ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ «ТЮМЕНСКИЙ КОЛЛЕДЖ ПРОИЗВОДСТЕННЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

В.Н. Митягин

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## к практикуму

## ПО ПМ.01 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, СОДЕРЖАНИИ И РЕМОНТЕ ДОРОГ

(специальность 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям))

Тюмень 2023

**ББК 65.05**
**М 66**

Митягин В.Н. Методические указания к практикуму по ПМ.01 эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог. /ГАПОУ ТО «ТКПСТ».- Тюмень, 2023.

Рецензент: директор ООО «СТАВЕС» Е.А. Румянцев.

Методические указания включают в себя практические задания, дают пояснения и рекомендации по их выполнению; рассматриваются конструктивные особенности дорожных машин и оборудования, а также особенности их эксплуатации при строительстве, содержании и ремонте дорог.

Методические указания составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.01.2018 года № 45 с учетом особенностей обучения в ГАПОУ ТО «ТКПСТ».

Методические указания могут быть использованы для подготовки к квалификационному экзамену по профессиональному модулю ПМ.01 Эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Адресовано студентам и преподавателям техникумов и колледжей технического профиля.

Печатается по рекомендации Методического совета ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий». Протокол № 3 от 17 ноября 2023г.

**ББК 65.05**
© В. Н. Митягин, 2023
©ГАПОУ ТО «ТКПСТ», 2023

## Содержание

Введение 4

Тема: Оборудование для переработки битума
Практическое задание. Расчёт основных параметров битумопроводов 5

Тема: Смеси цементобетонные
Практическое задание. Расчёт основных параметров бетоносмесительных машин 10

Тема: Технология приготовления асфальтобетонных смесей
Практическое задание. Расчёт основных параметров асфальтоукладчика 13

Тема: Основные сведения о грунтах
Практическое задание. Исследование уплотнения грунта статическими и динамическими нагрузками 16

Тема: Машины и оборудование для укрепления грунтов
Практическое задание. Машины для уплотнения покрытий 23

Тема: Полуприцепные, самоходные катки
Практическое задание. Расчёт основных параметров машин для уплотнения асфальтобетонных покрытий 28

Тема: Технические характеристики и эксплуатация машин для подготовительных работ
Практическое задание. Расчёт основных параметров машин для рытья и очистки придорожных канав 32

Тема: Технические характеристики и эксплуатация машин для содержания и ремонта дорог
Практическое задание. Расчёт основных параметров роторного снегоочистителя 35

Тема: Классификация дорожно-строительных работ и методы их организации
Практическое задание. Расчёт необходимого количества землеройно-транспортных машин 39

Заключение 43

Список используемых источников 44

## Введение

Цель настоящих методических указаний – закрепление теоретических знаний, а также формирование умений применять эти знания на практике. Главная задача освоения тем – позволить обучающемуся вырваться из плена учебных определений и взглянуть на практическую сторону своей профессии. Каждая тема содержит практическое задание, необходимый теоретический материал для его выполнения, контрольные вопросы, на которые необходимо ответить при защите темы. Задания выполняются по вариантам (номер варианта соответствует списочному номеру фамилии обучающегося).

**Тема: Оборудование для переработки битума**

**Практическое задание**
**РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БИТУМОПРОВОДОВ**

**Цель работы:** закрепить знания видов битумохранилищ, средств перевозки и разогрева битума; овладеть методикой расчёта основных параметров битумопроводов.

**Задание:** рассчитать мощность двигателя, необходимую для привода насоса битумопровода. Данные для расчёта приведены в таблице 1.5.

В пределах битумных баз и асфальтобетонных заводов битум транспортируется по трубам. Для перекачки используют шестерённые насосы с внешним зацеплением. В процессе транспортирования температура битума падает, а вязкость возрастает.

Расчёт диаметра трубопровода, производительности и мощности привода битумного насоса производят по секундному расходу битума.

При определении диаметров трубопроводов задаются скоростью движения битума по трубопроводу ($U$,м/с). При применении битумных насосов низкого давления (до 0,5 МПа) скорость движения битума принимают равной 3 ÷ 4 м/с, а при применении насоса высокого давления (до 2,5 МПа) скорость движения битума - 5 ÷ 6 м/с .

Внутренний диаметр битумопровода $d$,м определяют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4П}{\pi U}}\ , \qquad (1.1)$$

где $П$ - секундный расход битума(производительность), $м^3/с$;

$U$ – скорость движения битума по трубопроводу, м/с.

Сопротивление битумопроводов движению битума зависит от вязкости битума и характера течения, определяемого числом Рейнольдса по формуле

$$\mathrm{Re} = \frac{Ud}{\nu}, \qquad (1.2)$$

где ν - кинематическая вязкость битума, $м^2/с$, определяемая по формуле

$$\nu = \frac{К}{\rho}\ , \qquad (1.3)$$

где $К$ - динамическая вязкость битума, $м^2/с$;

при $t$ = 140 ÷ 160°С $K$ = (1÷2) × $10^{-4}$ м$^2$/с;
при $t$ = 90 ÷ 130°С $K$ = (30÷120) × $10^{-4}$ м$^2$/с;
$\rho$ - плотность битума, $\rho$ = 950кг/м$^3$.

При числе Рейнольдса Re < 2320 режим движения жидкости ламинарный, при 2320 < Re <13000 режим движения битума неустойчивый, при Re > 13000 режим движения битума турбулентный. После определения числа Рейнольдса по формуле (1.2) сделать вывод о режиме движения битума.

Для ламинарного режима потери давления $P_{TP}$, МПа на 1 м длины трубопровода определяют по формуле

$$P_{TP} = \frac{0{,}32\nu U}{gd^2}, \tag{1.4}$$

где g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с$^2$.

Для турбулентного режима потери давления $P_{TP}$, МПа на 1 м длины трубопровода определяют по формуле

$$P_{TP} = \frac{0{,}01\lambda U^2}{2dg}, \tag{1.5}$$

где λ - коэффициент сопротивления трубы, зависящий от шероховатости стенок и степени их загрязнения.

Таблица 1.1 - Значения коэффициента сопротивления трубы λ

| Вид трубы | Значения коэффициента сопротивления трубы λ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Диаметр трубы, м | | | |
| | 0,075 | 0,100 | 0,125 | 0,150 |
| Труба новая | 0,0280 | 0,0259 | 0,0246 | 0,0237 |
| Труба | 0,0373 | 0,0343 | 0,0325 | 0,0311 |
| Труба старая | 0,0506 | 0,0468 | 0,0445 | 0,0428 |

Умножив полученное значение потерь давления $P_{TP}$,*МПа* для 1 м длины трубы на общую длину трубопровода $L$,*м*, находят потери давления на трение $P_П$ , МПа по всей длине трубы

$$P_П = L \times P_{TP}. \tag{1.6}$$

Местные потери напора в кранах и коленах $h_м$ , МПа определяют по формуле

$$h_м = \varepsilon \frac{0{,}01U^2}{2g}, \qquad (1.7)$$

где ε - коэффициент местного сопротивления, зависящий от угла поворота колена $\alpha_1°$.

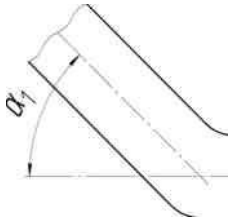



Рисунок 1.1 – Колено битумопровода

Таблица 1.2 - Значения коэффициента местного сопротивления ε

| **$\alpha_1°$** | 20 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ε** | 0,09 | 0,14 | 0,37 | 0,75 | 1,0 | 1,27 | 1,87 | 2,43 | 2,85 | 3,0 |

Коэффициент сопротивления в отводах зависит от соотношения диаметра трубы (d) и радиуса отвода (R) (таблица 1.3).

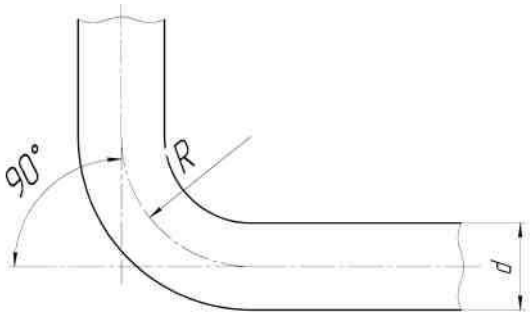



Рисунок 1.2 - Отвод битумопровода (значение радиуса отвода *R* определяют из построения рисунка в выбранном масштабе)

Таблица 1.3 – Значения коэффициента сопротивления в отводах ε

| **d/R** | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ε** | 0,14 | 0,16 | 0,2 | 0,3 | 0,44 | 1,0 | 2,0 |

Коэффициент сопротивления пробковых (шаровых) кранов зависит от угла поворота $\alpha_2°$ проходного сечения пробки к оси трубы (таблица 1.4).

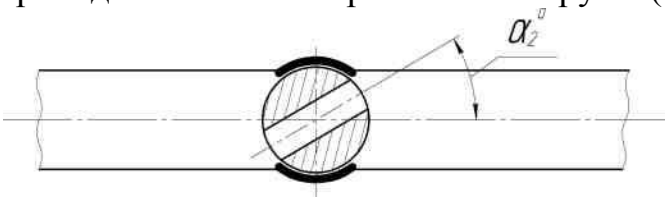



Рисунок 1.3 - Угол поворота $\alpha_2°$ проходного сечения пробки к оси трубы

Таблица 1.4 - Значения коэффициента сопротивления пробковых (шаровых) кранов ε

| $\alpha_2°$ | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 45 | 50 | 60 | 65 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ε** | 0,05 | 0,29 | 1,56 | 5,17 | 17,3 | 31,2 | 52,6 | 206 | 486 |

Определить местные потери напора (формула (1.7)) для трёх разных случаев.

Сумму местных потерь $\Sigma P_M$ ,МПа определяют по формуле

$$\Sigma P_M = h_{MKP} + h_{MKO} + h_{MOTBOД.}, \quad (1.8)$$

где $h_{MKP}$ - местные потери в кране,мПа;

$h_{MKO}$ - местные потери в колене,мПа;

$h_{MOTBOД.}$- местные потери в отводе,мПа.

Определив потери на трение в трубопроводе $P_П$, МПа и зная высоту подачи битума или рабочее давление в битумопроводе $P_{Р.Д.}$,МПа, находят расчётное давление $P_Р$, МПа, создаваемое насосом

$$P_Р = 1{,}1 \times (P_П + \Sigma P_м + P_{Р.Д.}), \quad (1.9)$$

где 1,1 - коэффициент запаса.

Мощность двигателя $N$, кВт, необходимую для привода насоса, определяют по формуле

$$N = \frac{9{,}81 \times P_П \times П_Т \times \rho}{100ή}, \quad (1.10)$$

где $П_Т$ - теоретическая подача насоса, м$^3$/с;

ρ - плотность битума, ρ = 950кг/м$^3$;

ή - КПД привода насоса, ή = 0,8 ÷0,85.

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить виды битумохранилищ, средств перевозки и разогрева битума.
2.Рассказать о конструктивных особенностях битумохранилищ, средств перевозки и разогрева битума, их назначении.

Таблица 1.5 – Исходные данные

| **№ варианта** | ***П*, м³/с** | **α1°** | **t°C** | **Вид трубы** | ***L*,м** | **α2°** | ***$P_{Р,Д.}$*, МПа** | ***$П_{Т}$*, м³/с** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 0,01 | 20 | 90 | Н | 50 | 5 | 0,10 | 0,25 |
| 2 | 0,02 | 40 | 95 | З | 55 | 10 | 0,11 | 0,8 |
| 3 | 0,03 | 60 | 100 | С | 60 | 20 | 0,12 | 1,175 |
| 4 | 0,04 | 80 | 105 | Н | 65 | 30 | 0,13 | 1,2 |
| 5 | 0,05 | 90 | 110 | З | 70 | 40 | 0,14 | 1,675 |
| 6 | 0,06 | 100 | 115 | С | 75 | 45 | 0,15 | 2,45 |
| 7 | 0,07 | 120 | 120 | Н | 80 | 50 | 0,16 | 3,5 |
| 8 | 0,08 | 140 | 125 | З | 85 | 60 | 0,17 | 2,45 |
| 9 | 0,09 | 160 | 130 | С | 90 | 65 | 0,18 | 1,675 |
| 10 | 0,10 | 180 | 135 | Н | 95 | 60 | 0,19 | 1,2 |
| 11 | 0,11 | 160 | 140 | З | 100 | 50 | 0,20 | 1,175 |
| 12 | 0,12 | 140 | 145 | С | 95 | 45 | 0,21 | 0,8 |
| 13 | 0,13 | 120 | 150 | Н | 90 | 40 | 0,22 | 0,25 |
| 14 | 0,14 | 100 | 155 | З | 85 | 30 | 0,23 | 0,8 |
| 15 | 0,15 | 90 | 160 | С | 80 | 20 | 0,24 | 1,175 |
| 16 | 0,16 | 80 | 155 | Н | 75 | 10 | 0,25 | 1,2 |
| 17 | 0,17 | 60 | 150 | З | 70 | 5 | 0,26 | 1,675 |
| 18 | 0,18 | 40 | 145 | С | 65 | 10 | 0,27 | 2,45 |
| 19 | 0,19 | 20 | 140 | Н | 60 | 20 | 0,28 | 3,5 |
| 20 | 0,20 | 80 | 135 | З | 55 | 30 | 0,29 | 2,45 |
| 21 | 0,19 | 90 | 130 | С | 50 | 40 | 0,30 | 1,675 |
| 22 | 0,18 | 100 | 125 | Н | 55 | 45 | 0,32 | 1,2 |
| 23 | 0,17 | 120 | 120 | З | 60 | 50 | 0,34 | 1,175 |
| 24 | 0,16 | 140 | 115 | Н | 65 | 60 | 0,35 | 0,8 |
| 25 | 0,15 | 160 | 110 | З | 70 | 65 | 0,36 | 0,25 |
| 26 | 0,14 | 20 | 100 | С | 75 | 60 | 0,38 | 0,8 |
| 27 | 0,13 | 40 | 105 | Н | 80 | 50 | 0,40 | 1,175 |
| 28 | 0,12 | 60 | 110 | З | 85 | 45 | 0,45 | 1,2 |
| 29 | 0,11 | 80 | 115 | С | 90 | 40 | 0,46 | 1,675 |
| 30 | 0,10 | 90 | 120 | Н | 95 | 30 | 0,50 | 2,45 |

**Тема: Смеси цементобетонные**

## Практическое задание № 2
## РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНЫХ МАШИН

**Цель работы:** закрепить знания назначения, области применения и конструктивных особенностей бетоносмесительных машин; овладеть методикой расчёта их основных параметров.

**Задание:** рассчитать основные параметры бетоносмесительной машины. Вычертить в тетради схему корпуса смесителя по заданным размерам в выбранном масштабе. Данные для расчёта приведены в таблице 2.1.

Основным показателем бетоносмесительных машин периодического действия является объём готового замеса $V_з$, $м^3$, который определяют по формуле

$$V_з = k_i \times Vб, \qquad (2.1)$$

где $k_i$ -коэффициент выхода, $k_i$ = 0,65÷0,7;

$V_б$ - ёмкость смесительного барабана, $м^3$ .

Ёмкость смесительного барабана $V_б$, $м^3$ определяют по формуле

$$V_б = V_1 + V_2 + V_3, \qquad (2.2)$$

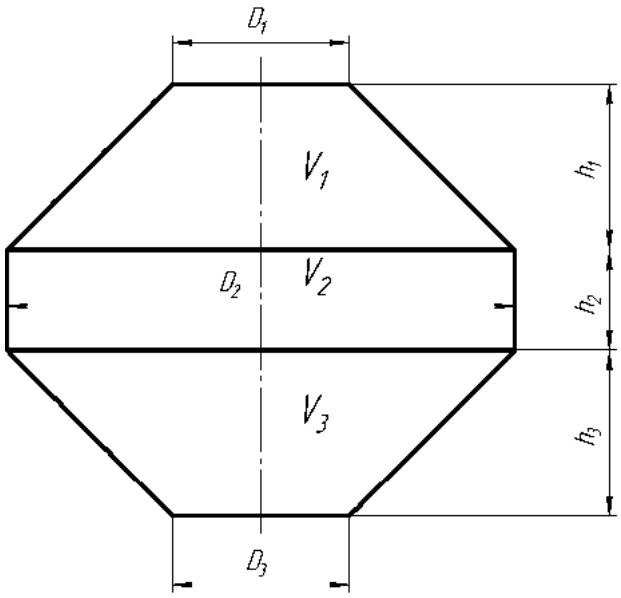



Рисунок 2.1– Схема корпуса смесительного барабана

Скорость вращения смесительного барабана следует поддерживать достаточно малой, чтобы свести к минимуму вредное влияние центробежной силы.

Частоту вращения барабана $n$ , об/мин определяют по формуле

$$n = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{q(\sin\alpha - f\cos\alpha)}{R}}, \qquad (2.3)$$

где α – угол наклона лопасти к горизонту, α=35÷55°

$f$ – коэффициент трения смеси о сталь, $f$=0,6.

Для расчёта основных конструктивных параметров можно использовать ряд эмпирических зависимостей, полученных в результате проведенных исследований.

Мощность двигателя $N$, кВт определяют по следующей зависимости

$$N=3{,}6V_з^{1{,}05}. \qquad (2.4)$$

Масса смесителя $m$,т

$$m = 0{,}43V_з^{0{,}98}. \qquad (2.5)$$

Радиус лопасти $R_Л$,м

$$R_Л = 0{,}71\ V_з^{0{,}4}. \qquad (2.6)$$

Производительность смесителей периодического действия $П$, м$^3$/час определяют по формуле

$$П = \frac{V_з \times z}{1000} \times ki \times k_в, \qquad (2.7)$$

где $z$ - число замесов в час;

$k_i$ - коэффициент выхода;

$k_в$ - коэффициент использования по времени, $k_в = 0{,}82 \div 0{,}85$.

**Контрольные вопросы**

1. Дать классификацию смесительных машин.
2. Перечислить виды бетоносмесительных машин, пояснить их назначение и область применения.
3. Объяснить суть тепловых расчетов бетоносмесительных машин.
5. Рассказать технологический процесс приготовления цементобетона.

Таблица 2.1 – Исходные данные

| № варианта | $D_1$,м | $D_2$,м | $D_3$,м | $h_1$,м | $h_2$,м | $h_3$,м | $z$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,35 | 0,1 | 0,2 | 5 |
| 2 | 0,38 | 0,76 | 0,51 | 0,44 | 0,13 | 0,28 | 5 |
| 3 | 0,46 | 0,92 | 0,61 | 0,53 | 0,15 | 0,35 | 4 |
| 4 | 0,54 | 1,1 | 0,72 | 0,63 | 0,18 | 0,43 | 4 |
| 5 | 0,62 | 1,2 | 0,83 | 0,72 | 0,2 | 0,5 | 4 |
| 6 | 0,7 | 1,4 | 0,94 | 0,81 | 0,23 | 0,58 | 3 |
| 7 | 0,78 | 1,53 | 1,04 | 0,9 | 0,26 | 0,65 | 3 |
| 8 | 0,85 | 1,71 | 1,15 | 1,0 | 0,28 | 0,73 | 2 |
| 9 | 0,93 | 1,86 | 1,26 | 1,09 | 0,31 | 0,8 | 2 |
| 10 | 1,0 | 2,0 | 1,36 | 1,18 | 0,33 | 0,88 | 2 |
| 11 | 1,1 | 2,2 | 1,47 | 1,27 | 0,36 | 0,95 | 2 |
| 12 | 1,17 | 2,3 | 1,58 | 1,36 | 0,39 | 1,0 | 1 |
| 13 | 1,25 | 2,5 | 1,68 | 1,45 | 0,41 | 1,1 | 1 |
| 14 | 0,3 | 0,76 | 0,4 | 0,44 | 0,1 | 0,28 | 5 |
| 15 | 0,38 | 0,6 | 0,51 | 0,35 | 0,13 | 0,2 | 5 |
| 16 | 0,46 | 1,1 | 0,61 | 0,63 | 0,15 | 0,43 | 4 |
| 17 | 0,54 | 0,92 | 0,72 | 0,53 | 0,18 | 0,35 | 4 |
| 18 | 0,62 | 1,4 | 0,83 | 0,81 | 0,2 | 0,58 | 4 |
| 19 | 0,7 | 1,2 | 0,94 | 0,72 | 0,23 | 0,5 | 3 |
| 20 | 0,78 | 1,71 | 1,04 | 1,0 | 0,26 | 0,73 | 3 |
| 21 | 0,85 | 1,86 | 1,15 | 1,09 | 0,28 | 0,8 | 2 |
| 22 | 0,93 | 1,71 | 1,26 | 1,0 | 0,31 | 0,73 | 2 |
| 23 | 1,0 | 1,86 | 1,36 | 1,27 | 0,33 | 0,95 | 2 |
| 24 | 1,1 | 2,0 | 1,47 | 1,18 | 0,31 | 0,88 | 2 |
| 25 | 1,17 | 2,2 | 1,58 | 1,27 | 0,33 | 0,95 | 1 |
| 26 | 1,1 | 2,3 | 1,47 | 1,36 | 0,36 | 0,88 | 1 |
| 27 | 1,25 | 2,3 | 1,68 | 1,36 | 0,41 | 1,0 | 4 |
| 28 | 1,25 | 2,5 | 1,68 | 1,45 | 0,31 | 1,2 | 4 |
| 29 | 0,93 | 1,71 | 1,47 | 1,09 | 0,33 | 0,95 | 4 |
| 30 | 0,7 | 2,0 | 1,04 | 1,18 | 0,28 | 0,5 | 3 |

**Тема: Технология приготовления асфальтобетонных смесей**

**Практическое задание**
**РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА**

**Цель работы:** Закрепить знания видов асфальтоукладчиков и принципа их действия; овладеть методикой расчёта основных параметров этих машин.

**Задание:** рассчитать основные параметры асфальтоукладчика. Данные для расчёта приведены в таблице 3.1.

Вместимость бункера распределителя $g_B$, м$^3$, обеспечивающего необходимую производительность, определяют по формуле:

$$g_B = \frac{П \times T \times B \times h}{60 \times Кв}, \qquad (3.1)$$

где $П$ - производительность, м /ч;
$T$ - продолжительность рабочего цикла, мин;
$B$ - ширина полосы распределения асфальта, м;
$h$ - толщина слоя, м;
$К_в$ - коэффициент использования по времени, $К_в$ = 0,8÷0,9 .

Мощность двигателя асфальтоукладчика складывается из мощности, затрачиваемой на передвижение машины, и мощности, затрачиваемой на привод её рабочих органов и вспомогательных механизмов.

Мощность, затрачиваемую на передвижение машины, $N_1$ , кВт, определяют по формуле

$$N_1 = \frac{Рсум \times U}{60ή_T}, \qquad (3.2)$$

где $U$ - скорость передвижения, м/с;
$ή_T$ - КПД трансмиссии, $ή_T$ = 0,7 ÷0,85;
$P_{сум}$ - суммарное сопротивление, кН.

Суммарное сопротивление $P_{сум}$, Н, возникающее при работе машины, определяют по формуле

$$P_{сум} = М_м \times g \times \varphi_{сц.}, \qquad (3.3)$$

где $M_M$ - масса машины без учёта массы лежащих на асфальте брусьев, кг;
$g$ - ускорение свободного падения, $g$ = 9,81 м/с ;
$\varphi_{сц.}$- коэффициент сцепления, $\varphi_{сц.}$= 0,65÷0,7 .

Мощность, необходимую для привода вибробруса, $N_2$ ,кВт, определяют по эмпирической зависимости:

$$N_2 = k \times F, \text{ кВт}, \tag{3.4}$$

где $k$ - энергетический коэффициент, кВт/м , $k$ = 1,0 ÷1,5 кВт/м ;

$F$ - площадь вибробруса, м .

Общая мощность приводов $N$ , кВт, составит:

$$N = \sum_{i=1}^{n} Ni + N_B + N_У, \tag{3.5}$$

где $N_У$ - мощность привода систем управления, кВт,

$N_У = 5 \div 7$ кВт;

$N_B$ - мощность привода вспомогательных механизмов, кВт,

$N_B = 3 \div 5$ кВт;

$\sum_{i=1}^{n} Ni$- суммарная мощность, кВт.

Суммарную мощность $\sum_{i=1}^{n} Ni$, кВт, затрачиваемую на передвижение машины, определяют по формуле

$$\sum_{i=1}^{n} Ni = N_1 + N_2 + ... + N_i, \text{ кВт}. \tag{3.6}$$

Производительность асфальтоукладчика за один проход $П$ , м/ч , определяют по формуле

$$П = 60 \times U \times K_B \times B, \text{ м/ч}. \tag{3.7}$$

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить виды асфальтоукладчиков, рассказать об их назначении, конструктивных особенностях.
2. Перечислить основные параметры асфальтоукладчиков.
3. Привести конструктивную схему асфальтоукладчика, пояснить принцип её действия.

Таблица 3.1 – Исходные данные

| **№ варианта** | ***B*, *м*$^2$** | ***h*, м** | ***U*, м/мин** | ***F*, м** | ***T*, мин** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 4 | 0,2 | 2,0 | 1,6 | 10 |
| 2 | 2 | 0,3 | 2,5 | 0,8 | 8 |
| 3 | 6 | 0,4 | 3,0 | 3,6 | 6,7 |
| 4 | 3 | 0,5 | 3,5 | 1,2 | 5,7 |
| 5 | 5 | 0,4 | 4,0 | 3,0 | 5,0 |
| 6 | 2 | 0,2 | 4,5 | 0,8 | 4,4 |
| 7 | 5 | 0,5 | 2,5 | 3,0 | 8,0 |
| 8 | 3 | 0,3 | 3,5 | 1,2 | 5,7 |
| 9 | 6 | 0,5 | 2,0 | 3,6 | 12 |
| 10 | 4 | 0,4 | 3,0 | 1,6 | 7 |
| 11 | 5 | 0,3 | 4,0 | 3,0 | 5 |
| 12 | 2 | 0,2 | 4,5 | 0,8 | 4,4 |
| 13 | 6 | 0,5 | 3,0 | 3,6 | 6,7 |
| 14 | 4 | 0,3 | 2,0 | 1,6 | 10 |
| 15 | 3 | 0,4 | 4,0 | 1,2 | 5 |
| 16 | 4 | 0,2 | 2,5 | 3,0 | 10 |
| 17 | 2 | 0,2 | 2,0 | 1,2 | 8 |
| 18 | 6 | 0,3 | 3,5 | 3,6 | 6,7 |
| 19 | 3 | 0,4 | 4,0 | 1,6 | 5,7 |
| 20 | 5 | 0,5 | 4,5 | 3,0 | 5,0 |
| 21 | 2 | 0,4 | 2,0 | 0,8 | 4,4 |
| 22 | 5 | 0,3 | 2,5 | 3,6 | 8,0 |
| 23 | 3 | 0,2 | 3,0 | 1,6 | 5,7 |
| 24 | 6 | 0,5 | 3,5 | 1,2 | 12 |
| 25 | 4 | 0,5 | 4,0 | 3,6 | 7 |
| 26 | 5 | 0,4 | 4,5 | 1,6 | 5 |
| 27 | 2 | 0,3 | 2,5 | 3,0 | 4,4 |
| 28 | 6 | 0,2 | 3,0 | 0,8 | 6,7 |
| 29 | 4 | 0,2 | 3,5 | 1,6 | 10 |
| 30 | 5 | 0,3 | 4,5 | 3,0 | 5 |

## Тема: Основные сведения о грунтах

### Практическое задание
### ИССЛЕДОВАНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА СТАТИЧЕСКИМИ И ДИНАМИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

**Цель работы:** закрепить знания по теории уплотнения грунта машинами, ознакомиться с методикой исследований, экспериментальным путём определить влияние различных нагрузок на уплотняемость грунтов.

**Задание:**

1.Рассмотреть физические основы процесса уплотнения грунтов машинами.
2.Ознакомиться с устройством и принципом действия лабораторной установки.
3.Исследовать уплотняемость грунта при статических и ударных нагрузках.
4.Составить отчёт, в котором дать краткое описание установки, методику проведения эксперимента, провести табличный и графический материал, по результатам исследований сделать выводы.

### 4.1 Физические основы процесса уплотнения грунтов машинами

*Уплотнение грунтов* – одна из важнейших операций в технологическом процессе строительства.

Процесс уплотнения грунтов включает в себя две, идущие параллельно, операции: разрушение существующей структуры грунта и создание новой, более устойчивой к различным механическим воздействиям. При уплотнении частицы грунта смещаются относительно друг друга за счёт имеющихся в структуре пор и пустот. Это необходимо для наиболее компактной их укладки, вытеснения жидкой и газообразной фазы и сопровождается уменьшением объёма и формированием плотной и прочной структуры, способной выдержать нагрузки, связанные с эксплуатацией инженерных сооружений.

Грунты можно уплотнять укатыванием, трамбованием, вибрированием, и вибротрамбованием.

Уплотнение укатыванием происходит в результате давления, создаваемого вальцами или колёсами катков, перекатывающими по поверхности грунта. Уплотнение трамбованием осуществляется ударами рабочих органов трамбующих машин. Уплотнение вибрированием основано на передаче грунту колебательных движений, в результате которых происходит взаимное перемещение твёрдых частиц, приводящих к уплотнению грунта. При вибрировании рабочий орган не отрывается от поверхности грунта. Если возмущающая сила вибратора превысит определённый предел, то вибрирующий рабочий орган оторвётся от грунта. В этом случае вибрирование перейдёт в вибротрамбование. Процесс вибрационного уплотнения отличается от трамбования бóльшей частотой и меньшей энергией удара.

Несмотря на различие принципов работы уплотняющих машин, процесс уплотнения грунта во многом одинаков и может быть сведен к схеме нагрузки полупространства грунта жёстким штампом.

Теоретическим и экспериментальным путями установлено, что предельная глубина, на которую еще распространяется действие нагрузки, составляет в среднем 3,5 · $d_ш$ ($d_ш$ - диаметр штампа). Глубина активной зоны $h_a$, м, на которую еще распространяются нагрузки, зависит от поперечных размеров штампа в плане $B_{min}$, величины приложенного напряжения σ, скорости изменения напряженного состояния, а также от вида и влажности грунта $W$. Эта зависимость может быть выражена в виде

$$h_a = \alpha B_{min} \frac{W}{W_0} \left( 1 - e^{-\beta \frac{\sigma}{\sigma_p}} \right), \qquad (4.1)$$

где α - коэффициент, зависит от скорости изменения напряженного состояния (при укатке α= 2, при трамбовании и вибрировании α = 1,1);

$W_0$ - оптимальная влажность грунта, %;

$\sigma_p$ - предел прочности грунта, МПа, $\sigma_p$ = 0,3 2,3 МПа;

β - постоянный коэффициент (β = 3,65 для связных грунтов).

В случае несвязных грунтов глубина активной зоны в 1,2 - 1,5 раза выше.

В результате уплотнения должна быть получена не только требуемая плотность грунта, которая оценивается объёмной массой скелета грунта, но и прочная его структура.

Действие внешней нагрузки на грунт принято оценивать величиной нормальных контактных напряжений σ, возникающих на его поверхности под рабочим органом машины. Величина таких напряжений не должна превышать прочности грунта $\sigma_p$, иначе происходит разрыхление грунта.

Исследованиями установлено, что наилучшие результаты уплотнения получаются, когда $\sigma = (0{,}9 \div 1{,}0)\ \sigma_p$ .

В целом эффективность уплотнения (деформации грунта) зависит от вида и влажности грунта, величины напряжения и времени их действия, размеров рабочего органа в плане.

Лабораторные исследования уплотнения грунта штампом позволяют полнее понять и изучить процесс деформации грунта, найти закономерности изменения глубины и степени уплотнения от вида и влажности грунта, величины и характера внешней нагрузки. Все это позволит более правильно выбирать и рассчитывать основные параметры рабочих органов уплотняющих машин.

## 4.2 Описание лабораторной установки

Установка предназначена для исследования процесса уплотнения грунта жестким штампом. Она представляет собой металлический ящик на ножках, разделенный на две секции выдвижной перегородкой. Ёмкость каждой

секции равна 0,1м$^3$. Одна из секций заполнена грунтом. Днище секций выполнено с множеством отверстий, для установки в грунт датчиков для измерения послойных деформаций. Каждый датчик состоит из тонкой спицы, на конце которой крепится круглая пластинка. Другой конец спицы при установке ее в грунте выходит из днища секции наружу. Закладка датчика в грунт при подготовке опыта производится при помощи шаблона, имеющего 4 квадратных выреза. Установка имеет два штампа (круглый и квадратный) с направляющими и набор грузов массой от 10 кг до 40 кг.

Установка позволяет также производить одновременное измерения напряжения и деформации в грунте.

## 4.3 Порядок выполнения лабораторной работы

4.3.1 Подготовка к проведению экспериментов

4.3.1.1 Перед засыпкой грунта послойно в свободную секцию ящика установки производят разметку стенок горизонтальными линиями, начиная от днища, через 0,08 м.

4.3.1.2 Затем в эту секцию засыпают слой грунта (первый слой), тщательно разравнивая и предварительно уплотняя его до стандартной плотности, при помощи ручной трамбовки. Толщина слоя грунта после его предварительного уплотнения должна быть 0,08 м.

4.3.1.3 После закладки слоя грунта в секцию вводится шаблон с четырьмя квадратными вырезами. Эти вырезы облегчают ориентировку при установки датчиков.

4.3.1.4 По поверхности первого слоя устанавливают *4* датчика (по одному в каждом из четырех вырезов в шаблоне).

4.3.1.5 Закладки последующих слоев грунта (*2, 3, 4, 5)* и установка датчиков производится аналогично первому слою. В результате этого получают четыре столба грунта с заложенными датчиками на разных уровнях и глубине (рисунок 4.1).

4.3.1.6 Производят замер длин спиц датчиков, выступающих ниже уровня секции ящика.

4.3.1.7 После произведённых замеров на поверхность грунта устанавливают шаблон. Последовательно в каждое окно шаблона вводят штамп и производят его нагружение.

4.3.1.8 Перед каждым опытом берутся пробы грунта на влажность и пластичность.

4.3.2 Определение зависимости плотности грунта от контактного давления при статическом нагружении штампа

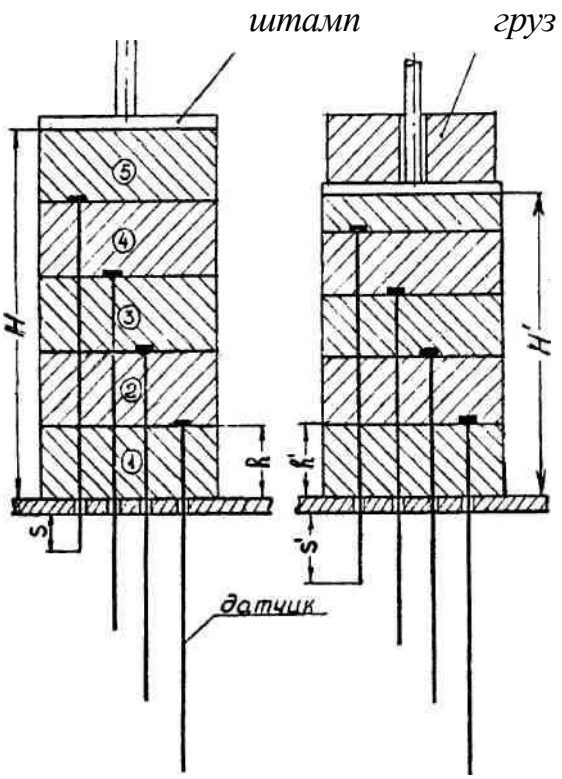
4.3.2.1 Для определения этой зависимости производят 4 опыта:

- в первом опыте штамп нагружают грузом массой 20 кг;
- во втором – 40 кг,;
- в третьем – 60 кг,;
- в четвёртом – 80 кг.

Груз прикладывают к штампу плавно, без ударов и рывков. Контактное давление $\sigma$, Па, определяют по формуле

$$\sigma = \frac{mg}{F}, \text{ Па}, \tag{4.2}$$

где $F$ – площадь штампа, м$^2$;
$m$ – масса груза, кг;
g – ускорение свободного падения, м/с$^2$ .




*а – до нагружения;* *б* – после нагружения

Рисунок 4.1 – Схема слоёв грунта и положение датчиков

4.3.2.2 После каждого опыта производят измерения осадки поверхности грунта λ под штампом, послойные осадки слоев (замеряя длину $S$ каждой спицы датчика), а также плотность грунта на поверхности под штампом. Результаты замеров записывают в таблицу 4.1.

4.3.2.3 Высоту $h'_1$ , м, нижнего слоя подсчитывают следующим образом

$$h'_1 = h - (S - S'). \tag{4.3}$$

Второго $h'_2$ , м, и последующего $h'_3$ , $h'_4$ , $h'_5$, м, слоёв по формулам

$$h'_2 = S'_1 - S'_2, \tag{4.4}$$

$$h'_3 = S'_2 - S'_3, \quad (4.5)$$

$$h'_4 = S'_3 - S'_4, \quad (4.6)$$

$$h'_5 = h - \lambda. \quad (4.7)$$

Таблица 4.1 – Результаты замеров

| № опыта, σ, Н/м2 | № слоев грунта | до нагружения | | | | | после нагружения | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Высота слоя грунта $h$, м | Длина спиц датчика $S$, м | Высота столба грунта $H$, м | Плотность грунта δ, кг/м3 | Влажность грунта $W$, % | Высота слоя Грунта $h'$, м | Длина спиц датчика $S'$, м | Осадка грунта, λ, м | Высота столба грунта, h', м | Плотность грунта, δ', кг/м3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I σ1 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | | | | | | | | | | |
| II σ2 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | | | | | | | | | | |
| III σ3 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | | | | | | | | | | |
| IV σ4 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | | | | | | | | | | |

4.3.2.4 Зная высоты каждого слоя до и после нагружения и плотность слоев (объёмную массу) до нагружения, подсчитывают плотность грунта в слоях после нагружения δ', Па, по формуле

$$\delta' = \delta \frac{h}{h'}, \quad (4.8)$$

где δ' – плотность слоя грунта после нагружения, Па;

δ – плотность слоя грунта до нагружения, Па;

$h'$ – высота слоя грунта после нагружения, м;

$h$ – высота слоя грунта после нагружения, м.

4.3.2.5 По результатам эксперимента строят графики зависимости плотности грунта от нагрузки, действующей на штамп, и проводят анализ этих зависимостей.

4.3.3 Определение модуля деформации грунта

4.3.3.1 Модуль деформации грунта $E_0$, Па, определяют по формуле

$$E_0 = \frac{\sigma d_ш}{\lambda}, \tag{4.9}$$

где σ – контактное напряжение под штампом, Па;

$d_ш$ – диаметр штампа, м;

λ – полная деформация (осадка штампа), м.

Данные для расчёта берут из таблицы 4.1.

4.3.3.2. Результаты заносят в таблицу 4.2 и проводят анализ полученных данных.

Таблица 4.2 – Результаты расчёта

| № опыта | Контактное напряжение σ, Па | Диаметр штампа $d_ш$, м | Осадка $\lambda$, м | Модуль деформации $E_0$, Па |
|---|---|---|---|---|
| I<br>II<br>III<br>IV | | | | |

4.3.4 Определение зависимости плотности грунта от удельного импульса удара

4.3.4.1 Проводятся две серии опытов. В первой серии опытов удельный импульс удара изменяется за счёт скорости удара при постоянной массе груза, во второй серии - за счёт массы груза при постоянной скорости удара. Удельный импульс удара $i$, $\frac{Н\,с}{м2}$, подсчитывают по формуле

$$i = \frac{mV}{F}, \tag{4.10}$$

где $m$ - масса груза, кг;

$V$ - скорость удара, м/с;

$F$ - площадь штампа,м$^2$.

Скорость удара V, м/с,

$$V=\sqrt{2ghi}\ , \qquad (4.11)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с$^2$;

$hi$ - высота сбрасывания груза, м.

4.3.4.2 Для первой серии опытов берут груз массой 10 кг (20 кг) и сбрасывают его с высоты 0,1; 0,2; 0.3; 0,4 м. Для второй серии опытов берут грузы массой 10; 20; 30 и 40 кг и сбрасывают с высоты 0,1 (0,2) м.

4.3.4.3 В каждой серии получают по четыре опыта, производятся замеры осадки поверхности грунта под штампом, длин каждой спицы и вычисления высоты слоев грунта, плотность грунта по методике, описанной в п.п. 3.2.2 – 4.3.2.5. Результаты замеров и вычислений заносят в таблицу (таблица 4.1).

4.3.4.4 По результатам эксперимента каждой серии строят графики зависимости грунта от удельного удара и проводят анализ этих зависимостей.

**Контрольные вопросы**

1. Перечислить стадии уплотнения грунта.
2. Рассказать о способах уплотнения грунта.
3. Перечислить факторы, влияющие на процесс уплотнения.

**Тема: Машины и оборудования для уплотнения грунтов**

**Практическое задание**

# МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

**Цель работы:** закрепить знания по назначению, области применения, классификации, режимам работы машин для уплотнения покрытий; рассмотреть устройство, кинематическую схему и работу самоходного вибрационного катка ДУ-25.

**Задание:**

1.Рассмотреть назначение, область применения, классификацию и режимы работы машин для уплотнения покрытий.

2.Рассмотреть устройство, кинематическую схему и работу самоходного вибрационного катка ДУ-25.

3.Дать ответы на контрольные вопросы.

## 5.1 Общие сведения

Для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов предназначены различные по конструкции уплотняющие машины. В зависимости от физико-механических свойств уплотняемых грунтов и строительных материалов, производительности и условий работы используются три различных уплотняющих воздействия — статическое, вибрационное и ударное.

Машины изготовляются для производства всех трех видов уплотнения. Общим для всех уплотняющих машин являются многократные проходы машин по одному следу для достижения конечного результата уплотнения. Уплотнение ведется, как правило, послойно.

## 5.2 Классификация машин для уплотнения грунтов

Машины для уплотнения грунтов классифицируются по следующим признакам.

По принципу действия различают уплотняющие машины статического и динамического действия. Машины динамического действия объединяют группы машин, основанных на использовании вибрации и ударов.

Уплотняющие машины статического действия: самоходные катки с гладкими вальцами, прицепные кулачковые катки, прицепные и самоходные катки на пневматических шинах, полуприцепные катки на пневматических шинах.

Уплотняющие машины динамического действия: прицепные катки вибрационного действия с гладкими и кулачковыми вальцами, самоходные катки с гладкими вальцами, трамбующие машины и вибропроплиты.

По способу агрегатирования с тягачом уплотняющие машины делят на прицепные, полуприцепные и самоходные (самопередвижные).

Прицепные машины работают преимущественно в комплекте с гусеничными тракторами, полуприцепные в качестве тяговой машины имеют колесные тракторы и тягачи, самоходные машины снабжены собственной силовой установкой, обеспечивающей их передвижение с помощью колёс, вальцов и вибрационных масс.

По виду уплотняющего органа различают катки с гладкими, кулачковыми, решетчатыми, ребристыми и пластинчатыми вальцами и катки на пневмошинах.

Катки характеризуются по массе и величине удельного давления на грунт.

Условно принято считать удельным давлением гладких и ребристых катков давление на 1 см ширины вальца (линейное давление), а кулачковых, пластинчатых и пневмоколесных – давление на 1 см$^2$ площади кулачка, пластины и площади контакта шин с грунтом.

Необходимое число проходов катка по одному следу зависит от физико-механических свойств грунта, толщины отсыпанного слоя, климатических условий.

Прицепные статические кулачковые катки выпускаются трёх типов: легкие (масса с балластом 8 т), средние (масса с балластом 16 т) и тяжёлые (масса с балластом 28 т). Прицепные статические кулачковые катки работают в прицепе за гусеничными тракторами класса 3 – 5 т (лёгкие), 10 т (средние) и 15 т (тяжёлые). Длина кулачков относится к диаметру вальца как 1:6 – 1:7.

Прицепные вибрационные катки могут иметь гладкие, решётчатые и кулачковые вальцы. В качестве тяговых машин для этих катков служат гусеничные тракторы класса 3 – 15 т. Возбудителем вибрации на данных катках служит вал с дебалансами, смонтированный внутри вальцов. Вал приводится во вращение от автономного двигателя, установленного на раме катка.

Прицепные пневмоколёсные катки делятся на четыре типа: лёгкие (масса с балластом 15т), средние (масса с балластом 25 т), тяжёлые (масса с балластом 50 т) и особо тяжёлые (масса с балластом 100 т). Эти катки подразделяются на катки с жёсткой и независимой (свободной) подвеской колёс. Крайние колёса оборудуются тормозами для возможности транспортирования катков с объекта на объект в прицепе за автомобилем.

Самоходные катки с гладкими вальцами статического и вибрационного действия различают по массе, удельному линейному давлению, по числу колёс и их взаимному расположению, по способу привода вальцов и по типу двигателя. По этому стандарту предусмотрены три типа катков: I – лёгкие вибрационные; II – средние вибрационные и статические и III – тяжёлые статические. Катки I типа могут быть одноосные одновальцовые, массой 0,6 т, двухосные двухвальцовые, массой 1,5 и 4 т (служат для укатки небольших производственных площадей, проездов, тротуаров и т. д.). Катки II типа могут быть двухосные, двухвальцовые вибрационные и двухосные трехвальцовые статические (служат для уплотнения дорожных оснований и покрытий). К каткам III типа относятся двухосные двухвальцовые и двухосные трехвальцовые, массой 10 т, и трехосные трёхвальцовые, массой

15 т, предназначенные для окончательной укатки земляного полотна, дорожных оснований и покрытий.

Самоходные и полуприцепные пневмоколёсные катки отличаются высокой транспортабельностью и хорошей маневренностью. Их используют также для окончательной укатки земляного полотна и дорожных одежд.

Предусмотрены три типа полуприцепных пневмоколесных катков: лёгкий (масса с балластом 15 т), средний (масса с балластом 30 т) и тяжёлый (масса с балластом 45 т).

Полуприцепные катки унифицированы с прицепными соответствующего типоразмерного ряда. Полуприцепные пневмоколёсные катки перемещаются колёсными одноосными и двухосными тягачами, на седельном устройстве которых крепится тяговое дышло катка.

Самоходные пневмоколёсные катки разделяются по массе на лёгкие (10 – 15 т), средние (20 – 30 т) и тяжёлые (40 – 50 т). Они снабжены собственным двигателем и ходовой трансмиссией, имеют закрытую кабину машиниста.

Виброплиты – это самопередвигающиеся во время работы машины. Их изготовляют трёх типов: 8УР – для уплотнения грунтов и насыпных каменных материалов с возмущающей силой от 12,5 кН до 63 кН; В80 – для уплотнения балластных отсылок с возмущающей силой от 31,5 кН до 63 кН и 050 – для уплотнения засыпки траншей, фундаментов с возмущающей силой 22 кН. Вибрация в виброплитах достигается за счёт специальных вибраторов в основном двухдебалансного исполнения. Перемещение плит происходит за счёт наклона возмущающей силы вибратора. Привод вибратора осуществлён от двигателя через клиноременную передачу. Крупные виброплиты снабжают съёмными колесами для транспортирования их за автомашинами. Частота колебаний виброплит находится в пределах 900 – 2000 колебаний в 1 мин с амплитудой колебаний 0,5– 8 мм.

Трамбовочные машины применяют для уплотнения грунта слоями до 1,5 м толщиной. В качестве базовой машины используют гусеничный трактор с крановым оборудованием. Рабочим органом машин являются массивные плиты, которые поднимают с помощью канатно-блочной системы и сбрасывают на грунт. Масса одной плиты может быть от 1 т до 10 т (наиболее часто используемые плиты массой 3 – 5 т).

### 5.3 Каток самоходный вибрационный ДУ-25

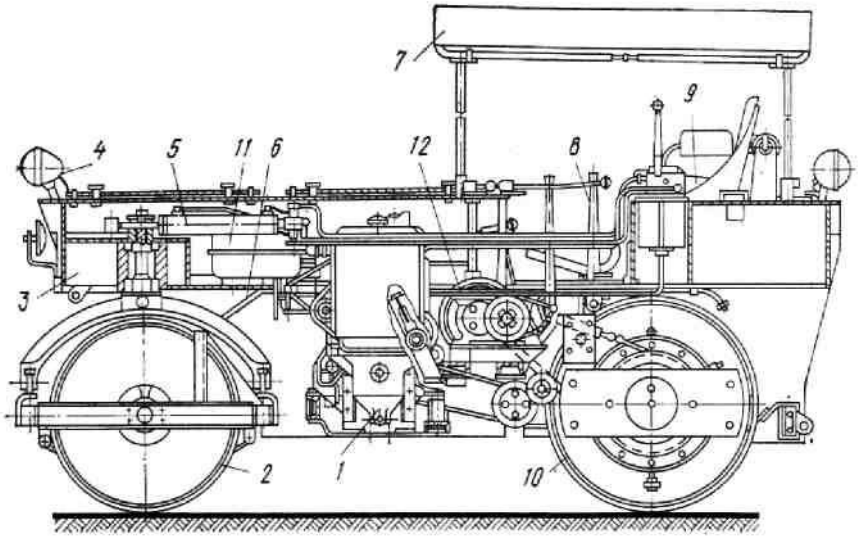
Каток ДУ-25 (рисунок 5.1) предназначен для уплотнения дорожных покрытий из асфальтобетонных, гравийно-щебеночных смесей.

Каток состоит из ведущего заднего и ведомого переднего вальцов, рамы, двигателя, реверсивного механизма, коробки перемены передач и механизмов управления.

От двигателей крутящий момент через клиноремённую передачу передается на реверсивный механизм планетарного типа, затем на коробку перемены передач и далее через цепную передачу на вибровалец (рисунок 5.2).

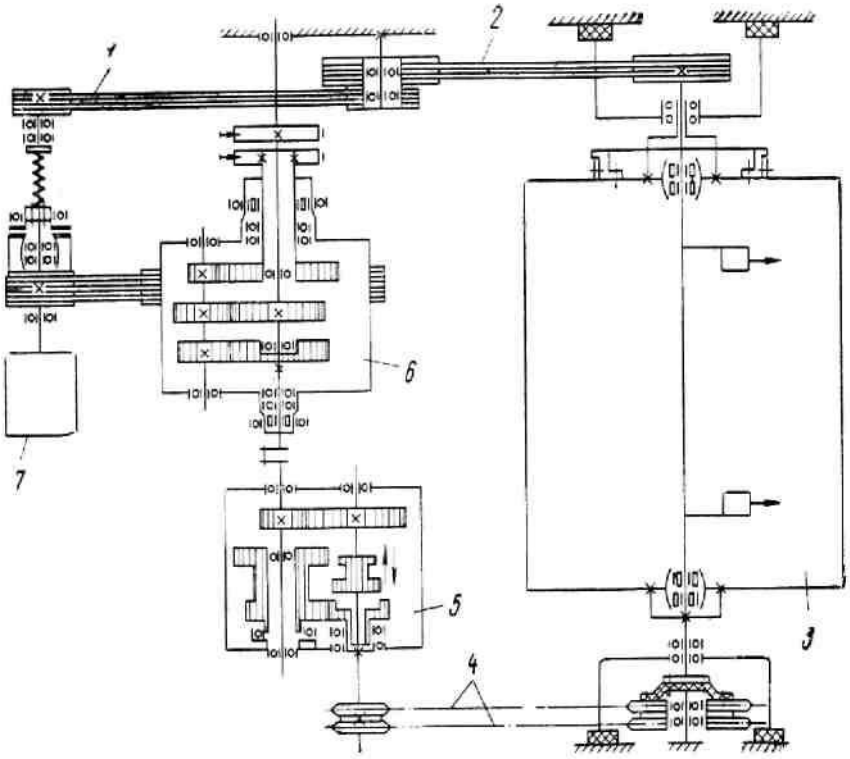
Внутри ведущего вальца, установлен одновальный центробежный вибратор, который сообщает вальцу круговые колебания.

Для предохранения от вибрации в конструкции виброкатка применены резинометаллические амортизаторы.




*1* – двигатель; *2* – ведомый валец; *3* – рама; *4* – фара; *5* – гидроцилиндры поворота вальца; *6* – смачивающее устройство; *7* – тент; *8* – рычаги управления; *9* – сиденье; *10* – ведущий валец; *11* – топливный бак; *12* – реверс

Рисунок 5.1 – Каток ДУ-25




*1, 2* – клиноременная передача; *3* – ведущий вибровалец; *4* – цепная передача; *5* – коробка передач; *6* – реверсивный механизм; *7* – двигатель

Рисунок 5.2 – Кинематическая схема механизмов катка ДУ-25

Виброкаток снабжён механизмами управления поворотом, реверсом, переключением передач, тормозом, двигателем и вибратором. Все рычаги управления сосредоточены у рабочего места машиниста.

Гидравлический привод поворота катка состоит из шестерённого насоса, распределителя, бака для рабочей жидкости, трубопроводов и гидроцилиндра.

Виброкаток оборудован устройством для очистки и смачивания вальцов, звуковой сигнализацией и электроосвещением.

**Контрольные вопросы**

1.Дать классификацию машин для уплотнения грунта.
2.Перечислить виды машин для уплотнения грунта, рассказать о достоинствах и недостатках перечисленных машин.
3.Рассказать о назначении, области применения и конструктивных особенностях самоходного вибрационного катка.
4.Пояснить принцип действия самоходного вибрационного катка, используя кинематическую схему.

**Тема: Полуприцепные, самоходные катки**

**Практическое задание**
**РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

**Цель работы:** овладеть методикой расчёта основных параметров машин для уплотнения асфальтобетонных покрытий.

**Задание:** рассчитать основные параметры машин для уплотнения асфальтобетонных покрытий. Данные для расчёта приведены в таблице 6.1.

Для уплотнения асфальтобетонных покрытий необходимо на их поверхности создать такое удельное давление, после которого покрытие оставалось бы деформированным. Для эффективного уплотнения величина удельного давления должна быть близка к пределу прочности $(0{,}9 \div 1{,}0)\sigma_в$. По мере уплотнения покрытия увеличиваются его прочность и плотность. Однократное приложение напряжения не обеспечивает необходимого уплотнения, поэтому приходится прилагать нагрузки на асфальтобетон многократно.

Величину максимального напряжения $\sigma_{max}$, МПа, возникающего в покрытии, определяют по формуле

$$\sigma_{max}=\sqrt{\frac{q\mathrm{E}_0}{R}}, \qquad (6.1)$$

где $q$ - удельное линейное давление, Н/ мм;

$E_0$ - модуль деформации покрытия, Н/мм, для расчётов принять $E_0$ = 200 Н/мм;

$R$ - радиус колеса, мм.

Удельное линейное давление $q$, Н/мм, определяют по формуле

$$q=\frac{P}{B}, \qquad (6.2)$$

где $P$ - общая нагрузка наехавшего на препятствие колеса, Н;

$B$ - ширина колеса, мм.

При работе катка приходится преодолевать следующие сопротивления:

1.*Сила сопротивления перемещению катка* $W_1$, Н, которую определяют по формуле

$$W_1 = G \times \omega, \qquad (6.3)$$

где $G$ - вес катка, Н;

$\omega$ - коэффициент сопротивления передвижения катка по грунту, $\omega$ = 0,18;

2.*Сила сопротивления, связанная с преодолением подъёма* $W_2$ ,Н, которую определяют по формуле

$$W_2 = G \times i, \tag{6.4}$$

где $i$ - уклон местности, %;

3.*Сила сопротивления сил инерции при трогании с места* $W_3$, Н, которую определяют по по формуле

$$W_3 = \frac{GU}{9{,}8t}, \tag{6.5}$$

где $U$ - скорость передвижения катка, м/с;

$t$ - время разгона катка, $t$ = 2 с;

4.*Сила сопротивления на поворотном вальце,* $W_4$, Н, возникающая при движении катка по криволинейной траектории, которую определяют по формуле

$$W_4 = 0{,}3 \times G_B, \tag{6.6}$$

где $G_B$ - доля веса катка, приходящаяся на поворотный валец, Н.

Сила тяги $T$, Н, должна быть равна или больше суммы всех сопротивлений, возникающих при работе катка

$$T \geq \sum W, \tag{6.7}$$

где $T$- сила тяги катка, Н;

$\sum W$ - суммарное сопротивление, Н.

Силу тяги катка $T$, Н, определяют по формуле

$$T = G \times \varphi, \tag{6.8}$$

где $\varphi$ - коэффициент сцепления, $\varphi$=0,5÷0,6.

Суммарное сопротивление $\sum W$ , Н, определяют по формуле

$$\sum W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4. \tag{6.9}$$

Производительность катка *П*, м$^2$/ч, определяют по формуле:

$$П=1000\times\frac{(B-a)U}{n}, \qquad (6.10)$$

где *B* - ширина укатываемой полосы, м;

*a* - размер перекрытия предыдущего прохода, *a* = 0,2÷0,25 м;

*U* - скорость движения катка, км/ч;

*n* - необходимое число проходов.

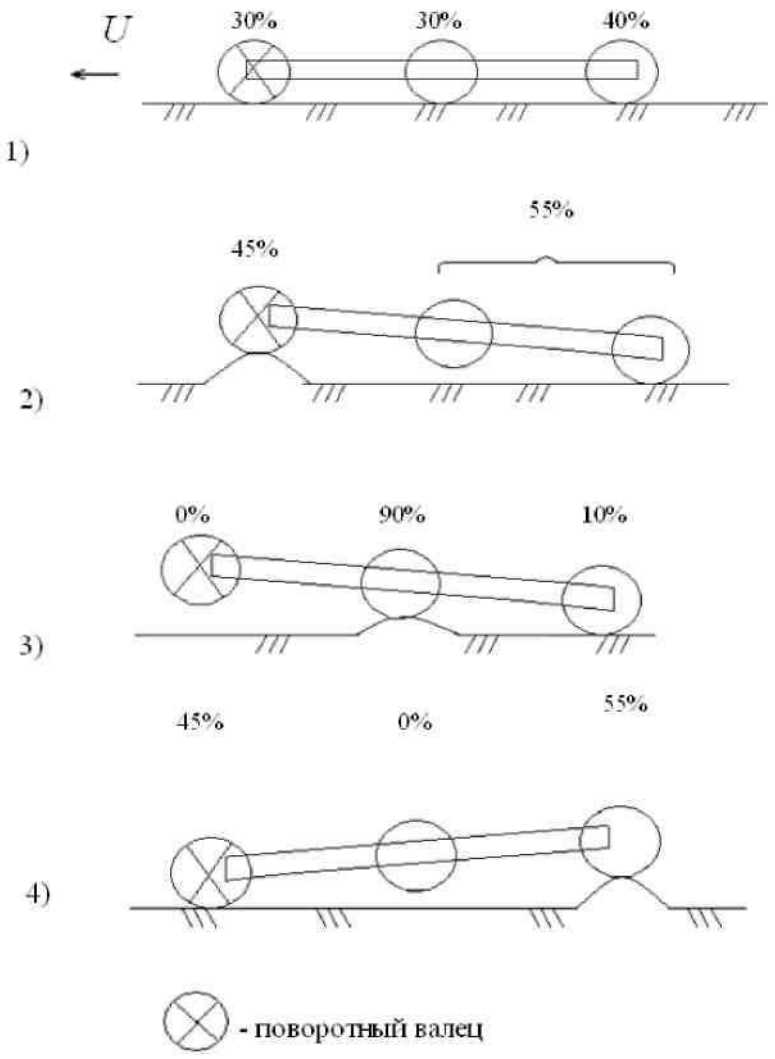



Рисунок 6.1 – Схемы работы катков

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить виды покрытий дорожного полотна.

2.Перечислить виды машин для уплотнения покрытий, пояснить, какие машины используют для уплотнения конкретного вида покрытия.

3.Перечислить основные параметры машин для уплотнения асфальтобетонных покрытий.

Таблица 6.1 – Исходные данные

| № | *G*, т | *D*, м | *i* | *U*, км/ч | *B*, м | *n* | № схемы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 5 | 1 | 0,05 | 4 | 0,75 | 25 | 1 |
| 2 | 6 | 1,1 | 0,06 | 5 | 1 | 30 | 2 |
| 3 | 7 | 1,2 | 0,07 | 6 | 1,2 | 28 | 3 |
| 4 | 8 | 1,3 | 0,08 | 7 | 1,5 | 26 | 4 |
| 5 | 9 | 1 | 0,05 | 8 | 0,75 | 25 | 1 |
| 6 | 10 | 1,2 | 0,06 | 9 | 1 | 26 | 2 |
| 7 | 11 | 1,3 | 0,07 | 10 | 1,2 | 27 | 3 |
| 8 | 12 | 1,4 | 0,08 | 11 | 1,5 | 28 | 4 |
| 9 | 13 | 1,5 | 0,05 | 12 | 0,75 | 29 | 1 |
| 10 | 14 | 1,6 | 0,06 | 4 | 1 | 30 | 2 |
| 11 | 15 | 1,3 | 0,07 | 5 | 1,2 | 25 | 3 |
| 12 | 16 | 1,4 | 0,08 | 6 | 1,5 | 26 | 4 |
| 13 | 17 | 1,5 | 0,05 | 7 | 0,75 | 27 | 1 |
| 14 | 18 | 1,6 | 0,06 | 8 | 1 | 28 | 2 |
| 15 | 5 | 1,3 | 0,07 | 9 | 1,2 | 29 | 3 |
| 16 | 6 | 1 | 0,08 | 10 | 1,5 | 30 | 4 |
| 17 | 7 | 1,2 | 0,05 | 11 | 1 | 25 | 1 |
| 18 | 5 | 1,3 | 0,06 | 4 | 0,75 | 27 | 2 |
| 19 | 16 | 1,3 | 0,08 | 7 | 1,5 | 25 | 4 |
| 20 | 15 | 1,4 | 0,07 | 6 | 1,2 | 26 | 3 |
| 21 | 14 | 1,5 | 0,06 | 12 | 1,0 | 29 | 2 |
| 22 | 13 | 1,6 | 0,05 | 4 | 0,75 | 30 | 1 |
| 23 | 12 | 1,3 | 0,08 | 12 | 1,5 | 29 | 4 |
| 24 | 11 | 1,2 | 0,07 | 12 | 1,2 | 25 | 3 |
| 25 | 10 | 1,3 | 0,05 | 14 | 1,5 | 30 | 2 |
| 26 | 9 | 1,4 | 0,05 | 8 | 0,75 | 28 | 1 |
| 27 | 8 | 1,5 | 0,06 | 9 | 1,5 | 26 | 4 |
| 28 | 7 | 1,6 | 0,07 | 9 | 1,2 | 27 | 3 |
| 29 | 6 | 1,5 | 0,07 | 11 | 1,5 | 28 | 2 |
| 30 | 5 | 1,6 | 0,08 | 14 | 0,75 | 28 | 1 |

## Тема: Технические характеристики и эксплуатация машин для подготовительных работ

### Практическое задание
### РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ДЛЯ РЫТЬЯ И ОЧИСТКИ ПРИДОРОЖНЫХ КАНАВ

**Цель работы:** закрепить знания видов машин для рытья и очистки придорожных канав; овладеть навыками расчёта основных параметров данного вида машин.

**Задание:** рассчитать основные параметры машин для рытья и очистки придорожных канав. Данные для расчёта приведены в таблице 7.1.

Основными показателями рассматриваемой группы машин является производительность, мощность привода, тяговое усилие, параметры системы управления рабочим органом, устойчивость машины.

Толщину срезаемого слоя $h$ ,м,определяют по формуле

$$h = \frac{П}{60 \times U_м \times L}, \text{ м}, \qquad (7.1)$$

где $П$ - производительность машины, м /ч;

$U_м$ - рабочая скорость машины, м/с;

$L$ - периметр поперечного сечения канавы, м.

Ширину ковша или скребка $b$, м, определяют по формуле:

$$b = l \times tg\beta, \qquad (7.2)$$

где $l$ - расстояние между ковшами или скребками, м.

$\beta$ - угол между траекторией движения ковшей и продольной осью ковшовой рамы, град.

Угол между траекторией движения ковшей и продольной осью ковшовой рамы $tg\beta$, определяют по формуле

$$tg\beta = \frac{U_м}{U_ц}, \qquad (7.3)$$

где $U_ц$ - скорость движения ковшовой цепи, м/с.

Объём ковша или скребка $q$, м$^3$,определяют по формуле

$$q = L \times h \times b \frac{k_з}{k_{раз}}, \text{ м}^3, \qquad (7.4)$$

где $k_з$ - коэффициент заполнения, $k_з = 0{,}8 \div 0{,}9$ ;

$k_{раз}$ - коэффициент разрыхления, $k_{раз} = 1{,}1 \div 1{,}2$.

Количество скребков или ковшей $i$, шт., разгружающихся в 1 минуту определяют по формуле

$$i = 60\frac{U_ц}{l}. \qquad (7.5)$$

Мощность $N$, кВт, необходимая для работы скребкового канавоочистителя, расходуется на резание и транспортировку грунта, то есть

$$N = \frac{П}{360\times10^4\times ή} \times (k_k + f_{гр} \times \gamma \times L), \qquad (7.6)$$

где $k_k$ - удельное сопротивление копанию, Н/м ;

ή -К.П.Д. рабочего органа и трансмиссии; ή = 0,5÷0,6;

γ - объёмная сила тяжести материала, Н/м$^3$ ;

$f_{гр}$ - коэффициент трения грунта о грунт, $f_{гр}$ = 0,9÷1,0 .

Тяговое усилие цепи рабочего органа $P_ц$ ,Н, определяют по формуле

$$P_ц = \frac{N}{U_ц} ή_з, \text{ Н}, \qquad (7.7)$$

где $ή_з$ - КПД привода ведущей звёздочки, $ή_з$ = 0,85.

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить виды машин, предназначенных для рытья и очистки придорожных канав. Пояснить их назначение, конструктивные особенности и принцип действия.

2.Привести схему одной из машин, предназначенных для рытья или очистки придорожных канав. Описать конструктивные особенности и принцип действия.

Таблица 7.1 – Исходные данные

| **Вариант** | ***П*,м$^3$/ч** | ***U*$_м$, м/с** | ***L*,м** | ***l*,м** | ***U*$_ц$, м/с** | ***k*$_k$, Н/м** | ***γ*, Н/м$^3$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 120 | 0,02 | 6 | 0,15 | 0,8 | 100 | 14700 |
| 2 | 125 | 0,03 | 7 | 0,16 | 0,9 | 105 | 14800 |
| 3 | 130 | 0,04 | 8 | 0,17 | 1 | 110 | 14900 |
| 4 | 140 | 0,05 | 9 | 0,18 | 1,1 | 115 | 15000 |
| 5 | 150 | 0,06 | 10 | 0,19 | 1,2 | 120 | 15100 |
| 6 | 160 | 0,07 | 9 | 0,2 | 1,3 | 125 | 15200 |
| 7 | 170 | 0,08 | 8 | 0,19 | 1,4 | 130 | 15300 |
| 8 | 180 | 0,09 | 7 | 0,18 | 1,5 | 135 | 15400 |
| 9 | 190 | 0,1 | 6 | 0.17 | 1,6 | 140 | 15500 |
| 10 | 200 | 0,11 | 7 | 0,16 | 1,7 | 145 | 15600 |
| 11 | 210 | 0.12 | 8 | 0,15 | 1,8 | 150 | 15700 |
| 12 | 220 | 0,11 | 9 | 0,16 | 1,9 | 145 | 15800 |
| 13 | 230 | 0,1 | 10 | 0,17 | 2 | 140 | 15900 |
| 14 | 240 | 0,09 | 9 | 0,18 | 1,9 | 135 | 16000 |
| 15 | 245 | 0,08 | 8 | 0,19 | 1,8 | 130 | 16100 |
| 16 | 250 | 0,07 | 7 | 0,2 | 1,7 | 125 | 16200 |
| 17 | 260 | 0,06 | 6 | 0,19 | 1,6 | 120 | 16300 |
| 18 | 270 | 0,05 | 7 | 0,18 | 1,5 | 115 | 16400 |
| 19 | 260 | 0,04 | 8 | 0,17 | 1,4 | 110 | 16500 |
| 20 | 270 | 0,03 | 9 | 0,16 | 1,3 | 105 | 16600 |
| 21 | 280 | 0,02 | 10 | 0,15 | 1,2 | 100 | 16700 |
| 22 | 170 | 0,02 | 8 | 0,18 | 1,9 | 100 | 16000 |
| 23 | 180 | 0,03 | 7 | 0,19 | 2 | 105 | 16100 |
| 24 | 190 | 0,04 | 6 | 0,2 | 1,9 | 110 | 16200 |
| 25 | 200 | 0,05 | 7 | 0,19 | 1,8 | 115 | 16300 |
| 26 | 210 | 0,06 | 8 | 0,18 | 1,7 | 120 | 16400 |
| 27 | 220 | 0,07 | 9 | 0,17 | 1,6 | 125 | 16500 |
| 28 | 230 | 0,08 | 10 | 0,16 | 1,5 | 130 | 16600 |
| 29 | 240 | 0,09 | 9 | 0,15 | 1,4 | 135 | 16700 |
| 30 | 245 | 0,1 | 8 | 0,15 | 1,3 | 140 | 14700 |

**Тема: Технические характеристики и эксплуатация машин при содержании и ремонте дорог**

## Практическое задание
## РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ

**Цель работы:** закрепить знания видов машин для зимнего содержания дорог и физико-механических свойств снега; овладеть методикой расчёта основных параметров роторного снегоочистителя.

**Задание:** рассчитать основные параметры роторного снегоочистителя. Данные для расчёта приведены в таблице 8.1.

*Исходные параметры для расчёта:*

- производительность $Q$, т/ч;
- дальность отброса снежной массы $L$, м;
- высота разрабатываемого снежного слоя $H_с$, м;
- физико-механические свойства снега (плотность снега ρ, г/см$^2$).

Окружную скорость вращения ротора выбирают из условия обеспечения заданной дальности отбрасывания снега $L$,м

$$L = 0{,}085\ Up^2 \times \left(1 + \frac{0{,}0106 Up2}{\sqrt[4]{k\text{зап} \times \rho}}\right), \qquad (8.1)$$

где $k_{зап}$ – коэффициент заполнения ротора снегом, $k_{зап}$ = 0,3÷0,45 .

По заданным значениям $L$, ρ и $k_{зап}$ из формулы (8.1) определяют окружную скорость ротора $Up^2$, м.

Диаметр ротора $D_p$ ,м, определяют из выражения

$$D_p = \frac{1}{30} \times \sqrt{\frac{Q}{U\text{р} \times k\text{зап} \times k\text{в} \times \rho \times mp}}, \qquad (8.2)$$

где $k_в$ - коэффициент использования ротора по времени, $k_в$ =0,325÷0,375.

Рабочую длину лопасти ротора $l_{лоп}$ ,м, определяют по формуле

$$l_{лоп.} = (0{,}55 \div 0{,}6) \times R \times \cos\beta, \qquad (8.3)$$

где $R$ — радиус ротора, м;

β - угол между направлениями лопасти и радиусом ротора, проходящим через её наружный край, град.

Тип питания выбирают в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого снега: питатель шнекового типа выбирают при работе на

снеге средней плотности и твердости, а фрезерного типа выбирают при работе на тяжелом снеге.

Диаметр фрезы фрезерного питателя $D_ф$ ,м, определяют по формуле

$$D_ф = 1{,}5\frac{B}{\pi}, \qquad (8.4)$$

где $B$ - ширина захвата, м.

Ширину ленты фрезы $b_л$,м, определяют с учётом образуемой призмы волочения из выражения

$$b_л = b + \sqrt{2 \times Dф \times b \times f_2 \times \sin\alpha}, \qquad (8.5)$$

где α - угол подъёма винтовой линии наружной кромки ленты фрезы, град.

$b$ - подача на ленту за один оборот фрезы, м.

Подачу снега на ленту за один оборот фрезы $b$, м/мин, определяют по формуле

$$b = \frac{Ux}{60 \times nф \times z}, \qquad (8.6)$$

где $U_x$ - поступательная скорость снегоочистителя, м/с;

$n_ф$ - частота вращения фрезы, об/мин;

$z$ - число заходов фрезы, $z$ = 1.

Вся мощность, расходуемая на работу шнекового и фрезерного роторного снегоочистителя, расходуется в процентах следующим образом:

- 60÷80% - на метательный аппарат;
- 15÷ 30% - на питатель;
- 5÷10% - на передвижение машины.

Мощность двигателя для привода рабочего органа $N_{р.о.}$, кВт, определяют по следующей эмпирической зависимости

$$N_{р.о.} = 0{,}76\frac{QL}{100}, \qquad (8.7)$$

Мощность привода ротора $N_р$, кВт, расходуется на сообщение снегу кинетической энергии, преодоление сопротивления трения снега о стенки кожуха ротора и подъём снега

$$N_{р.} = 0{,}76\frac{0{,}125QU_{р.}^2}{(10{,}5+Uр)ή_р}, \qquad (8.8)$$

где $ή_р$. - КПД трансмиссии ротора; $ή_р$.= 0,7÷0,8.

Мощность, расходуемую на привод шнекового или фрезерного питателя, $N_{пит.}$, кВт, определяют по формуле

$$N_{пит.} \approx 0{,}76 \frac{0{,}055 \times Q \times U_{пит}}{ή_{пит}}, \quad (8.9)$$

где $U_{пит}$ - окружная скорость фрезы или шнеков, м/с, для расчётов принять $U_{пит}$ = 8 ÷10 м/с;

$ή_{пит}$ - КПД механизмов привода питателя, $ή_{пит}$ = 0,6 ÷0,8.

Мощность, затрачиваемая на передвижение снегоочистителя, $N_п$, кВт, определяют по формуле

$$N_{п.} = 0{,}76 \frac{Ux}{270 \times 10^3 \times ή_п} \times (T_п + m \times P_1 + P_2), \quad (8.10)$$

где $T_п$ - сопротивление перемещению, кН.

Сопротивление перемещению снегоочистителя $T_п$ ,кН, определяют по формуле

$$T_п = G_м \times (f_0 \pm i), \text{ кН.} \quad (8.11)$$

Сопротивление перемещению снега по ротору $P_1$ ,кН,определяют по формуле

$$P_1 = 0{,}008\, k_{рез} \frac{B \times Ux}{n_{пит}}, \text{ кН.} \quad (8.12)$$

Сопротивление перемещению призмы волочения $P_2$ ,кН,определяют по формуле

$$P_2 = k_р \times B \times H_c, кН, \quad (8.13)$$

где $G_м$ - вес снегоочистителя, кН, $G_м$ =4,5 т;

$n_{пит}$ - частота вращения фрезы или шнека, об/мин;

$k_{рез}$ - коэффициент сопротивления резанью, $k_{рез}$ = 9,5 кПа ;

$H_с$ - толщина срезаемого слоя снега, м, $H_с$ = 15см ;

$f_0$ - коэффициент сопротивления перемещению снегоочистителя, $f_0$ =0,05;

$i$ - уклон местности, град; $i$ = 0;

$ή_п$ - КПД механизма передвижения снегоочистителя; $ή_п$ =0,6÷0,7;

$m$ - количество шнеков или фрез; для шнеков $m$ = 2; для фрез $m$ = 1.

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить физико-механические свойства снега.
2.Перечислить виды машин для зимнего содержания дорог. Их назначение, принцип действия и конструктивные особенности.
3.Привести схему роторного снегоочистителя, пояснить принцип действия, конструктивные особенности.

Таблица 8.1 – Исходные данные

| **Вариант** | ***Q*,т/ч** | ***L*, *м*** | ***ρ*,г/см$^2$** | ***β*,град.** | ***B*, м** | $f_2$ | ***α*, град.** | $\upsilon_x$, **м/с** | $n_ф$, **об/мин** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 50 | 1 | 0,12 | 30 | 1 | 0,3 | 30 | 0,01 | 300 |
| 2 | 80 | 2 | 0,14 | 32 | 1,1 | 0,32 | 31 | 0,011 | 350 |
| 3 | 110 | 3 | 0,16 | 34 | 1,2 | 0,34 | 32 | 0,012 | 380 |
| 4 | 140 | 4 | 0,18 | 36 | 1,3 | 0,36 | 33 | 0,014 | 400 |
| 5 | 170 | 5 | 0,2 | 38 | 1,4 | 0,38 | 34 | 0,015 | 420 |
| 6 | 200 | 6 | 0,21 | 40 | 1,5 | 0,4 | 35 | 0,018 | 450 |
| 7 | 230 | 7 | 0,22 | 42 | 1,6 | 0,42 | 36 | 0,019 | 480 |
| 8 | 260 | 8 | 0,25 | 44 | 1,7 | 0,44 | 37 | 0,02 | 500 |
| 9 | 290 | 9 | 0,27 | 46 | 1,8 | 0,46 | 38 | 0,021 | 460 |
| 10 | 320 | 10 | 0,29 | 48 | 1,9 | 0,48 | 39 | 0,022 | 440 |
| 11 | 350 | 11 | 0,3 | 50 | 2 | 0,5 | 40 | 0,023 | 400 |
| 12 | 380 | 12 | 0,32 | 52 | 2,1 | 0,52 | 41 | 0,024 | 360 |
| 13 | 410 | 13 | 0,34 | 54 | 2,2 | 0,54 | 42 | 0,025 | 340 |
| 14 | 440 | 14 | 0,36 | 56 | 2,3 | 0,56 | 43 | 0,026 | 300 |
| 15 | 470 | 15 | 0,37 | 58 | 2,4 | 0,58 | 44 | 0,027 | 330 |
| 16 | 500 | 16 | 0,38 | 60 | 2,5 | 0,6 | 45 | 0,028 | 350 |
| 17 | 530 | 17 | 0,39 | 58 | 2,6 | 0,62 | 44 | 0,029 | 370 |
| 18 | 560 | 18 | 0,4 | 56 | 2,7 | 0,64 | 43 | 0,03 | 410 |
| 19 | 590 | 17 | 0,41 | 54 | 2,8 | 0,65 | 42 | 0,029 | 430 |
| 20 | 620 | 16 | 0,42 | 52 | 2,9 | 0,64 | 41 | 0,028 | 470 |
| 21 | 650 | 15 | 0,43 | 50 | 3 | 0,62 | 40 | 0,027 | 490 |
| 22 | 680 | 14 | 0,44 | 48 | 2,9 | 0,6 | 39 | 0,026 | 480 |
| 23 | 710 | 13 | 0,45 | 46 | 2,8 | 0,58 | 38 | 0,025 | 450 |
| 24 | 740 | 12 | 0,46 | 44 | 2,7 | 0,56 | 37 | 0,024 | 420 |
| 25 | 770 | 11 | 0,47 | 42 | 2,6 | 0,54 | 36 | 0,023 | 320 |
| 26 | 800 | 10 | 0,48 | 40 | 2,5 | 0,52 | 35 | 0,022 | 300 |
| 27 | 830 | 11 | 0,5 | 38 | 2,4 | 0,48 | 34 | 0,021 | 360 |
| 28 | 860 | 12 | 0,52 | 36 | 2,3 | 0,46 | 33 | 0,020 | 340 |
| 29 | 890 | 13 | 0,53 | 34 | 2,2 | 0,44 | 32 | 0,018 | 310 |
| 30 | 920 | 14 | 0,55 | 32 | 2,1 | 0,42 | 30 | 0,017 | 300 |

**Тема: Классификация дорожно-строительных работ и методы их организации**

**Практическое задание**
**РАСЧЁТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

**Цель работы:** закрепить знания видов землеройно-транспортных машин для выполнения заданных объёмов земляных работ; овладеть методикой расчёта необходимого количества машин.

**Задание:** рассчитать необходимое количество землеройно-транспортных машин для выполнения заданных объёмов земляных работ. Данные для расчёта приведены в таблице 9.1.

*Исходные параметры для расчёта:*

| **Объём работ, *V* м$^3$** | **Группа грунта** | **Дальность перемещения,м** | **Количество смен, *n*** | **Тип машины** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ***Вариант 1*** | | | | |
| 8100 | II | 30 | 4 | Бульдозер ДЗ-18 на тракторе Т-100М |
| ***Вариант 2*** | | | | |
| 7200 | I | 300 | 5 | Скрепер прицепной ДЗ-20К к трактору Т-100 |
| ***Вариант 3*** | | | | |
| 12800 | II | - | 2 | Экскаватор ЭО-5111Д |

Необходимое количество машино-смен *N*,смен, определяется по формуле

$$N = \frac{V}{\text{П}\times n}, \qquad (9.1)$$

где V – объём земляных работ, м$^3$;
n – кличество смен работы машины;
П – производительность машины, м$^3$/смену.
Производительность машины *П*, м$^3$/смену, равна:

$$П = \frac{\text{Т}\times\text{Пн.вр.}}{\text{Нвр.}}, \qquad (9.2)$$

где Т – продолжительность рабочей смены, Т = 8,2 часа;

$П_{н.вр.}$- показатель нормы времени, $П_{н.вр.}$= 100м$^3$;

$Н_{вр.}$ – норма времени, час (по данным сборников ЕНиР для данных групп грунта, дальности перемещения и типа машины принимаем

для бульдозеров $Н_{вр.бул.}$= 1,6 час.,

для скреперов $Н_{вр.скр.}$= 3,3 час.,

для экскаваторов $Н_{вр.экс.}$= 1,3 час.).

Вариант 1.

$$П = \frac{8{,}2\times100}{1{,}6} = \frac{820}{1{,}6} = 512, \text{ м}^3\text{/смену.}$$

Необходимое количество машино-смен бульдозеров ДЗ-18

$$N = \frac{8100}{512\times4} = 3{,}95.$$

Принимают четыре бульдозера с коэффициентом внутрисменной загрузки

$$К_{з.} = \frac{3{,}95}{4} = 0{,}99.$$

Вариант 2.

$$П = \frac{8{,}2\times100}{3{,}3} = \frac{820}{3{,}3} = 248, \text{ м}^3\text{/смену.}$$

Необходимое количество машино-смен скреперов ДЗ-20К

$$N = \frac{7200}{248\times5} = 5{,}8.$$

Принимают шесть скреперов с коэффициентом внутрисменной загрузки

$$К_{з.} = \frac{5{,}8}{6} = 0{,}97.$$

Вариант 3.

$$П = \frac{8{,}2\times100}{1{,}3} = \frac{820}{1{,}3} = 630, \text{ м}^3\text{/смену.}$$

Необходимое количество машино-смен экскаваторов ЭО – 5111Д

$N = \frac{12800}{630 \times 2} = 1{,}02.$

Принимают один экскаватор с коэффициентом внутрисменной загрузки

$К_{з.} = \frac{1{,}02}{1} = 1{,}02.$

**Контрольные вопросы**

1.Перечислить основные типы землеройно-транспортных машин.
2.Перечислить виды работ и машины, предназначенные для выполнения этих работ.
3.Перечислить принципы выбора машин для выполнения дорожно-транспортных работ.
4. Перечислить основные методы организации дорожно-строительных работ, объяснить их сущность.

Таблица 9.1 – Исходные данные

| **Вариант** | **Объём работ, *V* м$^3$** | **Группа грунта** | **Дальность перемещения, м** | **Количество смен, *n*** | **Тип машины** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 7720 | I | 20 | 3 | Бульдозер ДЗ-18 на тракторе Т-100 |
| 2 | 28900 | III | 20 | 7 | Бульдозер ДЗ-25 на тракторе Т-180 |
| 3 | 15600 | I | 30 | 6 | Бульдозер ДЗ-19 на тракторе Т-100 |
| 4 | 22400 | III | 50 | 9 | Бульдозер ДЗ-35С на тракторе Т-180 |
| 5 | 10500 | I | 40 | 5 | Бульдозер ДЗ-17 на тракторе Т-100 |
| 6 | 4100 | I | 500 | 4 | Скрепер приц.ДЗ-26 к трактору Т-180 |
| 7 | 3250 | II | 600 | 5 | Скрепер приц.ДЗ-20 к трактору Т-100 |
| 8 | 9200 | III | 1000 | 6 | Скрепер самоход. ДЗ-13 на тягаче БелАЗ-531 |
| 9 | 7900 | I | 200 | 7 | Скрепер приц.ДЗ-32 к трактору Т-180 |
| 10 | 8100 | III | 100 | 5 | Скрепер самоход. ДЗ-11 на тягаче МАЗ-529Е |
| 11 | 7200 | II | - | 5 | Экскаватор ЭО-4321 (прямая лопата) |
| 12 | 9100 | III | - | 7 | Экскаватор ЭО-5111Д (прямая лопата) |
| 13 | 12200 | II | - | 8 | Экскаватор ЭО-6111 (прямая лопата) |
| 14 | 15100 | I | - | 4 | Экскаватор ЭО-7111 (прямая лопата) |
| 15 | 7800 | I | - | 5 | Экскаватор ЭО-6112 (прямая лопата) |
| 16 | 7920 | I | 30 | 4 | Бульдозер ДЗ-18 на тракторе Т-100 |
| 17 | 26500 | III | 40 | 6 | Бульдозер ДЗ-25 на тракторе Т-180 |
| 18 | 14500 | I | 20 | 7 | Бульдозер ДЗ-19 на тракторе Т-100 |
| 19 | 21500 | III | 40 | 8 | Бульдозер ДЗ-35С на тракторе Т-180 |
| 20 | 11200 | I | 30 | 6 | Бульдозер ДЗ-17 на тракторе Т-100 |
| 21 | 5300 | I | 400 | 5 | Скрепер приц.ДЗ-26 к трактору Т-180 |
| 22 | 3100 | II | 500 | 4 | Скрепер приц.ДЗ-20 к трактору Т-100 |
| 23 | 8500 | III | 950 | 5 | Скрепер самоход. ДЗ-13 на тягаче БелАЗ-531 |
| 24 | 7820 | I | 150 | 6 | Скрепер приц.ДЗ-32 к трактору Т-180 |
| 25 | 7100 | III | 200 | 4 | Скрепер самоход. ДЗ-11 на тягаче МАЗ-529Е |
| 26 | 6200 | II | - | 6 | Экскаватор ЭО-4321 (прямая лопата) |
| 27 | 8100 | III | - | 5 | Экскаватор ЭО-5111Д (прямая лопата) |
| 28 | 11300 | II | - | 7 | Экскаватор ЭО-6111 (прямая лопата) |
| 29 | 14200 | I | - | 5 | Экскаватор ЭО-7111 (прямая лопата) |
| 30 | 8100 | I | - | 4 | Экскаватор ЭО-6112 (прямая лопата) |

## Заключение

В настоящих методических указаниях рассмотрены основные вопросы эксплуатации подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог.

Самая современная автомобильная дорога со временем теряет многие свои транспортно-эксплуатационные показатели под действием проезжающих по ней автомобилей и природно - климатических факторов. Этот процесс неизбежен, но может быть замедлен и приостановлен, а транспортно-эксплуатационные показатели и потребительские свойства могут быть улучшены, если своевременно и в полном объеме выполнять все работы по устранению возникающих со временем деформаций, разрушений и других дефектов.

Все факторы, действующие на состояние дорог, их параметры и характеристики в процессе эксплуатации можно подразделить на группы:

- транспортная нагрузка от автомобилей;
- плохие, неуплотненные или недостаточно уплотненные грунты земляного полотна;
- необеспеченный водоотвод;
- природно-климатические и погодные условия (рельеф и растительность местности, заболоченность, высокие грунтовые воды, отсутствие дренажа, мороз, осадки, туман, ветер, высокая температура воздуха и другие климатические факторы);
- недостаточно кондиционные материалы дорожных конструкций (щебень, песок, битум или цемент и др.);
- проектные и строительно-технологические упущения и отклонения от нормативных требований и др.

Эти факторы следует принимать как реальность и с учётом их обеспечивать эффективную работу подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог. В условиях Тюменской области особенно большое место занимает обеспечение бесперебойного и безопасного движения в зимний период года, когда все недостатки проектирования и строительства дорог проявляются наиболее полно. Такие специфические условия накладывают особые требования к эксплуатации дорожной техники.

Практикум даёт возможность освоить требования нормативно-технической документации по организации эксплуатации машин при строительстве, содержании и ремонте дорог; а также, с учётом этих требований, научиться обеспечивать безопасное и качественное выполнение работ при использовании подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и механизмов.

## Список используемых источников

Основные источники

1. Основы эксплуатации и ремонта автомобильных дорог : практическое пособие / С. И. Булдаков, Ю. Д. Силуков, М. Д. Малиновских, Д. Н. Чегаев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 236 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1836167

2.Рачкова, О. Г. Архитектура транспортных сооружений : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. Г. Рачкова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 197 с. — (Профессиональное образование). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/493182

3.Современные технологии строительства автомобильных дорог: методические указания : методические указания / составители Т. В. Семенова, А. С. Александров. — Омск : СибАДИ, 2021. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/221354

4.Шабуров, С. С. Основы управления, планирования и организации строительства, ремонта, содержания автомобильных дорог : учебное пособие / С. С. Шабуров. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 434 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/217283

Дополнительные источники

1.Горшкова, Н. Г. Проектирование реконструкции автомобильных дорог : учебное пособие / Н. Г. Горшкова. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/177602

2. Кузнецов, О. Ф. Инженерная геодезия : учебное пособие / О. Ф. Кузнецов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 268 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1167716

3.Цупиков, С. Г. Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог : учебное пособие / С. Г. Цупиков, А. Д. Гриценко, Н. С. Казачек [и др.] ; под ред. С. Г. Цупикова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 756 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1168596

Методическое издание

***Вадим Николаевич Митягин***

**Методические указания к практикуму по**
**ПМ.01 Эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог.**