

ВЫБОР И ПОДБОР ЧИСЕЛ ЗУБЬЕВ ПЛАНЕТАРНОГО РЕДУКТОРА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЛЕБЕДКИ

Д.А. Жигарев, студент группы 4Е31

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Г.Р. Зиякаев

*Томский политехнический университет, г. Томск
634034, Томская область, г. Томск, ул. Вершинина 39*

Гидравлическая лебедка может использоваться с двумя видами передач, это червячная и планетарная передача. В процессе работы рассмотрим два вида редукторов, используемых для гидравлической лебедки и выполним расчет чисел зубьев при использовании метода сомножителей.

Характерная особенность гидравлических лебедок – это их высокая надежность, выносливость, величина тягового усилия. Основной рабочий элемент гидравлической лебедки – гидромотор, посредством которого осуществляется вращение барабана. Помимо этого конструкция тягового механизма включает в себя канат (трос, цепь), редуктор (планетарный или червячный), распределитель, многодисковый тормоз, клапаны, механизмы безопасности.

Применение гидравлической лебедки обусловлено ее габаритами и техническими возможностями. Такой тип лебедок может использоваться как швартовый механизм, в области судостроения, строительного производства, на различных видах специализированного транспорта: тракторах, тягачах, эвакуаторах и т.д. Гидравлические лебедки присутствуют в конструкции стреловых кранов, входят в состав бурового и землеройного оборудования.[2]

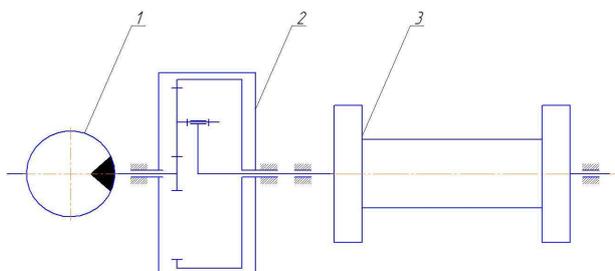


Рисунок 1. Гидравлическая лебедка с планетарной передачей:

1 – Гидромотор; 2 – планетарный редуктор; 3 – барабан с наматываемым на него канатом, тросом или цепью.

Гидравлическую лебедку можно использовать как с червячным так и с планетарным редуктором. С точки зрения надежности, выносливости на встряхивание и грузоподъемности предпочтение следует отдавать механизму с червячным редуктором. Преимущества червячного редуктора следующие, передаточное число может достигать 1:110, червячная передача обладает большим потенциалом снижения частоты вращения и повышения крутящего момента по сравнению с другими видами передач.[3] Червячный редуктор обладает низким уровнем шума, они обладают плавностью хода. Червячная передача обладает самоторможением. К недостаткам относят следующее: низкий КПД, нагрев корпуса, люфт выходного вала.

Если приоритетом является именно скорость передвижения троса, то правильнее остановиться на устройстве с планетарным редуктором. Достоинства планетарных передач: она имеет большое передаточное число в одной ступени, имеет малые габариты и массу. Планетарный редуктор имеет повышенную нагрузочную способность. Планетарный редуктор имеет малую нагрузку на опоры, и они обладают пониженную шумность, что связано с повышенной плавностью внутреннего зацепления и меньшими размерами колес. К недостаткам относят повышенные требования к точности изготовления и монтажа редукторов и резкое уменьшение КПД передачи с увеличением передаточного числа.

Если стоит выбор, с каким редуктором использовать гидравлическую лебедку, а именно с червячным или планетарным, то стоит выбрать планетарную передачу. Так как с использованием планетарного редуктора гидравлическая лебедка будет иметь хорошее тяговое усилие, высокую скорость намотки. Так же планетарная передача имеет большое передаточное число в одной ступени. С планетарным редуктором лебедка будет иметь наименьшие габаритные размеры и массу, чем лебедка с червячным редуктором.

Изначально нам было задано передаточное отношение, которое равняется $i_{1H} = 17$. Для подбора числа зубьев необходимо было определиться с видом механизма, таких механизмов - четыре, это механизм с двумя внешними зацеплениями обозначают - AA , механизм с одним внешним и одним внутренним зацеплением обозначают - AJ , однорядный механизм с одним внешним и одним внутренним зацеплением обозначают - \overline{AJ} и механизм с двумя внутренними зацеплениями обозначают - JJ . По заданным параметрам мы определили вид механизма (AJ), у которого будем считать числа зубьев колес и сателлитов. [1]

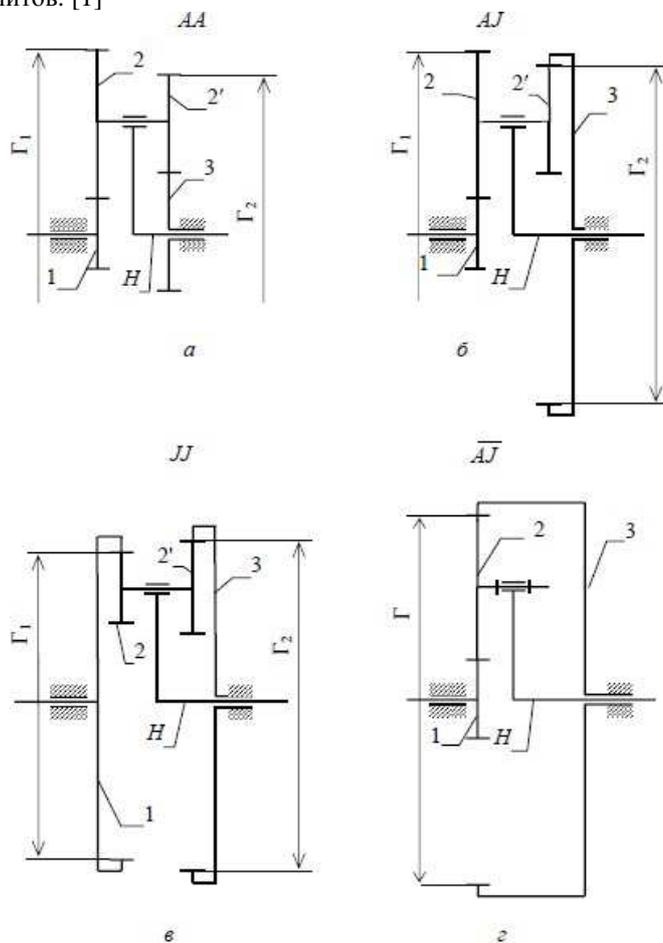


Рисунок 2. Основные типы планетарных механизмов:
1 – главное колесо; 2, 2' – сателлиты; 3 – солнечная шестерня, H – водило.

Для нахождения чисел зубьев воспользуемся методом сомножителей. Но для начала определяем передаточное отношение обращенного механизма по формуле [1, 6.29]

$$i_{1,3} = 1 - i_{1H}$$

Создаем таблицу 1, где будут возможные варианты разложения передаточного отношения обращенного механизма $|i_{1,3}|$ на сомножители и варианты разложения на сомножители с помощью дополнительных множителей.

Таблица 1

№ варианта разложения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\frac{C_2 \cdot C_3}{C_1 \cdot C_2}$	$\frac{1}{1} \cdot \frac{16}{1}$	$\frac{16}{1} \cdot \frac{1}{1}$	$\frac{4}{1} \cdot \frac{4}{1}$	$\frac{2}{1} \cdot \frac{8}{1}$	$\frac{8}{1} \cdot \frac{2}{1}$	$\frac{4}{1} \cdot \frac{16}{4}$	$\frac{16}{4} \cdot \frac{4}{1}$	$\frac{8}{4} \cdot \frac{16}{2}$	$\frac{16}{2} \cdot \frac{8}{4}$

В соответствии с рекомендациями [1, табл. 6.5] варианты 1,2,5,9 должны быть исключены из рассмотрения.

Далее определяем $P, Q, P+Q$ для оставшихся вариантов

$$P = m_{1,2}(C_3 - C_{2'}), \quad Q = m_{2,3}(C_1 + C_2), \quad P + Q.$$

где P и Q - целые взаимно простые числа.

Произвели расчет для оставшихся вариантов, и результаты занесли в таблицу 2.

Таблица 2

№ варианта разложения	3	4	6	7	8
P	9	21	36	9	42
Q	15	9	15	60	36
$P+Q$	24	30	51	69	78

Из таблицы 2 выбираем наиболее подходящие варианты, а именно варианты 3 и 4, так как у них из всех вариантов сумма простых чисел наименьшая, и вариант 6, так как отношение чисел P к Q ближе к единице. Один из этих вариантов должен обеспечить наименьшие габариты механизма.

Определяем числа зубьев колес для вариантов 3,4 и 6 по формуле [1, 6.30]:

$$Z_1 = C_1 P \gamma, \quad Z_2 = C_2 P \gamma, \quad Z_{2'} = C_{2'} Q \gamma, \quad Z_3 = C_3 Q \gamma.$$

где Z - числа зубьев колес и сателлитов,

C_1, C_3 - зубчатые колеса,

$C_2, C_{2'}$ - сателлиты,

Приняв $\gamma = 2$, для варианта 3 ($C_1 = 1, C_2 = 4, C_{2'} = 1, C_3 = 4, P = 9, Q = 15$) получим числа зубьев $Z_1 = 18, Z_2 = 72, Z_{2'} = 30, Z_3 = 120$.

Определяем габариты (мм)

$$G_1 = m_{1,2}(Z_1 + 2Z_2) = 486, \quad G_2 = m_{2,3}Z_3 = 360.$$

где $m_{1,2}$ и $m_{2,3}$ - модули колес.

Проводим аналогичные расчеты для вариантов 4 и 6, и записываем в таблицу 3.

Таблица 3

№	Смножители				Z_1	Z_2	$Z_{2'}$	Z_3	Условие сборки	Габариты	
	C_1	C_2	$C_{2'}$	C_3						G_1	G_2
3	1	4	1	4	18	72	30	120	Выпол.	486	360
4	1	2	1	8	42	84	18	144	Выпол.	630	432
6	1	4	4	16	72	288	120	480	Выпол.	306	324

Из таблицы 3 видно, что наименьшие габариты обеспечивает вариант 3, далее следует проверить выполнение заданного передаточного отношения по формуле [1, 6.6], где $n = 1$.

$$i_{1n} = 1 - (-1)^n \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_{2'}} = 17.$$

Заданное передаточное отношение выполняется.

Проверяем выполнение условия соосности по формуле [1, табл. 6.4]

$$m_{1,2}(Z_1 + Z_2) = m_{2',3}(Z_3 + Z_{2'})$$

$$270 = 270.$$

Условие соосности выполняется.

Проверяем условие сборки по формуле [1, 6.18], где $K_{22'} = 4, D_{22'} = 2$.

$$E = \frac{Z_1 Z_{2'} + Z_2 Z_3}{K_{22'} D_{22'}} = 1147.$$

где K - количество сателлитов,

D - наибольший общий делитель чисел зубьев зубчатых колес.

Получилось целое число, следовательно условие сборки выполняется.

В результате было определено число зубьев планетарного редуктора, используя метод сомножителей. С помощью этого расчета нам удалось рассчитать минимальные габариты механизма.

Литература.

1. В.Т. Горбенко, М.В. Горбенко. Теория механизмов и машин курсовое проектирование, учебное пособие. Томский политехнический университет, 2006.

- Черемнов, Арсений Владимирович. Применение современных передач в электромеханике / А. В. Черемнов, Е. Н. Пашков, Г. Р. Зиякаев // Электронные и электромеханические системы и устройства : XVIII научно-техническая конференция, 22-23 апреля 2010 г. тезисы докладов. – Томск: Полус, 2010. – С. 191-193.
- <http://gidrostanok.ru/produkcija/category/lebedki>. Мобильная и индустриальная гидравлика.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ СВАРКИ-ФОРМОВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

А.С. Куфа, студент группы ОМ32,

Научный руководитель: Нескоромный С.В.

Донской Государственный Технический Университет

344000, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

E-mail: user.kufa@yandex.ru

Литературный обзор современного серийно выпускаемого оборудования для разрядно-импульсных процессов на базе генераторов импульсных токов не предусматривает наличия измерительных устройств для регистрации параметров режимов воздействия на обрабатываемый материал. В частности, при разработке технологии изделий космической техники, характеризующихся использованием высокопроводных алюминиевых сплавов толщиной не более 0,2 мм магнитно-импульсной сваркой – формовкой, необходимо производить регистрацию параметров режимов с целью оптимизации процесса.

Конструктивные виды изделий космической техники приведены на рисунке 1. Основными требованиями при производстве таких изделий являются отсутствие непроваров, прожогов, расслоений зоны сварного соединения, разрывов металла в зоне пластической деформации, соответствие размеров полученных изделий конструкторской документации. Наличие герметичного сварного шва обеспечивает экранирование сигналов бортовых кабельных сетей от внешних радиопомех [1].

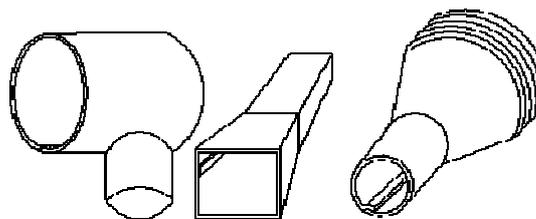


Рисунок 1. Общий вид корпусных деталей изделий космической техники

Для определения основных параметров магнитно-импульсной сварки-формовки (МИСФ), необходимо рассмотреть принципиальную схему процесса МИСФ, рисунок 2.

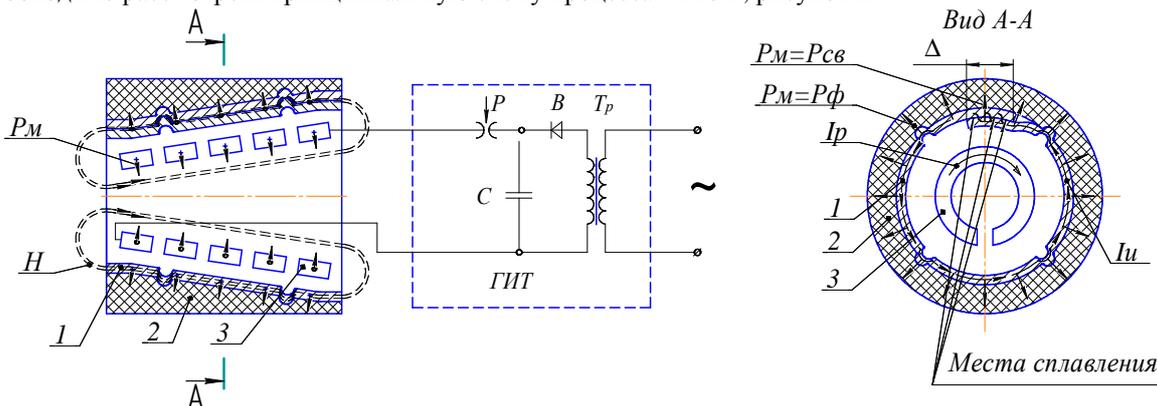


Рис.2. Рисунок 2. Принципиальная схема МИСФ:

1 – заготовка; 2 – матрица; 3 – индуктор; Δ – перехлест; ГИТ – генератор импульсных токов; Тр – повышающий трансформатор; В – выпрямитель; С – конденсаторы; Р – разрядник; I_p – ток разряда; Н – магнитный поток; $I_{и}$ – ток индуцированный; P_m – магнитное давление; P_f – давление формовки; $P_{св}$ – сварочное давление

Сущность процесса МИСФ. Предварительно выкроенная тонколистовая заготовка 1 сварачивается с перехлестом и устанавливается в матрицу 2, внутренняя полость которой имеет форму будущего изделия. Внутри заготовки располагают рабочий инструмент – индуктор 3.