

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

**Проектування лопатевого насоса при роботі на забруднену воду з обґрунтуванням
вибору типу його проточної частини.**

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідро пневмоавтоматика»)

Виконавець роботи: Коломієць Валерія Андріївна

підпис, дата

Науковий керівник: Кондусь Владислав Юрійович

науковий ступінь, учене звання

Кондусь Владислав Юрійович

прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Суми 2021

Реферат

Пояснювальна записка складається з: 46 с., 13 рисунків, 1 таблиця, 11 літературних джерел.

Темою бакалаврської роботи є – «Проектування лопатевого насоса при роботі на забруднену воду з обґрунтуванням вибору типу його проточної частини.».

Графічні матеріали: насос СВН складальне креслення (A2×3), колесо робоче A2, відділ кільцевий теоретичне креслення A2, агрегат електронасосний АСВН монтажне креслення A1×2.

Метою є розробка лопатевого насоса з обґрунтування вибору типу його проточної частини на параметри: подача $Q = 50 \text{ м}^3/\text{год}$; напір $H = 32 \text{ м}$, густина рідини $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$.

Відповідно до поставленої мети:

- обґрунтовано вибір конструктивної схеми насоса;
- наведено опис конструкції;
- виконано гідравлічні розрахунки;
- обрано тип кінцевого ущільнення;
- підібрано двигун насоса;
- визначена працездатність складальних одиниць і деталей насоса (вала, шпонкового з'єднання).

В економічній частині проаналізовано дослідження ринку збуту за даним видом обладнання.

У розділі охорони праці розписано навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проходить.

Зміст

Реферат	Ошибка! Закладка не определена.
Вступ.....	6
1. Обґрунтування вибору конструктивної схеми насоса	8
1.1 Відцентрові насоси та їх використання	12
2. Конструктивні розрахунки проточної частини насоса (визначення основних геометричних параметрів проточної частини).....	15
2.1 Вихідні дані для розрахунку	15
2.1.1 Визначення геометричних параметрів входу у робоче колесо	18
2.1.2 Визначення діаметра вала робочого колеса	17
3. Розрахунок сил , які діють на ротор (визначення осьової та радіальної сил).....	20
3.1 Визначення осьової сили.....	20
3.2.Визначення радіальної сили.....	21
4. Розрахунки насоса на кавітацію	23
5. Визначення роботоздатності складальних одиниць та деталей насоса.....	26
5.1 Розрахунок шпонкових з'єднань	26
5.2 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з напівмуфтою	29
6. Вибір кінцевих ущільнень	33
7. Розрахунки з вибору електродвигуна	36
8. Охорона праці	39
8.1 Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проходить.....	39.
8.2 Вступний інструктаж.....	40
8.3 Первинний інструктаж.....	40
8.4 Вторинний інструктаж.....	41

					<i>131.03BP.100.00ПЗ</i>			
<i>И</i>	<i>Ли</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп</i>	<i>Д</i>	<i>Зміст</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лис</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	Коломієць							
<i>Провер.</i>	Кондусь						4	46
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.</i>	Алексеєнко							
<i>Утверд.</i>						<i>СумДУ ГМ 71-9</i>		

Вступ

Механізм для викачування чи накачування рідин та газів називається насосом. Це гідравлічна машина, яка перетворює механічну енергію двигуна в енергію потоку рідини, яка слугує щоб перемішувати та створювати напір рідин всіх його видів, рідини з твердими і абразивними речовинами або зріджених газів.

Самими популярними насосами приймаються відцентрові. Це лопатеві насоси, що діють за допомогою відцентрових сил і в ньому рідина поступає через вхідний патрубок потрапляючи в корпус проходить через робоче колесо яке в свою чергу відцентровою силою відштовхує дану рідину від центра до периферії. В свою чергу тиск збільшується і рідина потрапляє до вихідного патрубка.

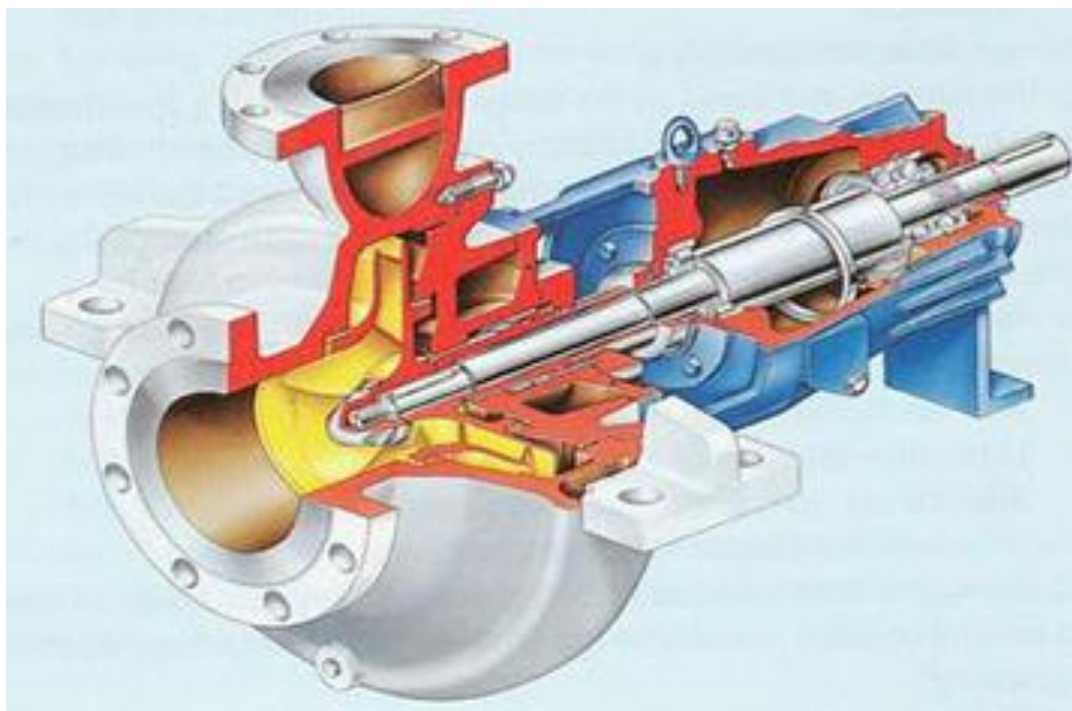


Рисунок 1 – Схема відцентрового насоса на зрізі

Робота насоса характеризується його подачею, напором, потужністю, ККД і частотою обертання.

За принципом роботи поділяються на динамічні та на об'ємні.

Динамічними є ті в яких рідини за рахунок гідравлічних сил переміщується в

										Л
										6
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

131.03ВР.100.00ПЗ

1. Обґрунтування вибору конструктивної схеми насоса

Завданням для дипломного проекту було: проектування лопатевого насоса при роботі на забруднену воду з обґрунтуванням вибору типу його проточної частини. Тому проаналізувавши який насос обрати я зробила висновок , що більш за все підійде насос СВН.

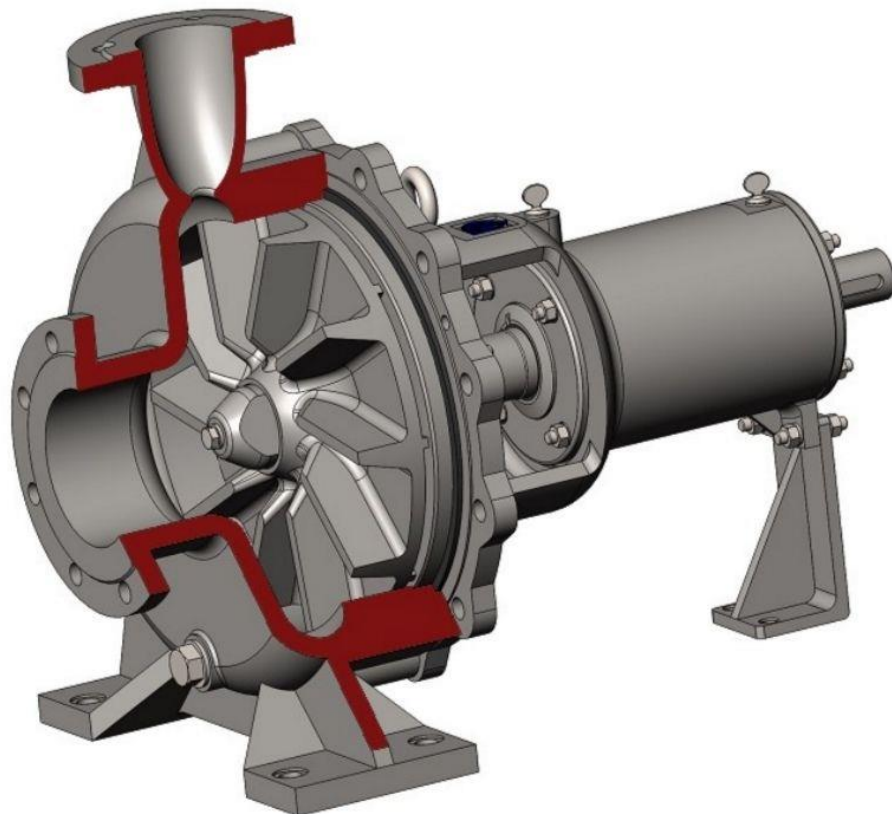


Рисунок 2 – Конструкція вільновихрового насос

Адже конструкція СВН з особливою проточною частиною є найефективнішою в порівнянні з іншими типами насосів при перекачуванні рідин з різними домішками. Насоси вільновихрового типу широко застосовуються в господарстві для перекачування фекальних рідин, ґрунтових і стічних вод, в сільському господарстві для гідротранспорту органічних добрив, картоплі, фруктів, в харчовій промисловості для перекачування

									Л
									8
И	Л	№ докум.	Подп	Д				131.03ВР.100.00ПЗ	

з внутрішньої порожнини насоса перед ревізією або ремонтом . У кришці підшипника з боку кришки нагнітання змонтовано датчик осьового зсуву ротора для контролю ступеня зносу кілець пристрою розвантаження.

					131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д		11

при $\bar{B}/\bar{b}_2 = 0,26 / 0,17 = 1,53$; $F_2 = 2,11$.

Розрахуємо діаметр робочого колеса D_2 :

$$D_2 = \frac{A}{n} \cdot \sqrt{H}.$$

Для вирішення цієї формули необхідно знайти A за формулою:

$$A = \left[\frac{\eta_{\text{мех}}}{K \cdot \eta \cdot F_1 \cdot F_2} \right]^{1/2}$$

Приймаємо $\eta_{\text{мех}} = 0,96$;

$$A = \left[\frac{0,96}{7,023 \cdot 10^{-3} \cdot 0,53 \cdot 0,019 \cdot 2,11} \right]^{1/2} = 80,2,$$

тоді

$$D_2 = \frac{80,2}{3000} \cdot \sqrt{32} = 0,15 \text{ м} = 150 \text{ мм}.$$

Розраховуємо абсолютні розміри робочого колеса:

$$\begin{aligned} D_1 &= \bar{D}_1 \cdot D_2; & D_1 &= 0,2 \cdot 150 = 30 \text{ мм}; \\ b_2 &= \bar{b}_2 \cdot D_2; & b_2 &= 0,17 \cdot 150 = 25,5 \approx 25 \text{ мм}; \\ \delta &= \bar{\delta} \cdot D_2; & \delta &= 0,02 \cdot 150 = 3 \text{ мм}. \end{aligned}$$

З урахуванням перекачування твердих абразивних частинок округляємо δ до 5 мм.

Знайдемо ширину вільної камери:

$$B = \bar{B} \cdot D_2 = 0,26 \cdot 150 = 39 \approx 40 \text{ мм}$$

Так як у нас кільцевий відвід основні геометричні розміри його такі:

$$\begin{aligned} D_3 &= D_2 + B; & D_3 &= 150 + 40 = 190 \text{ мм}; \\ D_B &= B = 40 \text{ мм}. \end{aligned}$$

2.1.1 Визначення геометричних параметрів входу у робоче колесо

										Л
										18
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

Вихначаємо діаметр входу в насос:

Коефіцієнт вхідної швидкості:

$$K_{V_0} = (0,2 - 0,25) \cdot (n_s / 100)^{2/3},$$

$$K_{V_0} = 0,225 \cdot (96 / 100)^{2/3} = 0,22.$$

Швидкість у вхідному патрубку:

$$V_0 = K_{V_0} \cdot \sqrt{2gH},$$

$$V_0 = 0,22 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 32} = 5,5 \text{ м/с.}$$

Діаметр входу:

$$D_0 = \sqrt{4 \cdot Q / \pi \cdot V_0},$$

$$D_0 = \sqrt{4 \cdot (0,01389 / 3,14) \cdot 5,5} = 0,55 \text{ м.}$$

Приймаємо до стандартних розмірів труб діаметр $D_0 = 65 \text{ мм}$.

Умова виконується, адже $D_0 \geq B$.

Діаметр всмоктувального і напірного патрубків приймають відповідно до ГОСТ 27854 - 88 "Насоси динамічні. Ряди основних параметрів":
 $D_{ВХ} = 65 \text{ мм}$; $D_{Н} = 50 \text{ мм}$.

2.1.2 Визначення діаметра вала робочого колеса

Мінімальний діаметр валу насоса:

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{N}{n} \cdot \frac{48960}{[\tau_{кр}]}};$$

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{8,64}{3000} \cdot \frac{48960}{45 \cdot 10^6}} = 0,015 \text{ м.}$$

Матеріал вала: Сталь45, $[\tau_{кр}] = 45 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

									Л
									19
И	Л	№ докум.	Подп	Д					

131.03ВР.100.00ПЗ

3. Розрахунок сил, що діють на ротор (визначення осьової і радіальної сил)

3.1 Визначення осьової сили

Вихідні дані: подача $Q = 50 \text{ м}^3 / \text{год}$; напір $H = 32 \text{ м}$; частота обертання насоса $n = 3000 \text{ об/хв}$; густина рідини $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$. Коефіцієнт швидкохідності насоса при частоті обертання $n = 3000 \text{ об/хв}$: $n_s = 96$

Визначаємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{nD_2^2}{\nu},$$
$$Re = \frac{3000 \cdot 0,15^2}{60 \cdot 1,79 \cdot 10^6} = 628491,$$

де $\nu = 1,79 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$ - кінематичний коефіцієнт в'язкості води при 0° С .

Так як отримане число Рейнольдса входить в $0,4 \cdot 10^6 \leq Re \leq 1,3 \cdot 10^6$ то для розрахунку β і ψ_z використовуємо формули:

$$\beta = 0,407 + \frac{0,361 \cdot 10^6}{Re};$$
$$\beta = 0,407 + \frac{0,361 \cdot 10^6}{0,628 \cdot 10^6} = 0,98;$$
$$\psi_r = -0,105 + \frac{0,511 \cdot 10^6}{Re};$$
$$\psi_z = -0,105 + \frac{0,511 \cdot 10^6}{0,628 \cdot 10^6} = 0,71.$$

Приймаємо $\bar{R}_{\text{от}} = R_I = 30 \text{ мм}$.

									Л
									20
И	Л	№ докум.	Подп	Д					

131.03ВР.100.00ПЗ

Кутова швидкість обертання РК:

$$\omega = \frac{\pi n}{30};$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ с}^{-1}.$$

Розраховуємо відносний радіус втулки РК:

$$\bar{R}_{em} = \frac{R_{em}}{R_2};$$

$$\bar{R}_{em} = \frac{30}{150} = 0,2.$$

$K=486$ відповідно до рисунка 4.3, ст.83 посібника Германа.

Визначаємо результуючу осьову силу за формулою:

$$A = \pi \rho g H \left[\beta (R_2^2 - R_{em}^2) - \psi (R_2^2 - R_1^2) \right] - \frac{\pi}{4} k^2 \rho R_2^4 \omega^2 (1 - \bar{R}_{em}^2)^2;$$

$$A = 3,14 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot 32 \left[0,98(0,075^2 - 0,03^2) - 0,71(0,075^2 - 0,03^2) \right] - \frac{3,14}{4} \cdot 0,486^2 \cdot 1050 \cdot 0,075^4 \cdot 314^2 (1 - 0,2^2)^2 = 682,3 \text{ Н}.$$

3.2.Визначення радіальної сили

Виконуємо розрахунок для оптимальної роботи насоса з кільцевим відводом за формулою (ст.92 посібника Германа):

$$R = k_R \left(\frac{Q}{Q_{opt}} \right) \rho g H D_2 b_{2Д},$$

$$\text{де } b_{2Д} = b_2 + 0,05 = 0,17 + 0,05 = 0,22$$

					131.03BP.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д		21

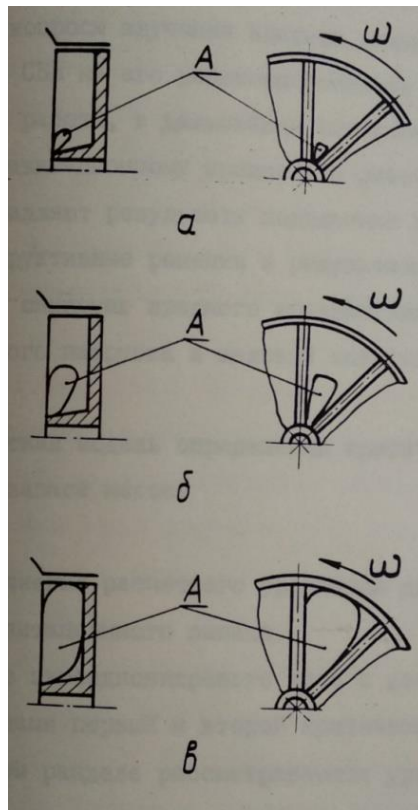


Рисунок 8 – розвиток кавітації в насосі СВН

На рисунку 8 показано розвиток кавітації в насосі СВН.

Є три стадії:

1. Стадія на якій кавітації немає.
2. Стадія на якій вже є бульбашки, порожнини.
3. Та стадія де частина порожнини робочого колеса заповнюється парою і руйнує деталь.

Отже, розрахуємо насос на кавітацію:

При $Z = 8$ знаходимо кавітаційний коефіцієнт швидкохідності (за рис.6.3 за посібником Германа) $C = 860$.

Критичний кавітаційний запас розраховують за формулою (ст.99 посібника Германа):

$$\Delta h_{кр} = 10 \cdot \left(\frac{n \cdot \sqrt{Q}}{C} \right)^{4/3},$$

						131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д			24

$$\Delta h_{кр} = 10 \cdot \left(\frac{3000 \cdot \sqrt{0,1389}}{860} \right)^{4/3} = 3,06 м.$$

Визначаємо допустимий кавітаційний запас по формулі (на ст.101 посібника Германа):

$$\Delta h_{доп} = (1,1 - 1,3) \Delta h_{кр},$$

$$\Delta h_{доп} = 1,2 \cdot 3,06 = 3,67 м.$$

Допустиму висоту всмоктування розраховуємо за формулою:

$$h_{вс} = \frac{P_a}{\rho g} - \frac{P_{п}}{\rho g} - \Delta h_{доп} - \Sigma h_{вс},$$

$$h_{вс} = \frac{100000}{1050 \cdot 9,81} - \frac{2400}{1050 \cdot 9,81} - 3,67 - 1,26 = 4,54 м.$$

										Л
										25
И	Л	№ докум.	Подп	Д	131.03ВР.100.00ПЗ					

5. Визначення роботоzдатності складальних одиниць та деталей насоса (розрахунок реакцій на опорах вала; розрахунок шпонкових з'єднань)

5.1 Розрахунок шпонкових з'єднань

Вихідні дані для розрахунку:

- матеріал вала - Сталь 40Х;
- матеріал шпонки – Сталь 45.

Розміри шпонки під робочим колесом $b = 5$ мм - ширина шпонки;

$h = 5$ мм - висота шпонки;

$l = 30$ мм - довжина шпонки

Під час розрахунку шпонкового з'єднання вала з колесом визначається напруження на зминання, МПа:

$$\sigma_{зм} = \frac{2M_{max}}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)}$$

де $t_1 = 3$ мм – глибина паза вала;

$d = d_k$ – діаметр вала, мм;

M_{max} - підставляється в Н·м;

l_p – робоча довжина шпонки, мм:

$$M_{max} = \frac{N_{max}}{\omega},$$

де N_{max} – максимальна потужність насоса, Вт:

$$N_{max} = N_{дв}$$

$$N_{дв} = 10,4 \text{ кВт}$$

Звідси:

$$M_{max} = \frac{10,4 \cdot 10^3}{314} = 33,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Робоча довжина шпонки:

									Л
									26
И	Л	№ докум.	Подп	Д					

131.03ВР.100.00ПЗ

$$l_p = l - b.$$

$$l_p = 30 - 5 = 25 \text{ мм}$$

Напруження на зминання в шпонці складає:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 33,1}{0,015 \cdot 0,025 \cdot (0,05 - 0,03)} = 8,83 \cdot 10^6 \text{ Па} = 8,83 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження на зминання:

$$[\sigma_{зм}] = 0,56 \cdot \sigma_{0,2}$$

де $\sigma_{0,2} = 340 \text{ МПа}$ - межа текучості матеріалу шпонки.

Таким чином, допустиме напруження на зминання в шпонці рівне:

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot 340 = 190,4 \text{ МПа}$$

При розрахунку на зминання повинна виконуватися умова:

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}].$$

$$\sigma_{зм} = 8,83 \text{ МПа} < 190,4 \text{ МПа}$$

Таким чином, умова розрахунку на зминання шпонки виконується.

Перевірка шпонки на зріз, МПа:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot M_{\max}}{d \cdot l \cdot b}.$$

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 33,1}{0,015 \cdot 0,03 \cdot 0,005} = 29,4 \cdot 10^6 \text{ Па} = 29,4 \text{ МПа}$$

При розрахунку шпонки на зріз повинна виконуватися умова:

$$\tau_{зр} \leq [\tau_{зр}].$$

де:

$$[\tau]_{зр} \approx 0,6[\sigma]_{зм}$$

Таким чином:

$$[\tau]_{зр} \approx 0,6 \cdot 190,4 = 114,24 \text{ МПа}$$

Звідки напруження на зріз в шпонці:

$$\tau_{зр} = 29,4 \text{ МПа} < 114,24 \text{ МПа}$$

										Л
										27
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

131.03ВР.100.00ПЗ

Умова розрахунку шпонки на зріз виконується.

Отже, шпонка підібрана правильно.

					131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д		28

5.2 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з напівмуфтою

Вихідні дані для розрахунку:

- матеріал вала - Сталь 40Х;
- матеріал шпонки – Сталь 45.

Розміри шпонки під робочим колесом $b = 12$ мм - ширина шпонки;

$h = 8$ мм - висота шпонки;

$l = 50$ мм - довжина шпонки

Під час розрахунку шпонкового з'єднання вала з колесом визначається напруження на зминання, МПа:

$$\sigma_{зм} = \frac{2M_{\max}}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)}$$

де $t_1 = 5$ мм – глибина паза вала;

$d = d_k$ – діаметр вала, мм;

M_{\max} - підставляється в Н·м;

l_p – робоча довжина шпонки, мм:

$$M_{\max} = \frac{N_{\max}}{\omega},$$

де N_{\max} – максимальна потужність насоса, Вт:

$$N_{\max} = N_{дв}$$

$$N_{дв} = 10,4 \text{ кВт}$$

Звідси:

$$M_{\max} = \frac{10,4 \cdot 10^3}{314} = 33,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Робоча довжина шпонки:

$$l_p = l - b.$$

$$l_p = 50 - 12 = 38 \text{ мм}$$

									Л
									29
И	Л	№ докум.	Подп	Д					

131.03ВР.100.00ПЗ

Отже, шпонка підібрана правильно.

5.3 Розрахунок реакцій на опорах вала

При роботі насоса в робочому колесі виникає неврівноважена радіальна сила $R_1 = R$, що сприймається підшипниками насоса, в результаті чого в опорах виникають реакції (R_2, R_3).

Реакції в опорах можна знайти використовуючи рівняння моментів відносно т. В і т. С.

Рівняння моментів відносно т. С:

$$\sum M_C = R_1(l_1 + l_2) - R_2l_2;$$

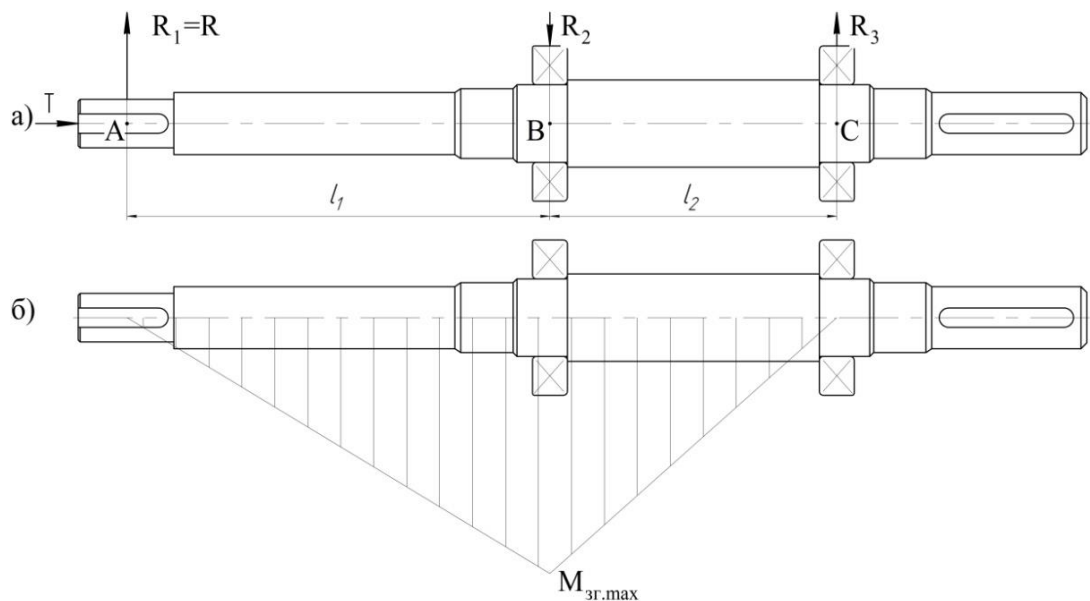


Рисунок 9 - Вал насоса:

а) схема навантаження; б) епюра згинальних моментів

З наведеного рівняння можна знайти величину R_2 , Н:

$$R_2 = \frac{R_1(l_1 + l_2)}{l_2};$$

Звідки:

										Л
										31
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

$$R_2 = \frac{75 \cdot (82 + 94)}{94} = 140 \text{ Н}$$

Рівняння моментів відносно т. В:

$$\sum M_B = R_1 l_1 - R_3 l_2;$$

З наведеного рівняння можна знайти величину R_3 , Н:

$$R_3 = \frac{R_1 l_1}{l_2};$$

Таким чином:

$$R_3 = \frac{75 \cdot 82}{94} = 65 \text{ Н};$$

									Л
									32
И	Л	№ докум.	Подп	Д	131.03ВР.100.00ПЗ				

6. Вибір кінцевих ущільнень

В якості кінцевого ущільнення обираємо сальникове ущільнення. Це ущільнення добре підійде для нашого одноступеневого насосу, адже це ущільнення підходить для будь-якої швидкості вала. У нас швидкість обертання 3000 об/хв. Самою популярною моделлю є щільнювачі з мастилом з силікону. Витримують навіть великі температури, що є дуже ефективно. При обробленні спеціальною рідиною волокон дозволяється використовувати його для перекачування агресивних середовищ.

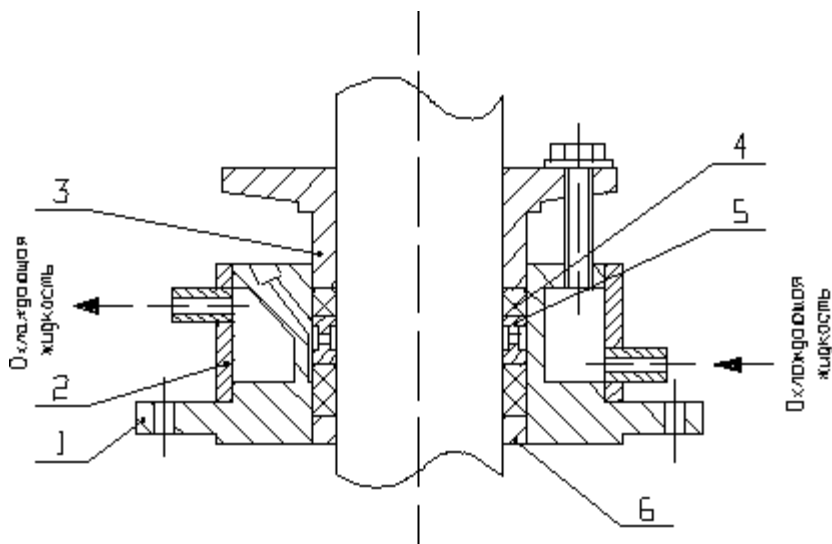


Рисунок 10 - конструкция сальникового ущільнення

Складається сальникове ущільнення (рис.10) з :

1. Корпус.
2. Рубашка.
3. Зажимна втулка.
4. Набивка(рис.11).
5. Масильне кільце.
6. Упорне кільце(рис.12).



Рисунок 11 – набивка сальника



Рисунок 12 – ущільнювальне кільце(прокладка, сальник)

Товщина кільця набивки сальника, мм:

$$S = \sqrt{d};$$

Де d – діаметр посадочного місця набивки сальника, мм.

Тоді:

$$S = \sqrt{25} = 5 \text{ мм};$$

Приймаємо $S = 5$ мм.

Довжина сальникового ущільнення, мм:

$$L = i \cdot S,$$

де $i = 4 \div 6$ – кількість кілець набивки, шт.

Приймаємо $i = 4$ шт.

$$L = 4 \cdot 5 = 20 \text{ мм.}$$

Втрати потужності в сальнику:

$$N_c = \omega \cdot \pi \cdot r^2 \cdot S \cdot p_0 \cdot \frac{\mu_1}{\mu_2} \left(e^{-2\mu_2 \frac{L}{S}} - 1 \right);$$

де $r = \frac{d_{\text{вт}}}{2} + 0,7$ - радіус захисної втулки, см;

$\mu_1 = 0,01 \div 0,02$ - коефіцієнт тертя набивки по поверхні захисної втулки;

$\mu_2 \approx 0,5$ - коефіцієнт тертя набивки по поверхні корпуса;

$L = 2$ см;

$S = 0,5$ см;

$p_0 = 1,02 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$;

Таким чином:

$$r = \frac{2,5}{2} + 0,7 = 1,95 \text{ см}$$

Звідси:

$$N_c = 317 \cdot 3,14 \cdot 1,95^2 \cdot 0,5 \cdot 1,02 \cdot \frac{0,015}{0,5} \cdot \left(e^{-2 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{0,5}} - 1 \right) = 56,7 \text{ Вт};$$

										Л
										35
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

131.03ВР.100.00ПЗ

7. Розрахунки з вибору електродвигуна

Визначаємо потужність насоса робочого режиму і підбираємо електродвигун за формулою:

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \cdot \eta};$$
$$N = \frac{1050 \cdot 9,81 \cdot 0,01389 \cdot 32}{1000 \cdot 0,53} = 8,64 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна:

$$N_{\text{эд}} = k \cdot N,$$

де k – коефіцієнт запаса ($k = 1,2$).

$$N_{\text{эд}} = 1,2 \cdot 8,64 = 10,4 \text{ кВт.}$$

З урахуванням вказівок (за книгою Чернявського ст.390) обираємо електродвигун 4А132М2 з потужністю 11 кВт, синхронною частотою обертання 3000 об/хв ковзанням s , 2,3% та відношенням величини пускового і номінального обертового моменту .

Розшифровка позначення 4А132М2:

1. 4 - порядковий номер серії
2. А – тип електродвигуна
3. 132 – умовний габарит
4. М – довжина сердечника
5. 2 – число парполюсів

						131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д			36



Рисунок 13 - загальний вид електродвигуна 4A132M2

Для електродвигунів 4А, 4АМ, АОЗ характерні надійний корпус, товста мідь обмотки статора, високий сервіс-фактор. При грамотній підготовці вони з легкістю дадуть фору новим серії АІРам. В Україні є дуже популярними.

Характеристика електродвигуна 4А132М2 :

- Кількість фаз 3
- Потужність електродвигуна 11 кВт (11000вт)
- Обертання 3000 об / хв
- Номінальний струм 4АМ132М2 А
- Робочий температурний режим встановлюється досить швидко
- Звукова потужність Дб
- Можливий в застосуванні в помірних і холодних кліматичних умовах

										Л
										37
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

131.03ВР.100.00ПЗ

Таблиця 1 – параметри електродвигуна

Тип електродвигуна	4A132M2
Номінальна потужність	11 кВт
Номінальна частота обертання, об/хв	3000
Номінальний струм	20 А
ККД, %	88
Напруга живлення	Трифазне, 380/660 вольт
Співвідношення моментів струму $M_{п} / M_{н}$	2,1
Співвідношення моменту сили $M_{max} / M_{н}$	2,2
Відношення струму $I_{п} / I_{н}$	6,9
Момент інерції $кг \cdot м^2$	4,82
Діаметр вала, мм	38
Маса двигуна, кг	90

					<i>131.03BP.100.00P3</i>	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д		38

8. Охорона праці

Навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проходить.

Навчання працівників повинно передбачати:

- а) навчання посадових осіб і робітників у науково-інформаційних центрах і навчальних закладах;
- б) навчання працівників при підготовці, перепідготовці чи при отриманні нової професії та підвищенні кваліфікації в навчальному закладі;
- в) підвищення кваліфікації фахівців на семінарах, курсах, у науково-інформаційних центрах та навчальних закладах;
- г) спеціальне навчання працівників, що виконують роботу з підвищеною небезпекою;
- д) усі види інструктажів з охорони праці.

Саме на роботодавця покладається організація та здійснення навчання працівників з питань охорони праці на підприємстві. В той час коли в структурних підрозділах покладається на керівників цих підрозділів.

А за навчанням та перевіркою знань працівників з питань охорони праці виконують контроль працівники служби охорони праці.

Проведення інструктажів є одним з основних методів навчання на виробництві. Інструктаж з безпеки праці несе за собою безперервний багаторівневий характер та проводиться на підприємствах усіх галузей промисловості.

Звісно, всі працівники, під час прийняття на роботу та періодично, зобов'язані проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж ті ін.

Інструктажі з питань охорони праці поділяються на:

- вступний,
- первинний на робочому місці,
- вторинний(або повторний),
- позаплановий,
- цільовий.

						131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д			39

Вступний інструктаж

Вступний проводиться з:

усіма працівниками, що приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи чи посади;

працівниками інших організацій, що прибули на дане підприємство і беруть участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;

екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Цей інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці або іншим фахівцем відповідно до розпорядження по підприємству, який в установленому Типовим положенням порядку проходів навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Даний інструктаж проводиться або в кабінеті охорони праці, або в приміщенні, яке спеціально для цього підготовлено, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, зроблених службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджуються керівником цього підприємства.

Про проведення вступного інструктажу запис робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці, який зберігається службою охорони праці або працівником, який відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у наказі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж.

Проводиться первинний інструктаж, звісно, до початку роботи на робочому місці з працівником:

- який є новоприйнятим на підприємство, постійно чи тимчасово, або до фізичної особи, що використовує найману працю;

- що переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;

- що буде робити нову роботу, яку раніше ще не виконував;

- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

									Л
									40
И	Л	№ докум.	Подп	Д				131.03ВР.100.00ПЗ	

-до початку трудового або професійного навчання;

-перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Цей інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально або з групою людей одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Вторинний інструктаж.

Вторинний інструктаж на робочому місці проводиться індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують роботи одного типу, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Даний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно-правовими актами з охорони праці, які діють у галузі, або з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

на роботах з підвищеною небезпекою - раз за квартал;

для решти робіт - раз на пів року.

Позаплановий інструктаж.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або ж в кабінеті охорони праці при:

а)введенні нових чи проглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні до них змін й доповнень;

б)зміні технологічного процесу, або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів тощо, які впливають на охорону праці;

в)порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж а ін.;

г)перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для інших робіт - понад 60 днів.

Позаплановий інструктаж з учнями, студентами, курсантами, слухачами проводиться під час проведення трудового і професійного навчання при порушеннях ними вимог нормативно - правових актів з охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Цей інструктаж може проводитись індивідуально з окремим працівником чи групою працівників одного фаху.

								131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д					41

Цільовий інструктаж.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при:

- ліквідації аварії або ж стихійного лиха;
- проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Від виду робіт, що виконуватимуться залежить зміст та обсяг даного інструктажу.

Всі ці інструктажі(первинний, повторний, позаплановий і цільовий) завершуються перевіркою знань. Проходить усне опитування за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці, особою, яка проводила інструктаж.

У разі незадовільних результатах перевірки знань, умінь та навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів протягом десяти днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань.

У разі при незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому в жодному разі не дозволяється.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та їх допуск до роботи, особа, яка проводила інструктаж, уносить запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів не обов'язково.

												Л
												42
И	Л	№ докум.	Подп	Д								

131.03ВР.100.00ПЗ

9. Економічна частина

Дослідження ринку збуту за даним видом обладнання.

Вільно-вихрові моделі насосів останнім часом є дуже розповсюдженими та набираються попиту. Працюють навіть з сильно забрудненими речовинами. Використовують там де потрібно забезпечити великий напір води при малих об'ємах води. Має багато плюсів перед іншими видами гідравлічних машин.

Для перекачування середовища з різних водойм з резервуарів, переміщенні газоподібних речовин, підйому води з свердловин використовуються саме гідравлічний пристрій цього виду. Вони є економічними, більш-менш зносостійкими, стійкі при кавітації, ремонт деталей обходиться дешевше, адже конструкція простіше ніж в інших насосах.

Насоси даного типу мають гарний попит як і в господарській сфері так і в виробництві.

Насоси даного типу мають кілька областей:

- цим обладнанням, зокрема, оснащують АЗС та паливозаправну техніку, використовуювану на аеродромах і в аеропортах;

- оснащують системи водозабезпечення житлових зон;

- насосними установками вихрового типу оснащуються невеличкі насосні станції, які працюють в автоматичному режимі;

- за допомогою насосних установок на підприємствах хімічної промисловості перекачують кислоти та інші агресивно рідкі середовища;

- в якості компресора зниженого тиску;

- цими пристроями, які виступають у функції живильних насосів, оснащують малопотужні котельні установки.

Гідравлічні машини з даними механізмом використовуються в якості вакуумних насосів.

Дані машини використовуються на очисних спорудах та каналізаційних насосних станціях, в хімічній та цукрової промисловості, в агропромисловому комплексі, житловокомунального господарства, обробленні дерева, харчової промисловості, у рибному господарстві та ін.

Порівняно з відцентрово – вихровими гідромашинами, вихрові аналоги мають велику кількість переваг:

- Здатність самостійно всмоктувати рідини.

- Тиск, що створюється в процесі значно більший (в 3 – 7 разів) при тому, що параметри однакові (розмір коліс та частота обертання).

- Спрощена конструкція насосу. Наслідком чого є економія на ремонт деталей.

										Л
										43
И	Л	№ докум.	Подп	Д						

131.03BP.100.00ПЗ

-Рідина насичена газами може передаватися. В той час коли інші насоси набагато гірше реагують на таку рідину.

-Працюють навіть при кавітації.

Але звісно є і свої недоліки . Головний мінусом є невелике ККД, яке в робочому режимі до 45%. Ще є недоліком недоцільність користування вихрових агрегатів для перекачування води з абразивними фрагментами, так як в такому випадку падає тиск,ККД та швидко зношується внутрішні деталі.

					131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д		44

Висновки

Підводячи підсумки бакалаврської роботи «Проектування лопатевого насоса при роботі на забруднену воду з обґрунтуванням вибору типу його проточної частини», з вихідними даними: подача $Q = 50 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $= 32 \text{ м}$, густина рідини $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$, був розроблений насос СВН. Було розраховано: конструктивні розрахунки проточної частини насоса (визначення основних геометричних параметрів проточної частини), сил, що діють на ротор (визначення осьової (682,3 Н) і радіальної сил(2175 Н)), відбулись розрахунки насоса на кавітацію, визначили роботоздатність складальних одиниць та деталей насоса (розрахунок реакцій на опорах вала, розрахунок шпонкових з'єднань), обрали кінцеві ущільнення (сальникове) та виконали розрахунки з вибору електродвигуна (трифазний 4А132М2). У розділі охорони праці було розглянуто питання щодо навчання працівників безпечних способів праці. Зміст та види інструктажів, хто і коли їх проходить. В економічній частині біло дослідження ринку збуту за даним видом обладнання.

										Л
										45
И	Л	№ докум.	Подп	Д	131.03ВР.100.00ПЗ					

Список літератури

1. В.Ф.Герман, И.А.Ковалев, А.И.Котенко учебное пособие «СВОБОДНОВИХРЕВЫЕ НАСОСЫ». – Суми: Сумський державний університет, 2013.
2. Колісніченко Е.В., Панченко В.О. Методичні вказівки до виконання курсового проекту зі спеціальності «Розрахунок та проектування консольного насоса з використанням теорії подібності». – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 37 с.
3. Чернавский А.С. «Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие» / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин, Г.М. Ицкович, В.П. Козинцев – 3-е изд. Стереотипное. Перепечатка с издания 1987 г. – М.: ООО ТИД «Альянс», - 2005. – 416 с.
4. Електродвигуни [Електронний ресурс]–
Режим доступу:
<https://xn--80aqy.com.ua/elektrodivigateli-4a-i-4am/>
5. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы / Ломакин., 1966. – 364 с.
6. Кондусь В. Ю., Котенко О.І. Лопатеві насоси / Кондусь В. Ю., 2021.
7. Луговая С. О. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СМЕННЫХ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИ СОЗДАНИИ УНИФИЦИРОВАННОГО РЯДА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ / Луговая С. О., 2009.
8. ГОСТ 481-80 ПАРОНИТ И ПРОКЛАДКИ ИЗ НЕГО
<https://docs.cntd.ru/document/1200007613>
9. ГОСТ 8338-75 ПОДШИПНИКИ ШАРИКОВЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ОДНОРЯДНЫЕ.
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294821/4294821629.pdf>
- 10.ГОСТ 22032-76 ШПИЛЬКИ С ВВИНЧИВАЕМЫМ КОНЦОМ ДЛИНОЙ.
<https://docs.cntd.ru/document/1200020978>

						131.03ВР.100.00ПЗ	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д			46

11.ДСТУ ГОСТ 5152-84 НАБИВКИ САЛЬНИКОВЫЕ.

<https://docs.cntd.ru/document/1200008424>

					<i>131.03ВР.100.00ПЗ</i>	Л
И	Л	№ докум.	Подп	Д		46