

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра транспортно-технологических процессов и машин

**ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 23.03.03*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

УДК 629.3.017 (073)

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Ю.Н. Каууба*. СПб, 2019. 28 с.

Приведены описания лабораторных работ по дисциплине «Типаж и эксплуатация технологического оборудования». Методические указания к лабораторным работам сопровождаются кратким теоретическим введением и разделом техники безопасности.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по профилю «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Научный редактор проф. *А.С. Афанасьев*

Рецензент проф. *В.Н. Ложкин* (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2019

Введение

Работа в лаборатории требует от студента высокой собранности, аккуратности и точности в проведении лабораторных работ.

Перед началом работы студенты сдают допуск к работе, включающий основы раздела дисциплины, которому посвящена лабораторная работа, а также экспериментальную суть этой работы. По результатам эксперимента студент составляет отчёт, содержащий: название работы, цель, краткое теоретическое введение, экспериментальную часть, выводы. Отчёт по работе представляется на следующее после выполнения работы занятие.

1. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. Техника безопасности в учебных лабораториях

Проведение лабораторных работ в учебных лабораториях и компьютерных классах, во избежание несчастных случаев и порчи оборудования, должно осуществляться в соответствии со следующими правилами:

- следует помнить, что во всех лабораторных установках имеется оборудование, работающее под напряжением 220 и 380 В. Во избежание поражения электрическим током, на всех установках, наряду с заземлением, необходимо наличие защитных кожухов. Включать силовое оборудование и аппаратуру, не ознакомившись с описанием технологических схем установок и без разрешения преподавателя, запрещается;

- не допускается прикасаться к токоведущему оборудованию, электрическим разъемам и проводам во время работы;

- при работе с персональными компьютерами и принтерами следует проявлять аккуратность и бережливость, избегая порчи оборудования;

- перед началом работы студенты обязаны тщательно изучить теоретический материал, разобраться в методике и порядке проведения работ. Затем, получив необходимые указания и

разрешение преподавателя, оборудование подготавливается к работе и на основании методики выполняются задания лабораторных работ;

- после выполнения работ оборудование приводится в исходное состояние и отключается от силовой сети;

- студенты обязаны поддерживать в помещении лаборатории чистоту и порядок.

После окончания лабораторной работы студенты представляют отчет по проделанной работе.

Для оказания первой помощи в лабораториях имеются аптечки с медикаментами.

Ознакомившись с настоящей инструкцией, каждый студент расписывается в журнале по технике безопасности.

1.2. Методические указания по выполнению лабораторных работ

Методические указания является руководством для выполнения студентами лабораторных работ по дисциплине «Типаж и эксплуатация технологического оборудования».

Каждая лабораторная работа проводится после изучения студентами соответствующего раздела или темы.

Цель проведения лабораторных работ – закрепить теоретические знания, полученные учащимися на лекционных занятиях и при выполнении практических занятий.

По каждой работе должен быть составлен отчет. Отчеты выполняются на листах бумаги формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.106-96 ЕСКД «Текстовые документы». Каждый лист должен иметь рамку и основную надпись.

По результатам каждой работы проводится дифференцированный зачет.

Все выполненные и подписанные преподавателем отчеты по лабораторным работам подшиваются в журнал (скоросшиватель). В содержании указывается перечень всех работ. Листы отчетов должны иметь сквозную нумерацию. Журнал отчетов по лабораторным работам является документом, с учетом которого выставляется оценка по дисциплине.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
Расчёт струйно-щёточной установки для мойки
автомобиля

Цель работы: освоить методику расчёта моечной установки для автомобиля.

Исходные данные: Автомобиль Зил-431410;

Две боковые щётки;

Сверху и снизу моющие рамки: 1,6 МПа.

Давление в рамках смачивания и ополаскивания: 0,1 МПа.

Угол между струёй и омываемой поверхностью: 90°.

Насадки конической формы: $d=0,004$ м

Фтах трубопровод 0,12 м, Φ_{\min} 0,06 м.

Формула расхода жидкости через насадку (см. табл. 1, рис. 1,

2):

$$\Phi_0 = \mu \cdot \omega_x \cdot V_x,$$

где: ω_x – площадь сечения струи;

V_x – скорость струи на выходе;

μ – коэффициент расхода.

Расчёт:

$$V_x = \varphi \sqrt{2g \cdot H_n}, \text{ м/с}$$

1МПа=98м.

V_x – Моющие;

V_x – Смачивающие.

$X = 200d_n$, м.

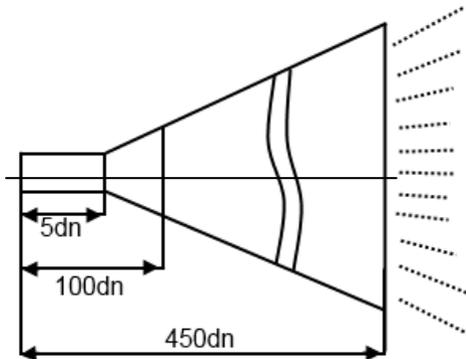
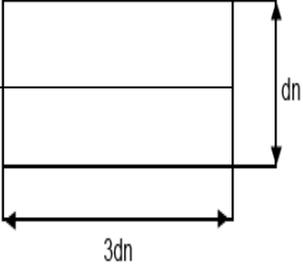
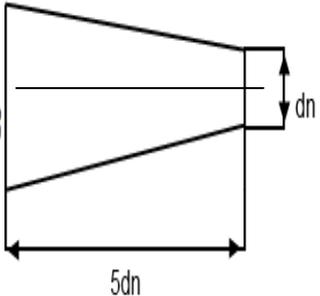


Рис. 1. Диапазон расстояний от насадки до поверхности

Таблица 1

Расход жидкости через насадок

Тип насадки	Профиль сопла	Коэффициент расхода μ	Коэффициент скорости φ
Цилиндрические		0,82	0,82
Конические		0,94	0,963

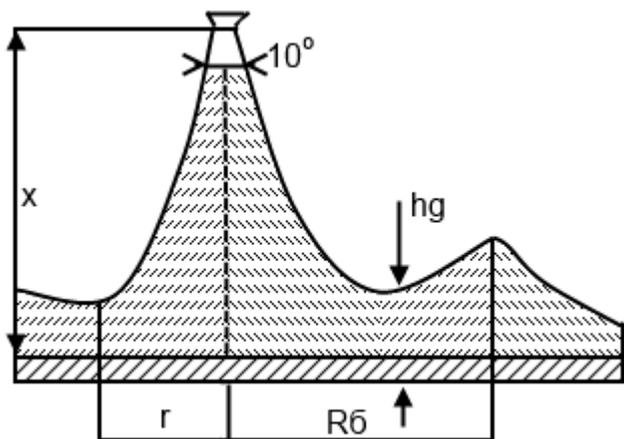


Рис. 2. Зона мойки: R_6 – зона эффективной мойки;
 $2r$ - D – диаметр струи в момент соприкосновения с омываемой поверхностью.

D – диаметр струи в момент соприкосновения с омываемой поверхностью (табл. 2).

$$D = 4d_n + 2Xtg\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_x = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ м}^2.$$

$$K = \frac{F_x}{F_n}.$$

$\rho_x, \text{ кг/м}^3$.

Гидродинамическое давление:

$$P_x = \rho_x V_x^2 \sin \alpha, \quad \text{Н/м}^2$$

$$F_m = \frac{\pi \sigma}{2D} \left(\frac{1}{W} - 1 \right), \quad \text{Н/м}^3$$

где: σ – поверхностное натяжение;

D – диаметр частиц грязи;
 W – влажность загрязнения ($\leq 20\%$).
 D частиц: $50 \cdot 10^{-6}$ м.
 F_m , Н/м.

Таблица 2

Диаметр струи в момент соприкосновения с оmyваемой поверхностью

Автомобиль	Диаметр струи, D (м)
Легковой	$10 - 30 \cdot 10^{-6}$
Грузовой	$25 - 300 \cdot 10^{-6}$

Вывод: Проверка условия, если сила сцепления между частицами ниже, чем среднее гидродинамическое давление $F_m = 4270 < P_x$ (Н/м³), то соответственно рассчитываемая струйно-щёточная установка справляется с работой.

Контрольные вопросы:

1. Что можно сделать, чтобы увеличить гидродинамическое давление?
2. Что можно сделать, чтобы уменьшить силу сцепления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Расчёт очистных сооружений

Цель работы: освоить методику расчёта очистного сооружения.

Исходные данные:

Скорость протекания сточных вод: $V_{\pi} = 0,15$ м/с.

Площадь сечения потока: $F = \frac{Q}{V_{\pi}}$, м².

Ширина песколовки: $B = 1$ м.

Длина песколовки:

$$L = K \cdot \frac{H_p \cdot V_{\pi}}{V_0}, \text{ м}^2.$$

$K = 1,3$ - запас по длине.

Расчётная глубина:

$$H_p > \frac{F}{B}, \text{ м}$$

$V_0 = 18 \cdot 10^{-3}$ м/с – гидравлическая крупность взвешенных частиц для песка.

Общая глубина:

$$H_{\text{общ}} = H_{\text{п}} + H_p + H_0.$$

где: $H_{\text{п}}$ – расстояние от пола до уровня воды;

H_0 – глубина осадочной части.

l – длина от начала приемки до песколовки.

$$Q = 23,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

1. Расчёт песколовки

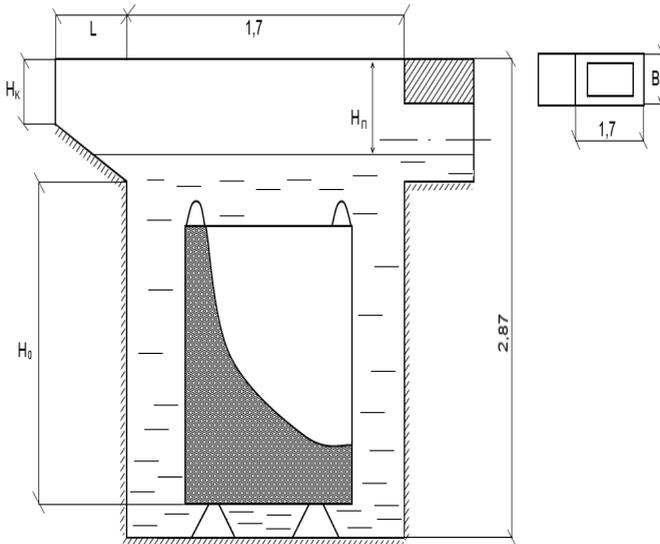


Рис. 3. Песколовка

Расчет: $F, \text{ м}^2$.

$H_0 = 1 \dots 1,5$ м.

L , м.

$$H_k + 0,03 \cdot l, \text{ м.}$$

$$l = 2,8 \text{ м.}$$

$$H_k = 1,2 \dots 1,4 \text{ м.}$$

$$H_{об} = 2,87 \text{ м.}$$

Объём приёмного резервуара, за 15 минут.

$$V_{пр} = 15 \cdot 60 \cdot Q = 900 \cdot Q, \text{ м}^3.$$

2. Расчет насосной станции гидроциклона первого подъёма

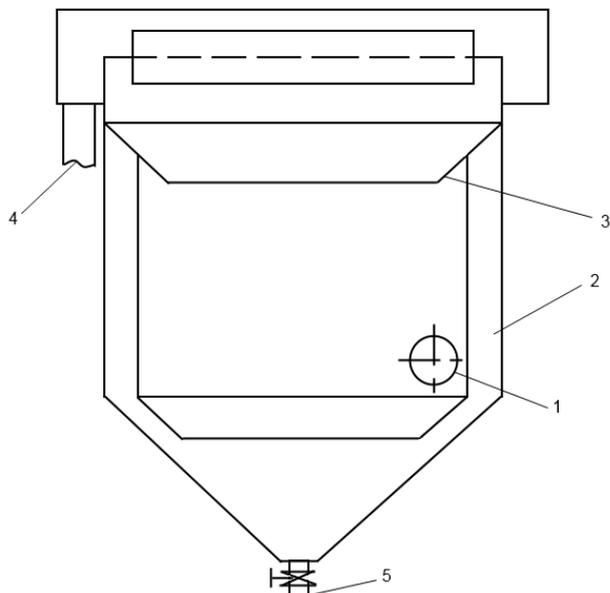


Рис. 4. Схема гидроциклона:

- 1 - выход для нефтепродуктов; 2 - корпус; 3 - диафрагма;
4 - труба потока воды; 5 - провод выделенных осадков

Гидравлическая нагрузка:

$$M_{гц} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Площадь водного зеркала:

$$F_6 = \frac{Q}{M_{гц}}$$

$$D = \sqrt{\frac{\pi \cdot F_6}{4}}, \text{ м}$$

D - уменьшаем до 2 м).

$$F_{вр} = \frac{\pi \cdot 2^2}{4}, \text{ м}^2.$$

$$N_{гц} = \frac{F_в}{F_{вр}}.$$

$F_{ср}$, м^3 .

$V_{ср} = 10 \text{ м/ч}$ – скорость фильтров.

Мощность определяется расходом воды Q .

3. Определение площадей фильтров

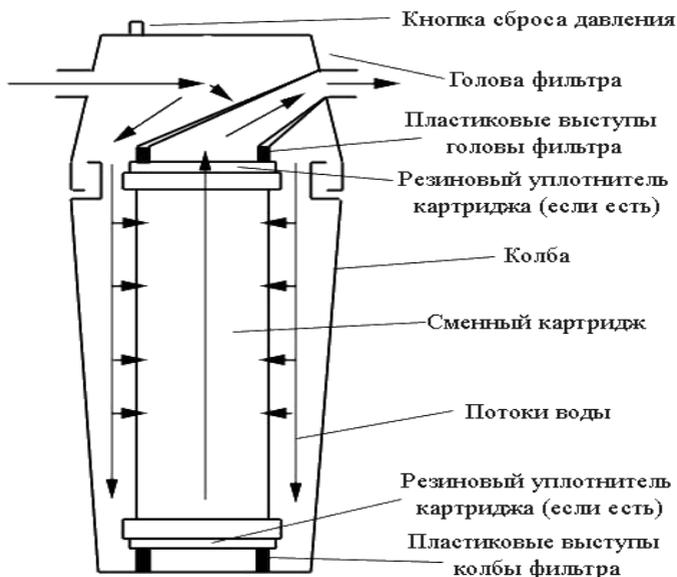


Рис. 5. Фильтр очистки воды

4. Расчёт насосной станции гидроциклона второго подъёма
 Расчет: Потери в фильтрах: 0,1 МПа.
 Мощность определяется расходом воды Q .
 Объём резервуара очищающей воды за 30 минут мойки:

$$V_{\text{рц}} = 0,5 \cdot Q.$$

5. Объём камеры бензомаслоуловителя

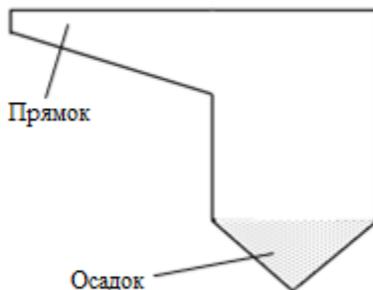


Рис. 6. Камера бензомаслоуловителя

$V_{\text{ц}}$ – объём камеры бензомаслоуловителя: $(0,2 \dots 0,3) V_{\text{пр}}$.

Вывод: Указываются основные расчетные показатели по всем элементам очистного сооружения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Расчёт конструкции винтового домкрата

Цель работы: ознакомиться с расчетом конструкции винтового домкрата.

Исходные данные:

Q – грузоподъёмность: 50 000 Н;

h max: 0,4м;

Материал: Сталь 45;

$[\sigma_{\text{см}}]$: 80 Н/мм²;

P : 5,5°.

Схема винтового домкрата представлена на рис. 7.

Расчет:

1. Расчёт внутреннего диаметра домкрата.

$$d_в = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{0,7 \cdot \pi \cdot [\sigma_{см}]}} , \text{ м}$$

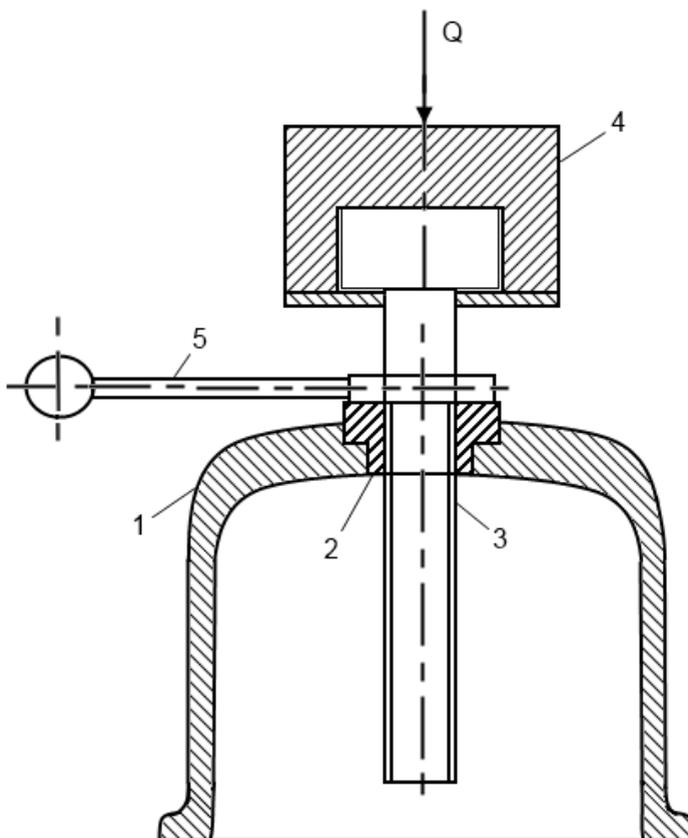


Рис. 7. Схема винтового домкрата: 1 – Корпус; 2 – Гайка;
3 – Винт; 4 – Пята; 5 - Рукоятка

2. Подбор и определение параметров резьбы.
Выбираем трапецидальную резьбу по ГОСТ 9484-73:
 $d_в = 0,033$; $d_н = 0,049$; $d_{ср} = 0,037$; $P = 0,006$ м.

3. Проверка условий самоторможения.

$$\beta = \operatorname{arctg} \cdot \left(\frac{P}{\pi \cdot d_{cp}} \right),$$

$\beta < \rho \Rightarrow$ условия самоторможения выполнены.

4. Определение крутящего момента прилагаемого к винту домкрата.

$$M_{кр} = Q \cdot \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg} \cdot (\beta + \rho) + M_n$$

$$M_{кр} = Q \cdot \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg} \cdot (\beta + \rho) + \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \cdot d_{п}$$

5. Усилие на рукоять винта.

$R_p = 0,6m$

$$P_p = \frac{M}{R_p}.$$

6. Касательные напряжения в материале винта.

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d_B^3}, \text{ Н/мм}^2$$

7. Суммарные напряжения.

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2}, \text{ Н/мм}^2$$

Допускаемые напряжения:

$[\sigma_{\Sigma}] \geq \sigma_{\Sigma}$, где $[\sigma_{\Sigma}] = 90 \text{ Н/мм}^2$.

Условия прочности выполняется.

8. Проверка винта на устойчивость – определение критической силы ($P_{кр}$).

$$P_{нр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_p}{L^2},$$

где: J_p – полярный момент сопротивления.

$$\pi d_B^2 / 64 = 0,05 d_B^2;$$

i – максимальная высота подъёма: 0,04;

P_{cp} , Н.

Определение запаса устойчивости:

$$n = \frac{P_{кр}}{Q}.$$

$$n > [n] = 4.$$

Проверка => устойчивость винтов выполняется?

9. Расчёт бронзовой гайки.

Определения числа витков:

$$Z = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (d_n^2 \cdot d_s^2) \cdot [q]},$$

где: $[q]$ – допускаемые удельные давления в контакте винт-гайка
Н/м².

Материал $[q]$ Н/м²:

Сталь-чугун $(5-6) \cdot 10^6$;

Сталь-антифрикционный чугун $(10-13) \cdot 10^6$;

Сталь-сталь $(7-13) \cdot 10^6$;

Сталь-бронза $(7-13) \cdot 10^6$.

Высота гайки:

$$H = Z \cdot P_p, \text{ м.}$$

10. Оценка КПД домкрата.

$$A_n = Q \cdot P_p, \text{ Дж.}$$

$$A_z = P_p \cdot 2\pi R, \text{ Дж.}$$

$$\text{КПД} = \frac{A_n}{A_z}, \%$$

Вывод: Указываются основные расчетные показатели по всем элементам винтового домкрата.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Расчёт конструкции гайковёрта инерционно-ударного действия

Цель работы: ознакомиться с конструкцией и расчетом гайковёрта инерционно-ударного действия.

Исходные данные:

$$d = 16\text{мм}; p = 1,5\text{мм}; d_1 = 14,4\text{мм}; d_{cp} = 15,2\text{мм}.$$

H - высота винта: 11,5мм;

K - коэффициент полноты резьбы: 0,87;

K_m - коэффициент неравномерности нагрузки по виткам: 0,6;

D_{cp} : 20,5мм;

$[\tau_{cp}]$: 192 Н/мм².

Схема гайковёрта инерционно-ударного действия представлена на рис. 8.

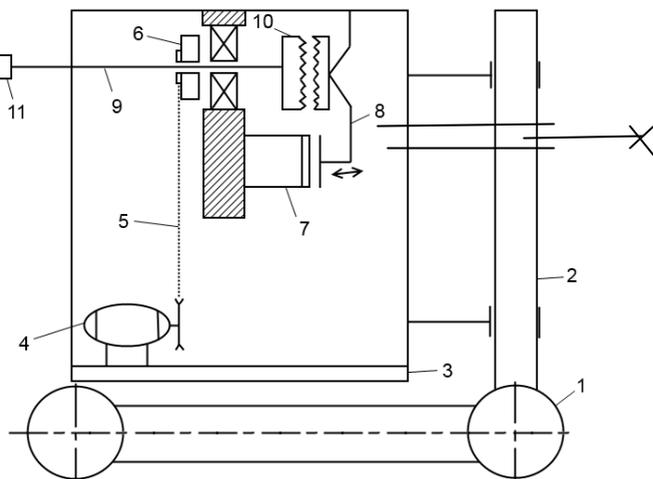


Рис. 8. Схема гайковёрта инерционно-ударного действия:
 1 - Тележка; 2 - Стойка; 3 - Пита; 4 - Электродвигатель;
 5 - Клиноремённая передач; 6 - Маховик;
 7 - Электромагнит; 8 - Подвижная полумуфта; 9 - Вал;
 10 - Полумуфта; 11 - Ключ.

Коэффициенты трения: $\begin{cases} f = 0,15; \\ f_{\text{пр}} = 0,174 \end{cases}$

Схема резьбового соединения (для гаек М16х1,5) представлена на рис. 9.

Расчет:

1. Допускаемая осевая сила:

$$F = [\tau] \cdot \pi \cdot d_1 \cdot H \cdot K \cdot K_m, \text{ Н.}$$

$K_F = 1,3 \dots 2,0$ - коэффициент запаса прочности.

$$F_T = \frac{F}{2}, \text{ Н}$$

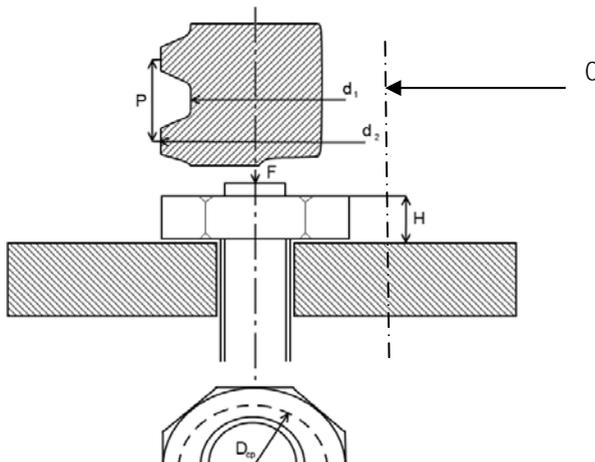


Рис. 9. Схема резьбового соединения

2. Момент сил трения на опорном торце гайки.

$$T_T = F \cdot f \cdot \frac{D_{\text{cp}}}{2}, \quad \text{Н} \cdot \text{мм}$$

3. Момент сил трения в резьбе.

$$T_p = 0,5 \cdot F \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi),$$

где: ψ - угол подъёма резьбы $\operatorname{arctg}(P/\pi d_2) = 1,8^\circ$

φ - угол трения в резьбе = $9,9^\circ$

T_p , Н · мм.

4. Момент заворачивания гайки.

$$T_3 = T_r + T_p, \quad \text{Н} \cdot \text{мм}$$

5. Диаметр вала ключа.

$$T_3 = 0,8[\tau_0]N_0.$$

$d_B = 22$ мм.

$[\tau_0] = 5 \cdot 10^6$ Н/м².

Момент сопротивления вала:

$$W = 0,2d_B^3.$$

6. Параметры кулачковой муфты.

d_{BH} , 32 мм;

D_H , мм;

$h = 4$ мм;

$\alpha = 45^\circ$;

D_{cp} , мм.

7. Допускаемая частота вращения.

$$n_0 = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V}{\pi D_{cp}}, \quad \text{мин}^{-1}.$$

$V = 0,8$ м/с - скорость вращения.

8. Угол закручивания вала ключа.

$$\varphi_B = \frac{T_3 \cdot L}{G \cdot J_B}$$

$$L = 20d_B.$$

$$G = 8 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

$$J_B = \frac{\pi d_B^4}{32}$$

$$\varphi_B = 0,014 \text{ рад.}$$

9. Угол поворота маховика.

$$\varphi_M = K \cdot \varphi_B.$$

$$K = 10 \dots 15$$

$$\varphi_M = 0,168 \text{ рад.}$$

10. Замедление маховика.

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{2 \cdot \varphi_M}, 1/\text{с}^2.$$

11. Момент инерции маховика.

$$J_M = \frac{T_3}{\varepsilon}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

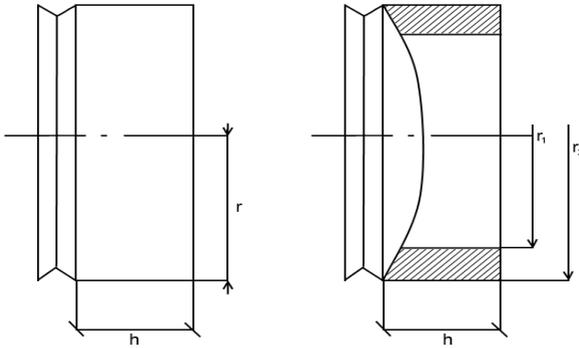


Рис. 10. Схема маховика

12. Выбор конструкции и расчёт массы маховика.

Стальное кольцо: $r_2 = 0,1$ м; $r_1 = 0,06$ м.

$$m_m = \frac{2J}{(r_2^2 - r_1^2)}, \quad \text{кг}$$

$$h = \frac{m}{\pi r_2^2 \cdot j}, \quad \text{м.}$$

13. Энергия вращения маховика.

$$W = \frac{J\omega^2}{2}, \quad \text{Дж.}$$

14. Мощность, необходимая для разгона маховика.

$$\Delta t = 0,1 \dots 0,2 \text{ с.}$$

$$N_p = \frac{W_{\text{вп}}}{\Delta t}, \quad \text{Вт.}$$

15. Мощность электродвигателя.

$$K_3 = 2 \dots 3 \quad \eta_p = 0,96 \dots 0,98 \quad \eta_{\Pi} = 0,99$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_p \cdot K_3}{(\eta_p \cdot \eta_{\Pi}^2)}, \text{ Вт.}$$

Выбрать электродвигатель по расчетным параметрам.

16. Передаточное число ремённой передачи.

$$C_p = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{в}}}.$$

17. Сравнение с электромеханическим гайковёртом.

$$M 16 \times 1,5 \quad T_3, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad n_0, \text{ мин}^{-1}.$$

$$P4Y-63 \quad M_p, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad i_n = 31,5 \quad \text{КПД} = 0,73$$

$N_{\text{эм}}$, кВт.

$N_{\text{дв}}$, кВт..

Марка двигателя

n_0 , мин⁻¹.

Вывод: Указываются основные расчетные показатели по всем элементам гайковерта.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Расчёт транспортирующего цепного конвейера

Цель работы: ознакомиться с конструкцией и расчетом транспортирующего цепного конвейера периодического действия.

Исходные данные: транспортирующий цепной конвейер периодического действия;

3-х постовая линия ТО-1;

Автомобиль: ЗИЛ-431410;

$G_a: 43000 \text{ Н.}$

$\eta = 0,97$ - коэффициент полезного действия

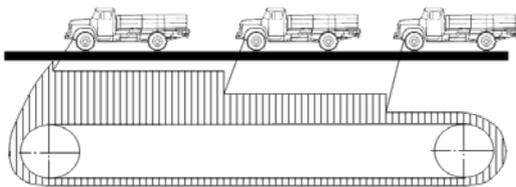


Рис. 11. Схема конвейера

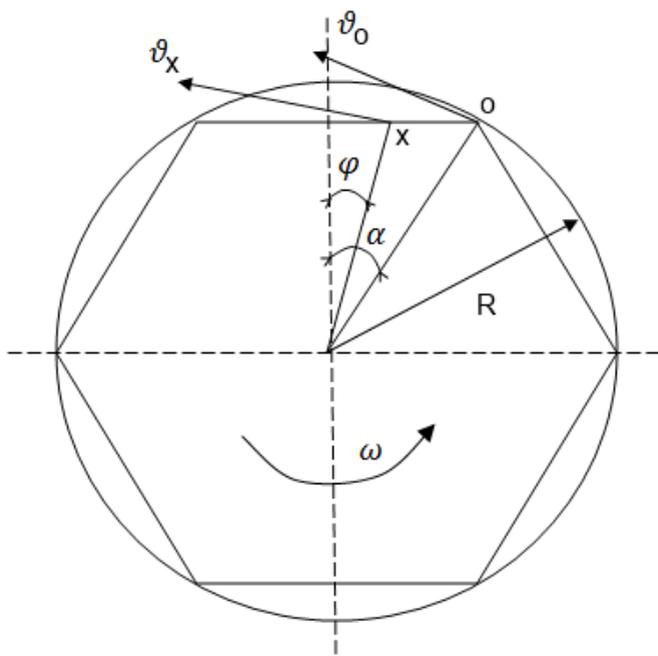


Рис. 12. Схема расчёта линейной скорости

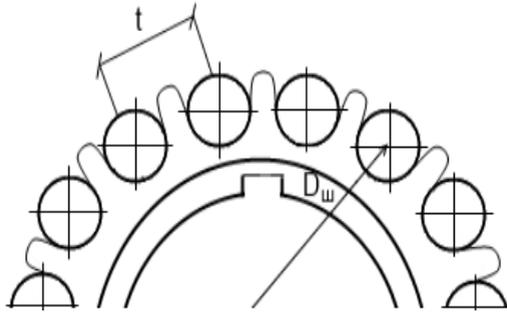


Рис. 13. Схема звёздочки для пластинчатой цепи

Расчет:

1. Предварительное тяговое усилие цепи (2 несущие цепи).

$$F_T = N_{\text{п}} \cdot G_a \cdot f_{\text{тр}} \cdot \varphi_{\text{п}}, \quad \text{Н}$$

где: $N_{\text{п}}$ - количество постов;
 $f_{\text{тр}}$ - коэффициент сопротивления качению;
 $\varphi_{\text{п}}$ - коэффициент одновременности передачи усилия.

2. Выбор цепи:

ГОСТ 588-74 "Роликовые пластинчатые цепи".

Модель цепи:

Ширина: t , мм.

Нагрузка: Q , кН.

Масса цепи: $m_{\text{п}}$, кг.

Направляющие: швеллер №12, ГОСТ 8240-72.

3. Длина линии обслуживания.

$$L_{\text{п}} = N_{\text{п}} \cdot L_a + a(N_{\text{п}} - 1), \quad \text{м}$$

где: L_a - длина авто;
 a - расстояние между постами.

4. Длина первой цепи.

$$L_{ц} = 2 \cdot L_{п}, \text{ м.}$$

5. Сила трения в направляющих цепи.

$$F_{ц} = G_{ц} \cdot f, \text{ Н.}$$

6. Статическая тяговая нагрузка на цепи.

$$P_{ст} = F_{т} \cdot F_{ц}, \text{ Н.}$$

7. Диаметр начальной окружности при числе зубьев Z .

$$D_o = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{Z}\right)}, \quad \text{Н}$$

8. Расчёт приведённой массы.

Масса транспортируемая первой цепью:

$$m_{\Sigma} = \frac{N_{п} \cdot m_a}{2}, \quad \text{кг}$$

$$M = m_{\Sigma} + 1,5 \cdot 8,76 \cdot (2 \cdot L_{п} + b),$$

где $1,5$ - коэффициент приведения цепи;
 b - длина сбега цепи 4 м.

9. Динамическая нагрузка на цепь.

$$P_{дин} = \frac{M \cdot v_0^2 \cdot 60}{Z^2 \cdot 0,4}, \quad \text{Н}$$

v_0 - скорость конвейера, м/с.

10. Полная нагрузка на цепь.

$$S_p = P_{ст} + P_{дин}, \text{ Н.}$$

Сравнение:

$$P_p > S_p \cdot k.$$

11. Сопротивление тягового органа вследствие трения в подшипниках.

$$W_{зв} = S_p \cdot (1 - \eta), \text{ Н.}$$

12. Расчётное усилие на выходном валу редуктора при установившемся движении.

$$P_{ц} = (S_p - W_{зв}) \cdot 2, \text{ Н.}$$

13. Сила инерции при пуске.

$$P_{ин} = 2 \cdot M \cdot N_0 / \varphi_n, \text{ Н.}$$

14. Суммарное усилие на тяговом органе в период пуска.

$$P_{пуск} = P_{ц} + P_{ин}, \text{ Н.}$$

Вывод: Указываются основные расчётные показатели по всем элементам конвейера. Определив усилие в период установившегося движения и усилие во время пуска можно определить мощность двигателя и выбрать тип двигателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев А.С.* Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учеб. пособие для студентов по направлению подгот. бакалавриата 23.03.03 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" и специалитета по специальности 23.05.01 "Автомобил. техника в трансп. технологиях" / А. С. Афанасьев. - СПб. : Свое изд-во, 2017.

2. *Гринцевич В.И.* Техническая эксплуатация автомобилей: технологические расчеты: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Красноярск : СФУ, 2011. — 194 с.

3. *Иванов В.П.* Оборудование автопредприятий [Электронный ресурс] : учеб. / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2014. — 302 с.

4. *Карманов К.Н.* Управление возрастной структурой автомобильного парка: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / К.Н. Карманов, А.Н. Мельников, И.Х. Хасанов. — Электрон. дан. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 131 с.

5. *Красовский В.Н.* Системное проектирование технологических процессов централизованного ремонта агрегатов автомобилей по техническому состоянию: монография [Электронный ресурс] : монография / В.Н. Красовский, В.А. Корчагин, В.В. Попцов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. — 152 с.

6. *Мерданов Ш.М.* Проектирование предприятий по эксплуатации и ремонту машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ш.М. Мерданов, В.В. Шефер, В.В. Конев. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. — 244 с.

7. *Малкин В.С.* Техническая диагностика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 272 с.

8. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В. Яблонский [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с.

9. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В. Яблонский [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с.

10. *Поливаев О.И.* Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016.

11. *Раков В.А.* Эксплуатация и обслуживание автомобилей с гибридными силовыми установками: монография [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 143 с.

12. Техническая эксплуатация автомобилей, ч. 1 [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.: Ю. Н. Кацуба, А. В. Терентьев. СПб. : Изд-во СЗТУ, 2010. - 109 с.

13. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] : учеб. для вузов / [Е. С. Кузнецов и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 2001. - 534, [1] с. : граф., рис., табл., формы. - Библиогр.: с. 497-500. - ISBN 5-02-002593-3.

14. *Туревский И.С.* Техническое обслуживание автомобилей. Учеб пособие/ И.С. Туревский. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. – 432 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Указания к выполнению лабораторных работ.....	3
1.1. Техника безопасности в учебных лабораториях.....	3
1.2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	4
Лабораторная работа № 1 Расчет струйно-щеточной установки для мойки автомобиля.....	5
Лабораторная работа № 2 Расчет очистных сооружений...	8
Лабораторная работа № 3 Расчет конструкции винтового домкрата.....	12
Лабораторная работа № 4 Расчет конструкции гайковерта инерционно-ударного действия.....	16
Лабораторная работа № 5 Расчет транспортирующего цепного конвейера.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	26

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 23.03.03*

Сост. *Ю.Н. Кацуба*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
транспортно-технологических процессов и машин

Ответственный за выпуск *Ю.Н. Кацуба*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.06.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,6. Усл.кр.-отт. 1,6. Уч.-изд.л. 1,2. Тираж 100 экз. Заказ 610. С 222.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2