Автономни инерционни системи

Найден Стефанов

Autonomous inertial systems (AIS): *The motion of the autonomous inertial systems as a whole is not done due to third Newton's law as this motion is not a result of the interaction with other bodies and fields external to the system. The Newton's law is a necessary but not sufficient condition for their motion. It is a result of the interaction of internal inertial forces of the system. This interaction takes place with the simultaneous and mutual action of the Newton's law and the Directed Inertion Principle. The given stationary prototype of the autonomous inertial system is an example of this mutual interaction.*

Key words: *Autonomous inertial system, interaction, third Newton's law, Directed Inertion Principle .*

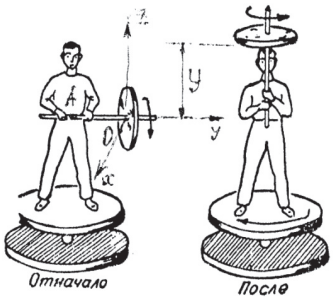
ВЪВЕДЕНИЕ

Движението на автономните инерционни системи (АИС) като цяло не се извършва съгласно третия закон на Нютон, тъй като движението им не е вследствие от взаимодействие с други тела или полета, външни за системата. Поради това движението на такива системи не може да се обясни само с досегашния инструментариум на Теоретичната механика, нито единствено със закона на Нютон, който е необходимо, но не и достатъчно условие за движението им.

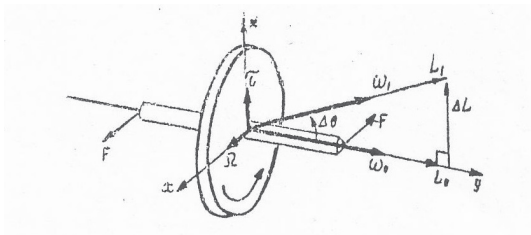
За да се обясни същността и движението им е необходимо да се въведат понятията: - „Инерционен редуктор", „Принцип на Насочена Инерция" (ПНИ), „Класическа (Нютонова) Механична Система" (КМС), "Автономна Механична Система" (АМС), "безреакционно движение", "безтрансмисионо движение". Подробното изясняване на смисъла и съдържанието на тези понятия ще бъде дадено в отделна публикация, посветена на теорията на АИС. Някои от горепосочените понятия тук ще бъдат изяснени бегло, за да са в помощ на темата на настоящия доклад.

Автономни инерционни системи с прекъснато генериране на движещите инерционни сили.

Изходна база за обяснение на движението на АИС са много показателните и нагледни опитни постановки на Нобеловия лауреат Р.Файнман за обяснение на жироскопа и прецесията [1], които са показани на фиг.1 и фиг.2.



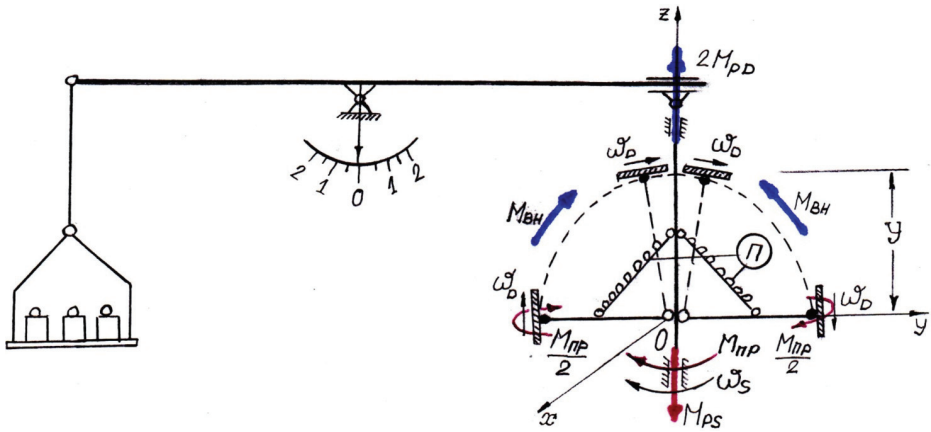
Фиг.1



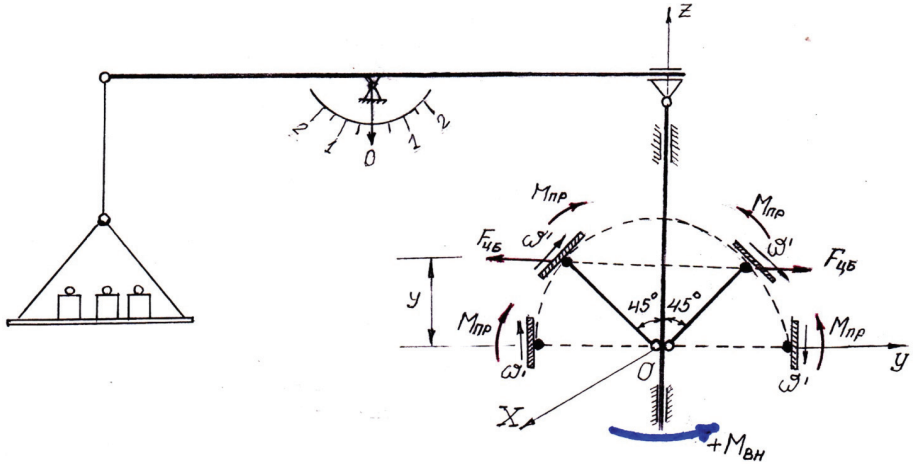
Фиг.2

При обяснението на тези физични явления Файнман допуска наличие на субективния фактор на асистента, държащ жироскопа със собствените си ръце, стараейки се да завърти оста вертикално, като едновременно прилага двоицата сили F и – F в хоризонтално направление [1].

За да се елиминира този субективен фактор, създадох опитна установка, фиг.3 и фиг. 4, без пряко участие на човек. Установката представлява везна, на единия край на която е закачено демонстрационното устройство, а на другия – противотежест.



Фиг. 3. Вертикално завъртане на жироскопите
по т.1 от основни цели на опитната постановка



Фиг.4. Хоризонтално въртене на жироскопите
по т.2 от основни цели на опитната постановка

Преди провеждането на опитите е необходимо кратко обяснение на понятията:

1. Безреакционно движение

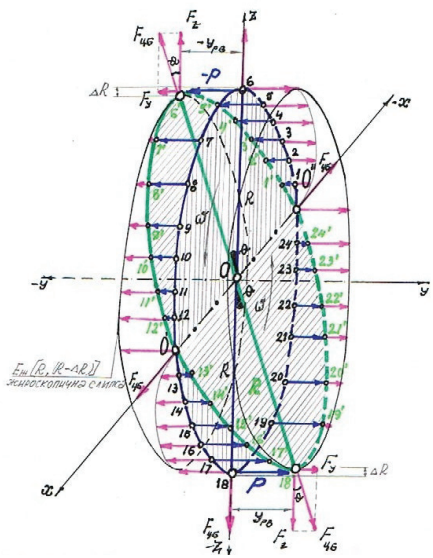
Когато движението на една механична система като ЦЯЛО се извършва в резултат само на взаимодействието на вътрешните сили на системата, това движение е БЕЗРЕАКЦИОННО, тъй като я няма реакцията върху липсващото второ тяло,чрез която да се осъществи инерционния взаимообмен. Поради тази причина липсва и външната за системата сила $F = m.a = 0$ [3]. Даламберовата сила Φ обаче, която се генерира от ускорението на системата, не е нула. Тя е приложена вътре в

системата и е противоположна на движещата инерционна сила *R.* Двете сили са приложени към две различни тела в системата. При безреакционното движение не може да бъде регистрирана ответна реакция на системата като ЦЯЛО.

2. Инерционен редуктор

Всеки въртящ се диск или друго устройство,които обръщат посоката на предизвиканите в тях инерционни сили по посока на усилията от външното натоварване е ИНЕРЦИОНЕН РЕДУКТОР

В случая на въртящ се диск, фиг.5, предизвиканите инерционни сили, които са редуцирани по направление и посока на усилията от външното натоварване са: от т.7' до т. O' и от т.19' до т.O“. Обърнатите предизвикани инерционни сили в същата посока, както усилията от външното натоварване, нарушават равновесието в равнината Oxy и създават прецесионен момент -$M_{пр}$, който обуславя прецесионното движение в същата равнина.Това движение може да се получи само при равновесие между $F_{цб}$ и двоицата /-P, P/ на разстояние $У_{рв}$ от Oxz. При големи стойности на двоицата /-P, P/ не може да се получи равновесие и поради това прецесионното движение не може да се осъществи. Прецесионният момент $M_{пр}$, обаче, съществува независимо от нея и расте с увеличаване стойноста на /-P, P/. Липсата на външно натоварване в равнината на прецесията Oxy, води до липса на инерционен взаимообмен с друго тяло и поради това движението е БЕЗРЕАКЦИОННО [3]. Това най добре се вижда от опитната постановка на проф.Стоян Петров [2].



Фиг.5

Обозначения:

черно – начално положение на диска преди натоварване с двоицата /-P, P/ с момент $M_{вн}$;

зелено – равновесно положение на диска на разстояние Урв от равнината Oxz;

синьо - усилията от външното натоварване от двоицата /–P, P/ с момент $M_{вн}$.

червено - постоянни инерционни усилия - центробежна сила - $F_{цб}$

- предизвикани инерционни сили от външния момент $M_{ВН}$ - в точките (O''÷24)

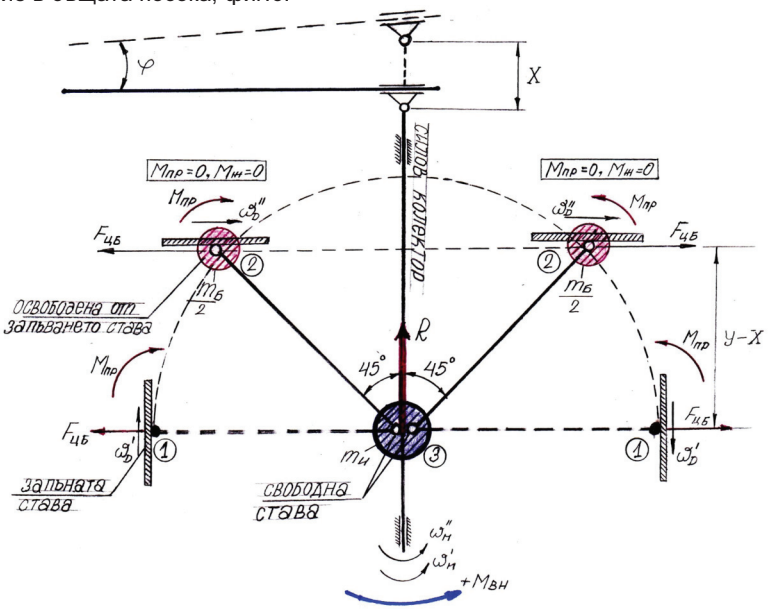
Θ – ъгъл на отклонение на диска от равнината Oxz

ω - ъглова скорост на диска

- точките [($1^{/}$ ÷ $6^{/}$), ($13^{/}$ ÷ $18^{/}$)] – позиционни точки, където има равновесие между външните усилия P и предизвиканите от тях инерционни сили.
- точките [($7^{/}$ ÷ $O^{/}$), ($19^{/}$ ÷ $O^{//}$)] – позиционни точки, където няма равновесие между външните усилия P и предизвиканите инерционни сили.
- $O^{/}$, $O^{//}$ - позиционни точки с максимално редуциращо действие върху предизвиканите инерционни сили **по посока** на действие на усилията от външното натоварване и определящи посоката, големината и равнината на действие на $M_{пр}$.

3. Принцип на насочена инерция (ПНИ)

Една затворена система може да получи насочена инерция, когато движението на съставящите я тела е безреакцинно в дадено направление и посока. В момента на освобождаване на връзките на телата по същото направление се нарушава равновесието на системата, тя става отворена и получава насочена инерция и движение в същата посока, фиг.6.



Фиг. 6. Стационарен прототип на АИС

Основни цели на опитната постановка

1. *Да се потвърди констатирания от Файман факт, че момента на количеството на движението M_p, няма вертикална компонента.*

На фиг.3 с П са обозначени две специални пружини които заместват ръцете на асистента от фиг.1 и които са опънати при хоризонтално положение на рамената. След освобождаване на рамената пружините завъртат същите вертикално, при което започва и хоризантално завъртане по часовата стрелка на цялата система. Дисковете спират в крайно горно положение и се въртят обратно на часовата стрелка. Тъй като ъгловите скорости на дисковете и на системата са обратно пропорционални на техните инерционни моменти, т.е. спазен е закона за запазване на момента на количеството на движението, то:

$$2.\vec{j_D}.\overrightarrow{\omega_D} + \vec{j_S}.\overrightarrow{\omega_S} = 0,$$

където $\vec{j_D}.\overrightarrow{\omega_D} = \vec{M}_{PD}$ и $\vec{j_D}.\overrightarrow{\omega_S} = \vec{M}_{PS}$

Що се отнася до отговора на въпроса, който задава Файман: "От къде се вземат силите, завъртащи ни заедно със стола, когато завъртим оста на жироскопа вертикално“, то отговорът му е: "Това сме самите ние, със собствените си ръце когато се стараем да превъртим оста на колелото във вертикално положение“ [1].

С други думи хоризонталното завъртане на стола се дължи на външното натоварване, породено от ръцете на асистента. На фиг.3 двете пружини създават въртящ момент, който предизвиква завъртане САМО във вертикалната равнина, в която те лежат. Поради това те не могат да предизвикат хоризонтално завъртане, т.е. вертикалното външно натоварване не е пряката причина за хоризонталното въртене. Но е косвената !!! За да я разберем ще използваме реалната конкретика във фиг.5. Външното натоварване /-P, P/ е приложено непосредствено върху диска, а не върху оста, за каквато възможност говори и Файман [1]. За да разберем какво ще бъде поведението на диска трябва да знаем какви усилия ще има в позиционните точки - /0“ до 24/. Това може да установим чрез една движеща се материална точка С с условна маса = 1, която минава последователно през позициоите точки с ъглова скорост равна на тази на диска. Нека да приложим външното натоварване в един момент t_0 когато м.т. С се намира в т. О“. В същия този момент дискът ще започне да се отклонява от началното си положение /черно/. С увеличаването на отклонението У ще расте и жироскопичния момент $M_ж = 2 F_z$. У-2Fy./R–ΔR/ до достигане стойността $У_{рв}$, когато ще се получи равновесно положение /зелено/ между момента на /-P, P/ и $M_ж$. Поведението на м.т. С от момента t_0 ще се промени. От точка О“ траекторията ѝ ще се промени по посока на отклонението на диска. Предизвиканите инерционни сили от промяната на пътя ще бъдат обратни на това движение. Тези инерционни сили с посока обратна на усилията от външното натоварване се генерират от точка О“ до точка 6' включително. От т.6' м.т. С започва да се връща обратно към равновесната точка О', т.е.движението вече е с обратна посока. Предизвиканите инерционни сили трябва да са с посока, обратна на движението, т.е.посоката им съвпада с тази на усилията от външното натоварване, което значи, че в тази посока, в този участък на диска няма равновесие. Същото се отнася и за участъка от диска с точки 19' до О“. Тези два участъка - т. /7' до О' / и т./19' до О“/ с неуравновесени инерционни усилия образуват инерционна двоица със сили, лежащи в Оху и приложени в т.О' и т.О“, която върти по часовата стрелка.

И така, отговорът на въпроса на Файман - кои са силите и от къде се вземат е: Това са инерционни сили, които се пораждат от свойството инертност на телата и са предизвикани от външното натоварване. Дискът, който е инерционен редуктор, редуцира инерционните сили в прецесионен момент-$M_{пр}$, което създава прецесионно движение в равнина, перпендикулярна на външното натоварване /-P,P/.

2. Същият опит от т.1 да се повтори в обратен ред, т.е. жироскопите да се въртят хоризонтално.

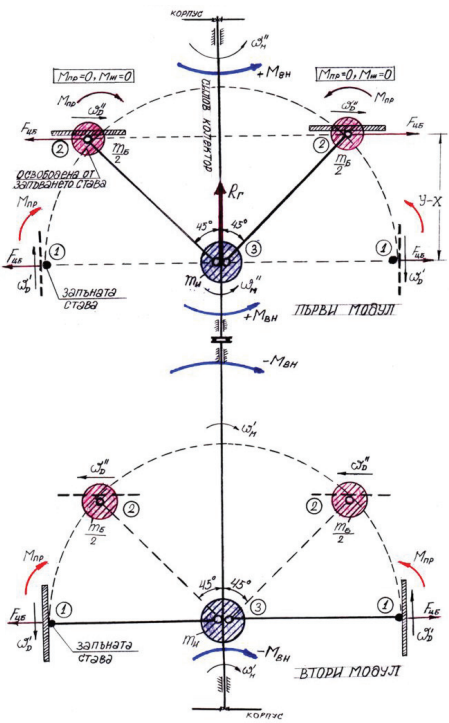
Откачаме пружините и завъртаме системата хоризонтално /без пряка намеса на човек / обратно на часовата стрелка с честота 45 об/мин. Рамената при достигане на тази скорост веднага се издигат до ограничителите, поставени на 45 градуса. След многократно повтаряне на експеримента, окончателно се установява, че при преодоляване на разстоянието У везната не регистрира наличие на вертикална сила. Следователно, движението по оста Z е БЕЗРЕАКЦИОННО !

3. За наблюдаваното по т. 2 *преместване У по оста Z да се установи има ли сила, предизвикала това преместване, като се установят кои са усилията, причинили това преместване /* фиг. 4 и фиг. 6 */.*

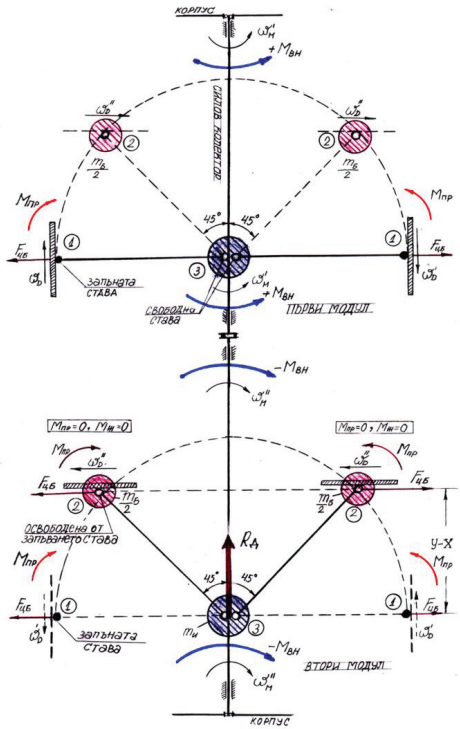
Анализирайки реалната конкретика на фиг.5 от разгледаната т. 2 изводът е следния: Усилията, причинили преместването У по оста Z имат инерционен характер и са предизвикани от външния хоризонтален момент /+M/. В резултат, полученият прецесионен момент $M_{пр}$, при определени условия обуславя

прецесионното движение. Полученото безреакционно преместване У може да бъде използвано, прилагайки ПНИ, за създаване на АИС. За целта при 45 градуса освобождаваме две връзки на стационарния прототип /фиг.6/. Това са запъващите връзки на дисковете на жироскопите. $M_{пр}$ и $M_{ж}$ се анулират. Това води до нарушаване на равновесието в системата и създаване на движеща инерционна сила R с приложна точка върху силовия колектор. Везната регистрира движеща инерционна сила R_1 с отклонение нагоре. За да се получи ново генериране на R трябва да се възстановят връзките /запъването на дисковете/ и системата отново става затворена. Повтарянето на горепосочените операции създават следващите R_2, R_3, ...За да се премине от стационарен АИС към мобилен такъв, трябва по протежение на силовия колектор да се монтира друг модул, който да върти обратно на стационарния, /фиг. 7, 8, 9, 10/.

ПРИНЦИПНА СХЕМА НА АИС С ДВА МОДУЛА



Фиг.7. Първи такт - генериране на $R_г$



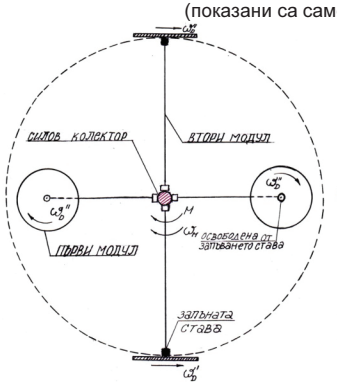
Фиг.8. Втори такт - генериране на $R_д$

Щафетното генериране на $R_г$ и $R_д$ е надлъжно на силовия колектор.

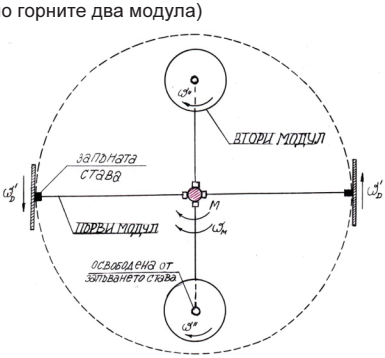
По този начин, в началния момент цялата система е в равновесие и е затворена. Тя отново става отворена при освобождаване на определените връзки по горепосочения начин и получава движение.

Генерирането на двата вектора $R_г$ и $R_д$ трябва да са синхронизирани така, че да има щафетна последователност, т.е. след приключване на генерирането на $R_г$, веднага да започне генерирането на $R_д$.

ПРИНЦИПНА СХЕМА НА АИС С ЧЕТИРИ МОДУЛА
(показани са само горните два модула)



Фиг.9. Първи такт - генериране на R_1



Фиг.10. Втори такт - генериране на R_2

Щафетното генериране на R_1, R_2, R_3, R_4 е надлъжно и напречно на силовия колектор.

По този начин в процеса на движение АИС **като цяло** са постоянно отворена система.

Стойността на $R = 2\,F_{цб}.\cot g\ 45^{\circ}$,

където $F_{цб} = \frac{mV^2}{R} = 4\pi^2 m\, n^2 R$, $V = 2\,\pi Rn,\ n = \frac{1}{T}$,

при следните параметри на стационарния прототип:
m=5 kg (диск + ъглошлайф + рамо), R=0,5m, ω = 4,71 s^{-1}, n=45 об/min = 0,75 s^{-1}, n на диска - 11000 об/ min, $F_{цб} = 39{,}4.5.0{,}563.0{,}5 = 55{,}51[N] = 5{,}6\,kgf$, $R = 112\,[N] = 11{,}2kgf$,
контролно измерване с динамометър – 120 N

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

КАКВО ПЕЧЕЛИМ:

1. РАСТОЯНИЕТО У по оста Z , без наличие на сила в тази посока. Това не значи че У ни е дадено даром от природата. То е резултата от изразходваната енергия при хоризонталното въртене, посредством инерционния редуктор.

2. МАСА. За разлика от Класическите Механични Системи /КМС/ нашият прототип преодолява растоянието У с оборотната си маса /2 x 5/ kg. Това много важно обстоятелство дава възможност да се използва атомният реактор при ракетите и прави АИС безтрансмисионни по отношение контакта с околната среда, тъй като не им е необходима масата на водата, въздуха или земната повърхност за тяхното движение. Именно това обстоятелство прави системите АВТОНОМНИ !

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Файман, Р.,Р.Лейтон,М.Сендс. Файманови лекции по Физика,т.1, София, Народна просвета, 1972 ,стр.234-237

[2] Тричков, С. И.,С. Петров,Н.П.Иванчев. Физика, ДИ“Техника, 1970, стр.69.

[3].Долапчиев, Б. Аналитична механика, София, “Наука и изкуствотво“, 1966 г. стр.443-445

За контакти: Найден Стефанов 0898281807, Петър Рашков - tpeter@ami.uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран