инертной или восстановительной атмосферы, а также образовывать интерметаллические соединения типа Ca_2Sn , удаляющиеся в шлак. Хорошие результаты по удалению Pb, Zn, Sn дает обработка при повышенном давлении (до 10 Мпа) для предотвращения испарения кальция. При обработке под давлением применяют металлический Ca или покровный шлак на основе CaF_2 . Также возможно применение продувки жидкой стали аргонem с порошками кальция под восстановительным шлаком.

5. Вакуумирование жидкой стали. В этой технологии используется явление испарения цветных металлов в вакууме при повышенной температуре. Возможность и интенсивность испарения определяются давлением пара примеси над расплавом. Для испарения необходимо обеспечить глубокий вакуум и длительную выдержку, что в массовом производстве конечно трудно осуществимо и весьма затратно. На практике для обработки больших масс жидкой стали достаточно успешно применяется технология пульсационного вакуумирования, что обеспечивает дополнительное перемешивание расплава и интенсификацию процессов удаления примесей цветных металлов. Хорошую чистоту стали по примесям цветных металлов обеспечивает технология вакуумного переплава.

По мере развития технологии внепечной обработки стали появляются новые возможности и совершенствуются технологии рафинирования стали от примесей цветных металлов.

1. Кудрин, В.А. Внепечная обработка чугуна и стали / В.А. Кудрин – М.: Металлургия, 1992. – 336 с.
2. Гуляев, А.П. Металловедение: учеб. для вузов/ А.П. Гуляев. - 5-е изд., перераб. – М.: Металлургия, 1978. - 647 с.

Тойгамбаев С.К.

Передвижной канавный гидродъемник для проведения ремонтных работ

Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А.

Тимирязева

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-05-2020-46

idsp: ljjournal-05-2020-46

Аннотация

В статье представлена принципиальная передвижного канавного гидродъемника, предназначенный для вывешивания над осмотровой канавой или подъемником передних или задних мостов легковых автомобилей, а так же отдельных агрегатов автомобиля. Проведены расчеты режимов и прочностные расчеты отдельных деталей.

Ключевые слова: гидродъемник; каретка; подвижной; компоновка.

Abstract

The article presents the basic concept of a mobile ditch hydraulic lift, designed for hanging over the inspection ditch or lift front or rear axles of passenger cars, as well as individual units of the car. Mode calculations and strength calculations of individual parts were performed.

Keywords: hydraulic lift; carriage; movable; layout.

Передвижной канавный гидродъемник, предназначенный для вывешивания над осмотровой канавой или подъемником передних или задних мостов легковых автомобилей, а так же отдельных агрегатов автомобиля.

Подъемник монтируется в осмотровой канаве. Представляет собой гидроцилиндр с ручным приводом (для облегчения заменим электродвигателем). Механизм смонтирован на каретке, катки которой опираются на поперечные балки рамы тележки. Рама тележки устанавливается на направляющие швеллеры, закрепленные на продольных стенках канавы. Таким образом, механизм можно перемещать вдоль и поперек канавы. В зависимости от рода выполняемой работы, на плунжер подъемника насаживают либо захват, служащий для упора в ось (раму) автомобиля, либо универсальное быстро налаживаемое приспособление для удерживания агрегатов автомобиля. Прототипом послужила - модель П-113 передвижного канавного гидроподъемника приведен на рисунке 1. Технические требования: Конструкция подвижного канавного гидроподъемника должна обеспечивать его передвижение по длине и по ширине канавы, а также поднятие и опускание груза до 5,0 т, максимальным ходом плунжера – 340 мм. Конструкция технических составляющих гидравлической системы, электрооборудования и других составляющих частей должна производиться без демонтажа.

Рис. 1 Прототип - модель П-113 передвижного канавного гидроподъемника.

Условия эксплуатации: Передвижной канавный гидроподъемник используется внутри помещения. Требования безопасности: Конструкция и компоновка элементов гидроподъемника в части требований к безопасности должны соответствовать ГОСТ 12.2 820-88 "Требования к транспортировке, хранению и консервации". Исходные данные по автомобилю Зил 5301 «Бычок» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные по автомобилю Зил 5301 «Бычок».

Автомобиль	
Элемент автомобиля	Масса, кг
Мост передний	590
Мост задний	510
Колесо запасное	52
Агрегат	865
Водитель	75
Пассажир	75
Бензобак	275
База	2,42

Прочностной расчет исполнительного механизма:

Исходные данные: Нагрузка: $P = 5000 \cdot 9,81 = 49,05$ кН; Вылет (длина стержня): $l = 340$ мм; Материал: Ст.4; $E = 2,1 \cdot 10^6$ (кг/см²) – модуль продольной упругости материала для стали. Расчетная схема соответствует положению, при котором груз поднят на максимальную высоту. Схема модернизированного канавочного подъемника представлена на рисунках 2 и 3.

1. Определяем критическую силу рис. 4.:

$$P_k = P \cdot [n_y] \quad (1)$$

где $[n_y]$ – нормативный или требуемый коэффициент запаса по устойчивости.

Для стали $[n_y] = 1,8-3,0$; принимаем $[n_y] = 1,9$;

$$P_k = 49050 \cdot 1,9 = 93,2 \text{ (кН)}.$$

Рис. 2. Предлагаемый модернизированный канавочный подъемник. 1- опорная лапа, 2- рама опорных лап, 3- ролик – колесо, 4- направляющая рельса канавы, 5- рама подъемника, 6- канава, 7- гидроцилиндр.

Рис. 3. Канавочный подъемник в эксплуатации.

Тип подъемника: – передвижной, гидравлический, канавный;

Грузоподъемность - 5000 кг.; Рабочее давление - 10 Мпа.; Скорость полного подъема - 30с; Максимальный ход штока гидроцилиндра – 340мм.

2. Применяем формулу Эйлера для определения устойчивости штока подъемника:

$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{\min}}{(\mu \cdot l)^2}, \quad (2)$$

где $I_{\min}$ – минимальный момент инерции площади поперечного сечения стержня; μ – коэффициент, учитывающий способ закрепления концов стержня (один закреплён), $\mu = 2,0$.

Рис. 4. Расчетная схема.

Значит на одну ось действует нагрузка $P/2$.

3. Определяем минимальный момент инерции:

$$I_{\min} = \frac{P_k \cdot (\mu \cdot l)^2}{\pi^2 \cdot E}, \quad (3)$$

$$I_{\min} = \frac{93,195 \cdot 10^3 \cdot (2 \cdot 50)^2}{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 45 \text{ см}^4$$

Проверка опасных сечений конструкции.

Расчетная схема осей каретки: Материал Ст 3.

4. Определяем опасное сечение: Нагрузка (P), на оси каретки, распределена равномерно

Находим реакции опор и строим эпюру изгибающих моментов M_x .

$$\sum M_x = 0 \quad -\frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} + R_B \cdot l = 0 \Rightarrow R_B = R_A = \frac{P}{4} \quad (4)$$

Ось каретки имеет два силовых участка: 1 участок: $0 \leq Z_1 \leq l/2$; $M_{x1} = R_B \cdot Z_1$
2 участок: $0 \leq Z_2 \leq l/2$;

$$M_{x1} = R_A \cdot Z_2$$

при $Z_1 = 0$ $M_{x1} = 0$

при $Z_1 = 0$ $M_{x2} = 0$

при $Z_1 = l/2$, $M_{x1} = R_B \cdot l/2 = P/4 \cdot l/2$,

при $Z_2 = l/2$, $M_{x2} = R_A \cdot l/2 = P/4 \cdot l/2$

Схема оси и эпюра изгибающих моментов показана на рис. 3.

Опасное сечение 1-1, где $M_{x1} = \frac{P \cdot l}{8}$, но т.к. ось упрочнена пластиной длиной l_1 , то опасным будет сечение по краям этой пластины, где

$$M_x = \frac{P}{4} \cdot \left(\frac{l}{2} - \frac{l_1}{2} \right) = \frac{3000}{4} \cdot \left(\frac{440}{2} - \frac{400}{2} \right) = 10000 \text{ кГ} \cdot \text{мм} \quad (5)$$

где l , l_1 – расстояние от точек нагружения до линии опасного сечения,
 $l = 440$ мм, $l_1 = 400$ мм.

5. Составляем условие прочности при изгибе:

$$\sigma^{\max} = \frac{M_x^{\max}}{W_x} \leq [\sigma] \quad (6)$$

Рис. 5. Схема оси и эпюра изгибающих моментов.

6. Определяем допускаемое напряжение:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = 73,3 \text{ Н / мм}^2 \quad (7)$$

где $\sigma_T = 220 \text{ Н/мм}^2$ – предел текучести; $n_T = 3$ – коэффициент запаса прочности.

7. Из условия прочности определяем размеры поперечного сечения:

$$W_x \geq \frac{M_x^{\max}}{[\sigma]} \quad (8)$$

$$M_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_x^{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}} = 44,6 \text{ мм} \quad (9)$$

Оценка безопасности конструкции при несимметричной установке автомобиля. Безопасность конструкции передвижного канавного гидроподъемника при несимметричной установке автомобиля соблюдается. Так как гидроподъемник конструктивно предназначен и может быть использован для поднятия и опускания автомобиля или его отдельных агрегатов в независимости от координат точки (упора) поднятия автомобиля (автомобиль может перемещаться как вдоль, так и поперек оси симметрии автомобиля).

Корректирование размеров деталей оборудования по динамической силе при плавном и резком нагружений:

- при подъёме: $V = 0,05 \text{ м/с}$; $t = 0,5 \text{ с}$;
 $a = V / t = 0,05 / 0,5 = 0,1 \text{ м/с}^2$;
 $P_{\Pi} = P + P_{\text{и}} = 5000 + 5000 \cdot 0,1 = 5500 \text{ Н}$
- при торможении: $V = 0,05 \text{ м/с}$; $t = 0,01 \text{ с}$;
 $a = V / t = 0,05 / 0,01 = 5 \text{ м/с}^2$;
 $P_T = P + P_{\text{и}} = 5000 + 5000 \cdot 5 = 30000 \text{ Н}$

$P > P_T > P_{\Pi}$, следовательно, подобранный нами шток удовлетворяет условиям прочности.

Расчет гидроцилиндра

1. Площадь гидроцилиндра:

$$F = \frac{P_{\max}}{p \cdot 0,7} = \frac{50000}{10 \cdot 0,7} = 7142,8 \text{ см}^2 \quad (10)$$

где $P_{\max}$ – максимальное усилие; $p = 10 \text{ кгс}$ (давление в системе)

2. Расчетный диаметр поршня:

$$D_p = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7142,8}{3,14}} = 96,4 \text{ мм} \quad (11)$$

принимаем $D_p = 100 \text{ мм}$ по ГОСТ 6540-68

3. Расчетный диаметр штока:

$$d_{\text{штока}} = \sqrt{\frac{4G}{0,7 \cdot \pi [\sigma_{\text{сж}}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 60000}{0,7 \cdot 3,14 \cdot 67 \cdot 10^6}} = 0,041 \text{ м} \quad (12)$$

принимаем $d_{\text{штока}} = 45 \text{ мм}$ по ГОСТ 6540-68

$[\sigma_{\text{сж}}]$ – допустимое напряжение на сжатие

$$[\sigma_{\text{сж}}] = [\sigma_{\text{в}}] / n \quad (13)$$

$$[\sigma_{\text{сж}}] = 200 / 3 = 66,6 \approx 67$$

где $n = 2,5 - 3$ (запас прочности);

$[\sigma_{\text{в}}]$ – допустимое напряжение на сжатие. $[\sigma_{\text{в}}] = 180-200 \text{ Н/мм}^2$

4. Общая нагрузка на плунжер:

$$G = \frac{Q_a k_p}{n} = \frac{50000 \cdot 1,2}{1} = 60000 \text{ Н} \quad (14)$$

где Q_a – грузоподъемность; k_p – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки, $k_p = 1,2$; n – число плунжеров ($n = 1$)

Рабочее давление гидроцилиндра: $p = 10 \text{ МПа} = 1 \text{ кгс/мм}^2$

Радиус поршня; $R = 50 \text{ мм}$

5. Усилие, развиваемое гидроцилиндром:

$$P = pS = p\pi R^2 = 1 \cdot 3,14 \cdot 50^2 = 7900 \text{ кгс} \quad (15)$$

Принимаем скорость перемещения поршня: $V = 30 \text{ мм/с}$

6. Расход рабочей жидкости:

$$Q = VS = 30 \cdot 3,14 \cdot 50^2 = 2,35 \cdot 10^5 \text{ мм}^3 / \text{с} \quad (16)$$

7. Радиус корпуса гидроцилиндра:

$$R = R_0 \sqrt{\frac{\sigma_p + 0,4 p_y}{\sigma_p - 1,3 p_y}} = 50 \sqrt{\frac{4 + 0,4 \cdot 1,2}{4 - 1,3 \cdot 1,2}} = 67,8 \text{ мм} \quad (17)$$

где R – наружный радиус корпуса; R_0 – внутренний радиус корпуса;

p_y – расчетное давление ($p_y = 1,2 p = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ кгс/мм}^2$); $\sigma_p = 40 \text{ МПа} = 4 \text{ кгс/мм}^2$.

Принимаем наружный диаметр корпуса гидроцилиндра равным 140 мм.

8. Толщина плоского доньшка гидроцилиндра

$$t = 0,405 D \sqrt{\frac{p}{\sigma}} = 0,405 \cdot 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{4}} = 20,2 \text{ мм} \quad (18)$$

Принимаем толщину доньшка гидроцилиндра равной 22 мм

Расчет гидронасоса:

1. Подбираем гидронасос, исходя из рабочего объема V_n и стандартных частот электродвигателей: 730, 970, 1450 и 2910 мин^{-1} . Из рабочих объемов стандартных пластинчатых нерегулируемых насосов серии «НПл» выбираем НПл 10/16 ($V_n = 10 \text{ см}^3 = 0,01 \text{ л}$, рабочее давление $P = 16 \text{ МПа}$). Выберем двигатель АОП2 с повышенным пусковым моментом, закрытого обдуваемого исполнения с частотой 1450 мин^{-1} .

$$Q_H = \frac{n_H V_H}{1000} = \frac{1450 \cdot 10}{1000} = 14,5 \text{ л/мин} \quad (19)$$

где Q_H – номинальная подача; n_H – номинальная частота вращения

2. Момент на валу насоса:

$$M_H = \frac{159,2 \cdot \Delta p \cdot Q_H}{\eta_H n_H} = \frac{159,2 \cdot 10,93 \cdot 14,5}{0,92 \cdot 1450} = 18,91 \text{ кНм} \quad (20)$$

где Δp - перепад давления во всасывающем и нагнетательном трубопроводе

а) Давление в системе:

$$P = \frac{F}{s \cdot \eta_m} = \frac{79000}{0,00785 \cdot 0,92} = 10,93 \text{ МПа} \quad (21)$$

где P - давление в системе; S - площадь поршня

$$\text{б) Площадь поршня: } s = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2 \quad (22)$$

где η_m - потери на трение; η_H - КПД насоса равный 0,92; n_H - частота вращения вала насоса, соответствующая номинальной частоте вращения электродвигателя

3. Номинальная мощность электродвигателя:

$$N_H = \frac{M_H \cdot n_H}{9555} = \frac{18910 \cdot 1450}{9555} = 2,86 \text{ кВт} \quad (23)$$

Используем двигатель АОП2 41-4 мощностью 4 кВт

Выводы.

Данное приспособление позволяет сократить время подготовки и постановки на ремонт автомобилей, существенно облегчает задачи постановки на ремонт машин. Как показали экономические расчеты, предприятия несет незначительные затраты на модернизацию данного передвижного канавочного подъемника

1. Тойгамбаев С.К. Стенд для обкатки и испытания двигателей. ж. Актуаль-ные проблемы современной науки № 5, (78) 2014. г. Москва.
2. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва. 2000 г.
3. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Расчет затрат на контроль технологических процессов ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2004. № 5. С. 75-77.
4. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. № 2. С. 22-25.