронатора; на рис. 5.2 – его циркуляционно-распределительная система (в положении наполнения цистерны).

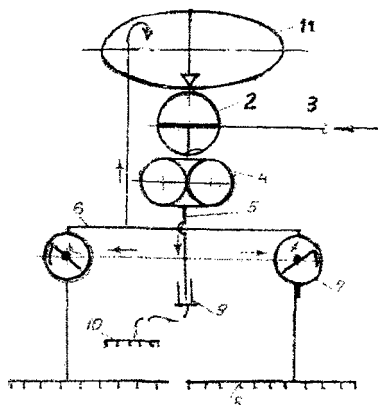


- 1 – автомобиль;
- 2 – цистерна; 3 – заливная горловина;
- 4 – запорный клапан; 5 – горелка;
- 6 – топка; 7 – жаровые П-образные трубы; 8 – оснащение распределителя; 9 – битумовод;
- 10 – битумный насос; 11 – большой кран; 12 – указатель уровня битума; 13 – термометр;
- 14 – дымовая труба

Рисунок 5.1 – Схема автогудронатора

На базовом автомобиле (см. рис. 5.1) 1 установлена цистерна 2 эллиптического сечения, обеспеченная топочным устройством для нагрева битума с помощью двух П-образных жаровых труб 7. По ним циркулируют газы от сгорания в топке 6 керосина, который подается к горелкам 5 из бака под давлением воздуха тормозной пневмосистемы автомобиля. Искользованные газы, отдав тепло битуму, удаляются через дымовую трубу 14. Основной рабочей частью оснащения автомобиля-гудронатора является распределительная система (см. рис. 5.2) имеющая рабочий орган в виде поперечной распределительной трубы 8 с соплами для вытекания под давлением битума. Выдача би-

тума выполняется битумным насосом 4. При различных положениях запорного клапана, центральных и боковых распределительных кранов обеспечиваются необходимые режимы работы:



- 1 – запорный клапан; 2 – центральный (большой) кран;
 3 – приемный патрубок; 4 – битумный насос; 5 – напорный
 трубопровод; 6 – циркуляционный трубопровод;
 7 – распределительные (малые) краны;
 8 – распределительная труба; 9 – сливное отверстие;
 10 – ручной распределитель; 11 – цистерна

Рисунок 5.2 – Схема циркуляционно-распределительной системы

На рис.5.3. показано положение большого и малых кранов при различных режимах работы.

Сзади цистерны на шасси автомобиля установлена площадка оператора с рычагами и приборами управления. Площадка имеет ограду.

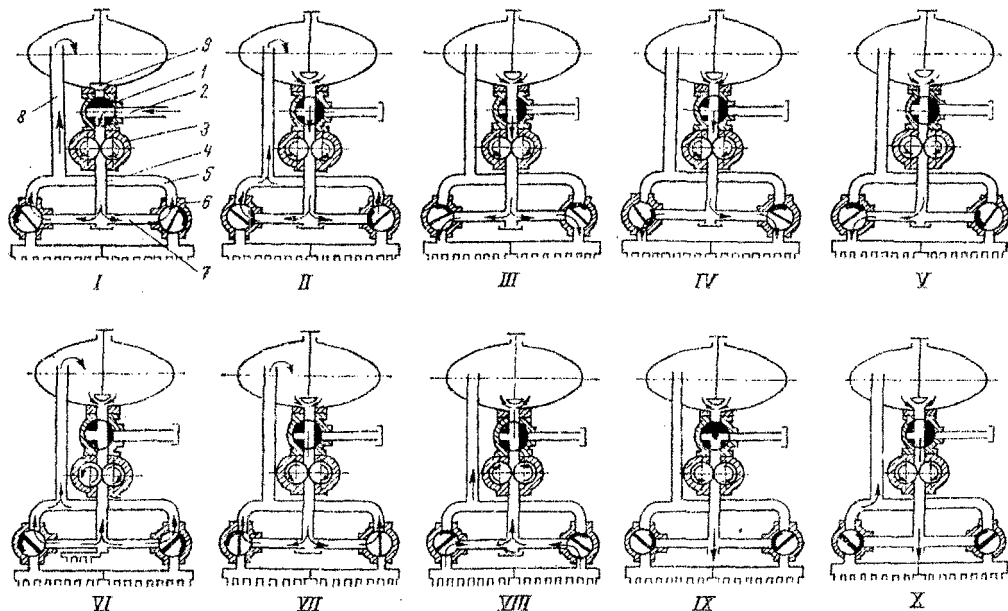
Работа гудронатора состоит из операций:

- 1) набор битума из битумохранилища;
- 2) транспортировка к месту работы;
- 3) нагрев битума до рабочей температуры 130..180°С;
- 4) розлив в заданной норме;
- 5) возвращение в битумохранилище.

При работе на автогудронаторе необходимо выполнять требования техники безопасности. Гудронатор должен быть обеспечен огнетушителем и противопожарным инвентарем. Запрещается использовать бензин. При розжиге топки жаровые трубы должны быть перекрыты битумом. Необходимо находиться с внешней стороны горелок. Розлив начинается только после окончания нагрева битума; при включенных горелках розлив запрещается. При разогреве в процессе транспортировки оператор должен стоять на площадке и наблюдать за горелками, чтобы они не потухли, потому что, когда в жаровые трубы попадет керосин, то при последующем розжиге возможен взрыв.

После окончания нагрева необходимо закрыть вытяжную трубу для сбережения тепла.

1. наполнение цистерны;
2. циркуляция;
3. розлив двухсторонний;
4. розлив правый;
5. розлив левый;
6. розлив ручным распределителем;
7. розлив с перепуском излишков битума в цистерну;
8. отсос битума из распределительной системы;
9. перекачивание битума из емкости в емкость;
10. опорожнение системы.



I – наполнение цистерны; II – циркуляция битума; III – розлив двухсторонний; IV – розлив правый; V – розлив левый; VI – розлив ручным распределителем; VII – розлив с перепуском излишков битума в цистерну; VIII – отсос битума из распределительной системы; IX – перекачивание битума из емкости в емкость; X – опорожнение системы;

1 – центральный (большой) кран; 2 – приемный патрубок; 3 – битумный насос; 4 – напорный трубопровод; 5 – циркуляционный трубопровод; 6 – распределительные (малые) краны; 7 – трубопроводы подачи на левый и правый краны; 8 – возвратная труба; 9 – запорный клапан

Рисунок 5.3 – Положение большого и малых кранов при различных режимах работы автогудранатора

5.2. Методика расчета производительности и подачи битума

Расчет выполняется по исходным данным табл. 5.1.

Таблица 5.1

Варианты	Емкость цистерны $V_{ц}$, л	Дальность перевозки L , км	Норма розлива P , л/м ²	Скорость розлива $V_{розл}$, м/мин	Ширина полосы B , м
1	3600	5	7	60	3,5
2	5000	20	7	70	2,5
3	6000	15	8	100	3
4	7000	10	9	70	5
5	3000	25	6	80	2,5
6	5500	30	7	200	3,5
7	3500	15	8	120	4
8	7000	20	10	80	5
9	3500	10	6	90	7
10	6000	5	7	120	3,5
11	3000	8	10	200	4
12	3500	15	7	150	5
13	7000	12	8	60	3
14	3500	30	9	90	5,5

Производительность автогудронатора определяется по объему цистерны $V_{ц}$ и продолжительности цикла $T_{ц}$:

$$P = (60 \cdot V_{ц} \cdot K_{в}) / T_{ц}, \text{ л/ч}, \quad (5.1)$$

где $V_{ц}$ - объем цистерны, л;

$$T_{ц} = t_{нап} + t_{тр} + t_{розл} + t_{об} + t_{ман} + t_{под}, \text{ мин}, \quad (5.2)$$

$t_{нап} = 10 \dots 15$ мин – время наполнения;

$t_{тр} = 60 \cdot L / V_{гр}$, мин – время транспортировки; (5.3)

$t_{об} = 60 \cdot L / V_{об}$, мин – время обратного хода (5.4)

L – дальность, км;

$V_{гр} = 20 \dots 25$ км/ч – скорость груженого хода;

$V_{об} = 35 \dots 40$ км/ч – скорость оборота;

$t_{розл} = V_{ц} / q$, мин – время розлива битума; (5.5)

q , л/мин – подача битумного насоса;

$t_{ман} = 12 \dots 15$ мин – время маневрирования;

$t_{под} = 5 \dots 6$ мин – время подготовки к следующему циклу.

При строительстве облегченных покрытий норма розлива битума на единицу площади оснований дороги задается в интервале: $P \approx 0,5 \dots 7$ л/м², при ширине розлива 7 м. и $7 \dots 10$ л/м² при ширине розлива 4 м.

При заданной норме розлива необходимая подача битумного насоса равна:

$$q = V_{\text{розл}} \cdot B \cdot \rho, \text{ л / мин}, \quad (5.6)$$

где $V_{\text{розл}}$ – скорость автогудронатора при разливе, м/мин;

Скорость при разливе может быть в пределах 60...400 м/мин.

B – ширина полосы, м. (регулируется от 1 м до 7 м.)

После подстановки (5.6) в (5.5) имеем:

$$t_{\text{розл}} = V_{\text{ц}} / (V_{\text{розл}} \cdot B \cdot \rho), \text{ мин}, \quad (5.7)$$

При невозможности обеспечить нужную подачу битумного насоса с целью получения заданной нормы розлива снижается рабочая скорость при разливе $V_{\text{розл}}$:

$$V_{\text{розл}} = \frac{q}{B \cdot \rho} = \frac{\gamma \cdot n}{B \cdot \rho}, \text{ м / мин}, \quad (5.8)$$

Реальная производительность насоса устанавливается по формуле:

$$q = \gamma \cdot n, \text{ л / мин}, \quad (5.9)$$

где γ – удельная подача насоса на 1 оборот, л/об;

n – количество оборотов насоса в минуту.

Показатель γ дается в технической характеристике насоса: это – подача за один оборот.

После уточнения и выбора подачи q битумного насоса и скорости розлива $V_{\text{розл}}$ подсчитывается время розлива $t_{\text{розл}}$, время $T_{\text{ц}}$ и производительность насоса.

Коэффициент использования рабочего времени внутри смены $K_e = 0,8...0,9$.

При расчете нагревательной системы принимают, что битум в цистерне должен нагреться до температуры $t_2 \approx 180^\circ\text{C}$ за 0,5 ч. при $V_{\text{ц}} < 10000$ л или за 1 ч. при $V_{\text{ц}} > 10000$ л.

Полезная мощность тепла

$$Q = G_{\text{б}} \cdot C_{\text{б}} (t_2 - t_1) = \rho_{\text{б}} \cdot V_{\text{ц}} \cdot C_{\text{б}} (t_2 - t_1), \text{ ккал}, \quad (5.10)$$

где $G_{\text{б}} = \rho_{\text{б}} \cdot V_{\text{ц}}$ кг – количество нагреваемого битума;

$V_{\text{ц}}$ – емкость цистерны, л;

$\rho_{\text{б}} \approx 1$ кг/л – плотность битума;

$C_{\text{б}} \approx 0,5$ ккал/кг·град – удельная теплоемкость битума.

При нагреве битума имеют место бесполезные потери тепла с выходящими газами, на теплопередачу через стенки, излучение, которые по опытным данным могут быть приняты: $\Delta Q \approx 20...30\%$.

Требуемое количество тепла:

$$Q_{\text{общ}} = Q + \Delta Q = (1,2...1,3) \cdot Q, \text{ ккал}. \quad (5.11)$$

Требуемое количество топлива, кг:

$$Q_{\text{топ}} = Q_{\text{общ}} / Q_{\text{н}}^p, \quad (5.12)$$

где $Q_{\text{н}}^p \approx 9800$ ккал/кг – низшая теплота топлива.

После подстановки (5.10) и (5.11) в (5.12) окончательно получим:

$$Q_{\text{топ}} = \frac{Q + \Delta Q}{Q_{\text{н}}^p} = \frac{(1,2...1,3) \cdot Q}{Q_{\text{н}}^p} = \frac{(1,2...1,3) \cdot \rho_b \cdot V_c \cdot C_b \cdot (t - t_1)}{Q_{\text{н}}^p}, \quad (5.13)$$

Рассмотрим пример:

$$V_{\text{ц}} = 8000 \text{ л}; L = 22 \text{ км}; \rho = 4 \text{ л/м}^2; V_{\text{разл}} = 25 \text{ м/мин}; B = 5,0 \text{ м.}$$

По формуле (5.6) находим необходимую подачу битума:

$$q = V_{\text{разл}} \cdot B \cdot \rho = 25 \cdot 5,0 \cdot 4,0 = 500 \text{ л / мин. .}$$

С учетом ее по формуле (5.5) получим время розлива битума:

$$t_{\text{разл}} = V_{\text{ц}} / q = 8000 / 500 = 16 \text{ мин. .}$$

Продолжительность цикла (5.2):

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{нал}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{разл}} + t_{\text{об}} + t_{\text{нал}} + t_{\text{нал}} = 12 + 53 + 16 + 33 + 15 + 5 = 134 \text{ мин.}$$

Время транспортировки битума:

$$t_{\text{пр}} = 60 \cdot L / V_{\text{пр}} = (60 \cdot 22) / 25 = 53 \text{ мин. .}$$

Время обратного хода автогудронатора:

$$t_{\text{об}} = 60 \cdot L / V_{\text{об}} = (60 \cdot 22) / 40 = 33 \text{ мин. .}$$

Производительность автогудронатора (5.1):

$$\Pi = (60 \cdot V_{\text{ц}} \cdot K_{\text{в}}) / T_{\text{ц}} = (60 \cdot 8000 \cdot 0,85) / 134 = 3040 \text{ л / ч.}$$

Полезное количество тепла для нагрева битума (5.10):

$$Q = G_b \cdot C_b (t_2 - t_1) = \rho_b \cdot V_{\text{ц}} \cdot C_b (t_2 - t_1) = 1 \cdot 8000 \cdot 0,5 \cdot (180 - 120) = 240000 \text{ ккал.}$$

Общее количество тепла (5.11):

$$Q_{\text{общ}} = Q + \Delta Q = (1,2...1,3) \cdot Q = (1,2...1,3) \cdot 240000 \approx 1,25 \cdot 240000 = 300000 \text{ ккал. .}$$

Необходимое количество топлива, кг:

$$G_{\text{топ}} = Q_{\text{общ}} / Q_{\text{н}}^p = 300000 / 9800 = 30,6 \text{ кг,}$$

или (5.13);

$$G_{\text{топ}} = \frac{1,25 \cdot \rho_b \cdot V_{\text{ц}} \cdot C_b (t_2 - t_1)}{Q_{\text{н}}^p} = \frac{1,25 \cdot 1 \cdot 8000 \cdot 0,5 \cdot (180 - 120)}{9800} = 30,6 \text{ кг.}$$

6. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКОВ

Задание

1. Познакомиться с устройством и принципом действия асфальтоукладчиков.
2. Привести и рассмотреть схему устройства асфальтоукладчика.
3. Подсчитать производительность.
4. Найти необходимую высоту открытия заслонки бункера.
5. Подсчитать сопротивление перемещения асфальтоукладчика и требуемую мощность двигателя.

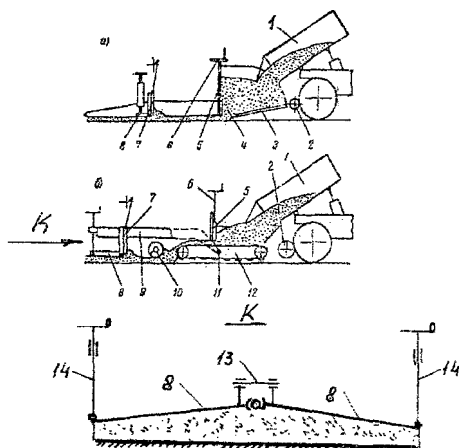
6.1. Методические указания по изучению устройства и работы асфальтоукладчика

Асфальтоукладчики предназначены для приёма асфальтобетонной смеси из самосвала, распределения её по полотну дороги, предыдущего уплотнения и выглаживания слоем заданной толщины.

По перемещению асфальтоукладчики подразделяются на самоходные (гусеничные, колёсные, колёсно-гусеничные) и прицепные. Прицепные асфальтоукладчики работают вместе с самосвалами и обеспечивают небольшую производительность (25..50 т/ч) при малых объёмах работ с невысоким качеством, чаще всего – при ремонте дорог. Для больших объёмов работ с повышенным качеством применяются тяжёлые асфальтоукладчики производительностью 100 т/ч и более.

Лёгкие асфальтоукладчики имеют упрощённую конструкцию, в которой отсутствуют скребковый питатель и распределительный шнек. Выдача материала из бункера при этом регулируется наклоном бункера и открытием заслонки, а распределение по основанию дороги выполняется с помощью уплотнительного бруса.

На рис.6.1 приведена принципиальная схема тяжелого асфальтоукладчика. Основные рабочие органы – трамбовочный брус 7 и выглаживающая плита 8 – установлены на тяговой раме 9, которая спереди соединена шарнирно с основной рамой машины, а сзади имеет опору на дорогу через выглаживающую плиту 8.



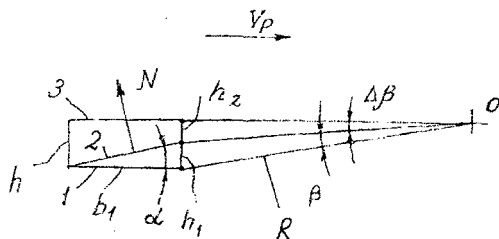
- а) легкого асфальтоукладчика
б) тяжелого асфальтоукладчика
- 1 – кузов автосамосвала; 2 – упорные ролики для колес самосвала; 3 – днище бункера; 4 – бетонная смесь; 5 – шибберные заслонки; 6 – регулировочные винты;
 - 7 – трамбовочный брус;
 - 8 – выглаживающая плита; 9 – тяговая рама рабочих органов;
 - 10 – распределительные шнеки;
 - 11 – шарнир крепления рамы;
 - 12 – скребковый конвейер-питатель;
 - 13 – стяжной винт между секциями выглаживающей плиты; 14 – винты регулирования поперечного профиля

Рисунок 6.1 – Принципиальные схемы асфальтоукладчиков

На рис. 6.2 показаны технологические положения выглаживающей плиты асфальтоукладчика.

1 – исходное положение на поверхности основания дороги;
 2 – начальное положение под углом атаки α ; 3 – рабочее положение при формировании слоя покрытия толщиной h

Рисунок 6.2 – Технологические положения выглаживающей плиты



Выглаживающая плита по ширине разделена на две половины, которые соединены посередине шарниром и стяжным винтом 13. С помощью винтов 14 и 13 можно получить три типа поперечных профилей дороги: плоский горизонтальный, плоский односкатный и двускатный.

Процесс укладки смеси выполняется следующим образом. Горячая смесь загружается на ходу из самосвала 1 на днище 3 легкого асфальтоукладчика или на скребковый питатель 12 тяжелого асфальтоукладчика. Два скребковых питателя при открытых заслонках 5 подают смесь на полотно дороги перед двумя распределяемыми шнеками 10, которые имеют противоположные винтовые лопасти. Благодаря этому при вращении шнеков в одном направлении они распределяют смесь от середины до краев укладываемой полосы. Распределение смеси вдоль полотна происходит благодаря перемещению самой машины. После распределения смесь попадает под трамбовочный брус 7, который состоит из двух половин. Два отражательных щита перед брусом 7 очищают его от налипания асфальтобетонной смеси. Окончательное формирование слоя выполняется выглаживающей плитой 8, о которой уже было сказано. Плита имеет обогрев с помощью форсунки и воздуходува, который используется в начале работы, а потом плита подогревается самой смесью.

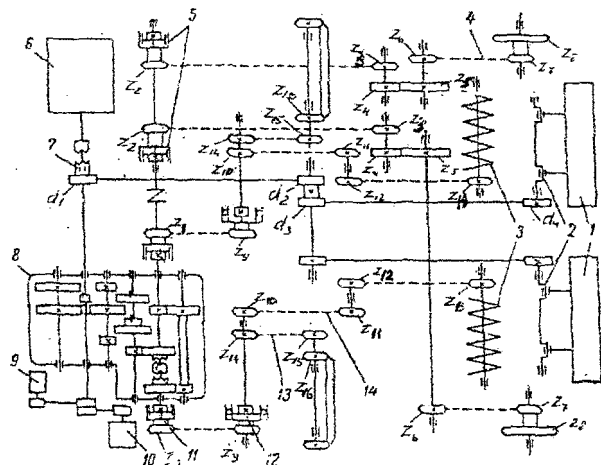
В рабочее положение оснащение опускается двумя гидроцилиндрами и дополнительно регулируется винтами 14.

В более совершенных конструкциях асфальтоукладчиков используется автоматическое регулирование толщины слоя асфальтобетона с точностью до 3 мм на 3000 мм в прямом направлении и 0,1 мм – в поперечном. По сигналу рассогласования золотниковое устройство приводит в действие гидроцилиндры до ликвидации рассогласованного сигнала. Необходимое положение рабочих органов и ровность покрытия задаются с помощью датчиков курса и уровня по трем типам копирных баз:

- 1) по поверхности предыдущей полосы;
- 2) по копирным шнурам (струнам);
- 3) по лазеру и визирным отметкам.

Привод механизмов асфальтоукладчика выполняется от двигателя внутреннего сгорания и содержит коробку передач с шестью передачами переднего и тремя передачами заднего хода. Независимый привод правого и левого питателя, разравнивающих шне-

ков, гусеничного хода и регулирование шиберных заслонок обеспечивают качественную подачу, распределение и обработку слоя смеси по полотну дороги (см. рис. 6.3).



- 1 – трамбующий брус; 2 – эксцентриковый вал; 3 – шнеки; 4 – привод гусеничного хода;
 5 – бортовые фрикционы гусеничного хода; 6 – двигатель; 7 – муфта привода трамбующего бруса;
 8 – коробка передач; 9 – топливный насос; 10 – воздушная подушка; 11 – фрикционы привода шнеков и питателя;
 12 – предохранительная муфта обратного хода питателя; 13 – привод питателя;
 14 – привод шнеков

Рисунок 6.3 – Кинематическая схема тяжелого асфальтоукладчика

В соответствии со схемой на рис. 6.2 выглаживающая плита сначала занимает горизонтальное положение 1 и лежит на основании дороги. Затем с помощью регулирующих винтов 14 (рис. 6.1) она устанавливается в положение 2 с высотой h_1 и углом атаки α , после чего асфальтоукладчик начинает двигаться вперед. Под действием нормальной силы реакции смеси N плита вместе с тяговой рамой поднимается в положение 3, близкое к горизонтальному направлению, и сила реакции смеси N уменьшается до минимально нужной величины, из которой происходит формирование и выглаживание слоя смеси.

На рис. 6.2 высота наклона плиты в положении 2 обозначена через h_1 . Окончательная толщина слоя в положении 3 – h . При переходе из положения 1 в положение 2 радиус R поворачивается на угол β , а из положения 2 в рабочее положение 3 – на дополнительный угол $\Delta\beta$.

Для высот h , h_1 , h_2 запишутся зависимости:

$$h_1 + h_2 = h; \quad (6.1)$$

$$h_2 \approx R \cdot \Delta\beta; \quad (6.2)$$

$$h \approx (R + b_1) \Delta\beta. \quad (6.3)$$

Из равенства (6.3):

$$\Delta\beta = h / (R + b_1).$$

После этого

$$h_1 = h - h_2 = h - R \Delta \beta \cdot h = \frac{R \cdot h}{R + b_1} = h \cdot \left(1 - \frac{R}{R + b_1}\right) = \frac{b_1}{R + b_1} \cdot h, \quad (6.4)$$

или

$$h = \frac{R + b_1}{b_1} \cdot h_1. \quad (6.5)$$

6.2. Методика расчета показателей асфальтоукладчика

Расчет выполняется по исходным данным табл. 6.1.

Теоретическая производительность укладчика находится по формулам:

$$П = 60 \cdot h \cdot B \cdot V_p \cdot \rho, \text{ м}^3 / \text{ч}; \quad (6.6)$$

$$П = 60 \cdot B \cdot V_p, \text{ м}^2 / \text{ч}, \quad (6.7)$$

где h – толщина укладываемого слоя, м;

B – ширина полосы, м;

V_p – рабочая скорость, м/мин;

ρ – плотность уложенной смеси, $\rho \approx 2 \text{ т/м}^3$.

Эксплуатационная производительность:

$$П_э = П \cdot K_э, \quad (6.8)$$

где $K_э \approx 0,75 \dots 0,95$ – коэффициент использования рабочего времени.

Производительность питателя и подача им смеси за единицу времени должна соответствовать необходимой производительности по непосредственной укладке смеси в дорожное покрытие.

Необходимая подача смеси питателем находится следующим образом:

$$60 \cdot b \cdot V_n \cdot h_3 \cdot \rho = 1,5 \cdot П, \quad (6.9)$$

где b – ширина ленты питателя, $b \approx 0,6 \text{ м}$;

V_n – скорость ленты питателя, м/мин, $V_n = V_p / K_n$;

h_3 – высота открытия заслонки, м;

$K_n \approx 0,65$ – коэффициент перехода, принимаемый для всех асфальтоукладчиков условно.

Коэффициент 1,5 учитывает усадку смеси при уплотнении и ее запас.

Из равенства (6.9) найдем:

$$h_3 = 1,5 \cdot П / (60 \cdot b \cdot V_n \cdot \rho). \quad (6.10)$$

После подстановки $П$ и V_n в (6.10) окончательно получим:

$$h_3 = \frac{1,5 \cdot 60 \cdot h \cdot B \cdot V_p \cdot \rho}{60 \cdot b \cdot \frac{V_p}{K_n} \cdot \rho} = \frac{1,5 \cdot h \cdot B \cdot K_n}{b}, \quad (6.11)$$

Тяговую силу на перемещение асфальтоукладчика без укладки смеси найдем по формуле:

$$W_1 = (G_y + G_{см}) \cdot g(f_n + i), H, \quad (6.12)$$

где G_y – масса укладчика, кг;

$G_{см}$ – масса смеси в бункере, кг;

f_n – коэффициент сопротивления перемещения машины;

$f_n \approx 0,03 \dots 0,07$;

$i \approx 0,07$ – наибольший уклон дороги.

Сила сопротивления трения выглаживающей плиты по смеси:

$$W_2 = P_{cp} \cdot B \cdot b_1 \cdot f_1, H, \quad (6.13)$$

где f_1 – коэффициент трения скольжения рабочих органов по смеси, $f_1 \approx 0,5 \dots 0,6$;

$P_{cp} = (1 \dots 2) \cdot 10^4 \text{ Па}$ – среднее давление плиты на смесь;

B – ширина полосы, м;

b_1 – длина плиты, м.

Суммарная тяговая сила:

$$W_{сум} = W_1 + W_2 + W_{ны} \approx 1,5 \cdot (W_1 + W_2), \quad (6.14)$$

где $W_{ны} \approx 0,5 \cdot (W_1 + W_2)$ – неучтенные сопротивления на перемещение призмы смеси перед трамбовочным брусом, перерезание поступающего из бункера потока смеси, подталкивание самосвала при загрузке, инерцию разгона машины после остановки (в учебниках дается методика определения этих сил, но для их подсчета отсутствуют конструктивные данные).

Необходимая мощность:

$$N_{об} \geq (W_{сум} \cdot V \cdot \rho) / \eta, \text{ кВт}. \quad (6.15)$$

Таблица 6.1 – Исходные данные

Варианты	Ширина удобоукладываемой полосы В, м	Длина плиты b_1 , м	Толщина слоя h , м	Рабочая скорость V, м/мин	Масса укладчика G_y , т	Масса смеси $G_{см}$, т
1	2.2	0.8	0.1	2.0	5.8	4.0
2	3.5	1.0	0.1	5.0	12	4.5
3	3.0	1.2	0.2	7.5	12	8.0
4	4.5	1.4	0.2	7.5	14	8.0
5	4.5	1.0	0.1	9.5	17	10.0
6	3.7	0.9	0.2	5.0	30	10.0
7	7.5	1.2	0.2	7.5	41	12.0
8	7.9	1.4	0.2	8.0	41	12.0
9	10	1.5	0.1	9.0	34	24.0
10	10	1.0	0.1	12	30	24.0
11	7	1.2	0.2	7.5	17	10.0
12	5	1.2	0.2	7.0	17	10.0
13	4.5	1.3	0.2	6.0	14	8.0
14	4.5	1.0	0.2	5.0	14	8.0

Рассмотрим пример:

$$B=3,2 \text{ м}; b_1=1,0 \text{ м}; h=0,14 \text{ м}; V_p=1,5 \text{ м/мин}; G_y=14 \text{ т}; G_{см}=8,0 \text{ т}.$$

По формулам (6.6) и (6.7):

$$P = 60 \cdot h \cdot B \cdot V_p \cdot \rho = 60 \cdot 0,14 \cdot 3,2 \cdot 1,5 \cdot 2,0 = 80,6 \text{ т/ч};$$

$$P = 60 \cdot B \cdot V_p = 60 \cdot 3,2 \cdot 1,5 = 288 \text{ м}^2/\text{ч}.$$

Эксплуатационная производительность (6.8):

$$P_s = P \cdot K_e = 80,6 \cdot 0,85 = 68,5 \text{ т/ч};$$

$$P_s = P \cdot K_s = 288 \cdot 0,85 = 245 \text{ м}^2/\text{ч}.$$

Скорость ленты питателя:

$$V_n = V_p / K_x = 1,5 / 0,65 = 2,3 \text{ м/мин}.$$

Высота открытия заслонки бункера (6.11):

$$h_3 = \frac{1,5 \cdot h \cdot B \cdot K_n}{b} = \frac{1,5 \cdot 0,14 \cdot 3,2 \cdot 0,65}{0,6} = 0,73 \text{ м},$$

или по формуле (6.10):

$$h_3 = 1,5 \cdot P / (60 \cdot b \cdot V_n \cdot \rho) = (1,5 \cdot 80,6) / (60 \cdot 0,6 \cdot 2,3 \cdot 2,0) = 0,73 \text{ м}.$$

Тяговая сила без укладки смеси (6.12):

$$W_1 = (G_y + G_{см}) \cdot g(f_n + i) = (14 + 8) \cdot 9,81 \cdot (0,05 + 0,07) = 25,8 \text{ кН}.$$

Сила трения выглаживающей плиты (6.13):

$$W_2 = P_{\text{ф}} \cdot B \cdot b_1 \cdot f_1 = 2,0 \cdot 10^4 \cdot 3,2 \cdot 1,0 \cdot 0,55 = 3,52 \cdot 10^4 \text{ Н} = 35,2 \text{ кН}.$$

Суммарная тяговая сила (6.14):

$$W_{\text{сум}} \approx 1,5 \cdot (W_1 + W_2) = 1,5 \cdot (25,8 + 35,2) = 91,5 \text{ кН}.$$

Необходимая мощность двигателя (6.15):

$$N_{\text{дв}} \geq (W_{\text{сум}} \cdot V \cdot \rho) / \eta = (91,5 \cdot 1,5) / (0,8 \cdot 60) = 2,86 \text{ кВт}.$$

ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ КАФЕДРЫ МАШИНОВЕДЕНИЯ

К работе в лаборатории кафедры допускаются лица обоего пола, достигшие 16-летнего возраста, на работах повышенной опасности, достигшие 18-летнего возраста, изучившие лабораторное оборудование, годные по состоянию здоровья, прошедшие инструктаж по технике безопасности, вводный и на рабочем месте.

При проведении лабораторных работ запрещается допускать к работам посторонних лиц и лиц, не прошедших инструктаж по технике безопасности.

В лаборатории должна поддерживаться чистота и установленный порядок.

1. Требования безопасности перед началом работ

1.1. Изучить приборы, установки и другое лабораторное оборудование, а также безопасные методы и приемы работы.

1.2. Убрать посторонние предметы, освободить проходы к приборам и оборудованию.

1.3. Проверить исправность освещения инструмента, приспособлений и материалов.

1.4. Проверить исправность пусковых устройств, штепсельных соединений, включателей.

2. Требования безопасности во время работы

2.1. Выполнять только ту работу, которая поручена руководителем работ.

2.2. Не оставлять работающие приборы и другое оборудование без присмотра.

2.3. При обнаружении неисправности приборов или отключении электроэнергии немедленно прекратить работу, остановить и отключить все оборудование и доложить руководителю работ.

2.4. Сосредоточить внимание на выполняемой работе, не отвлекаться на посторонние дела, не разговаривать и не отвлекать от работы других.

2.5. При выполнении работ **запрещается:**

- пользоваться неисправными или неизвестными приборами и оборудованием, производить их перестройку без разрешения руководителя работ; использовать оборудование, не связанное с выполнением лабораторных работ;

- касаться руками открытых токоведущих и вращающихся частей приборов и другого лабораторного оборудования; снимать защитные ограждения, предупредительные плакаты;

- работать с незаземленным электрооборудованием и неисправным электроинструментом.

Учебное издание

Составитель:
Есавкин Вячеслав Иванович

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

для выполнения лабораторных работ по курсам:

«Строительные и дорожные машины»

для студентов специальности 1 – 70 03 01

«Автомобильные дороги»,

«Мелиоративные и строительные машины»

для студентов специальности 1 – 74 05 01

«Мелиорация и водное хозяйство»,

«Детали машин и механическое оборудование»

для студентов специальности 1 – 70 01 01

«Производство строительных изделий и конструкций»

Ответственный за выпуск: Есавкин В.И.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 25.01.2011 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Снегурочка».

Усл. п. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,5. Заказ № 109. Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.