

2.4 நியூட்டனின் இயக்க விதிகள்

இயக்கத்தை ஏற்படுத்தும் அடிப்படைக் காரணங்களைப் பற்றி தத்துவ அறிஞர்கள் பலர் ஆய்வு செய்துள்ளனர். சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும் பொருளொன்றை, அதே நிலையில் வைக்க, மாறாத புறவிசையை அதன் மீது தொடர்ச்சியாக செயல்படுத்த வேண்டும் என அரிஸ்டாடில் கருதினார். பிற்காலத்தில், கலிலியோ, இந்தக் கருத்தைப் புறக்கணித்துவிட்டு, சாய்தளத்தில் செய்த சோதனைகளின் அடிப்படையில் வேறொரு கருத்தை வெளியிட்டார். அவருடைய கருத்துப்படி, மாறாத திசைவேகத்துடன் இயங்கும் பொருளை, அதே நிலையில் வைக்க, விசை ஏதும் தேவையில்லை. பொருளின் இயக்கத்தை நிறுத்த முயல்வது உராய்வு விசையாகும். பொருளிற்கும் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பரப்புக்கும் இடையிலான உராய்வு விசை குறைவாக இருப்பின், பொருள் ஓய்வு நிலைக்கு வருமுன், அதிக தொலைவு கடக்கும். கலிலியோவிற்குப் பிறகு, நியூட்டன் அவருடைய கருத்துக்களை விரிவுபடுத்தி, இயக்கத்தை முறையாக ஆய்வு செய்தார்.

பொருளின் இயக்கம் தொடர்பான விதிகளை நியூட்டன் உருவாக்கினார். இயக்கத்திற்கான விதிகள் மூன்று உள்ளன. இம்மூன்று விதிகளையும் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம், விசையை வரையறை செய்ய முடியும். முதல் விதி, விசையின் அடிப்படை வரையறையைத் தருகிறது. இரண்டாவது விதி, விசையின் அளவிடப்பட்ட மற்றும் பரிமாண வரையறையைத் தருகிறது. மூன்றாவது விதி, விசையின் தன்மையைத் தருகிறது.

2.4.1 நியூட்டனின் முதல் இயக்க விதி

புறவிசையொன்று செயல்பட்டு மாற்றும் வரை எந்த ஒரு பொருளும் தனது ஓய்வு நிலையையோ அல்லது நேர்க்கோட்டில் அமைந்த சீரான இயக்க நிலையையோ மாற்றிக் கொள்ளாமல் தொடர்ந்து அதே நிலையில் இருக்கும்.

இவ்விதி, கலிலியோவின் நிலைம விதியின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. பருப்பொருளின் அடிப்படைப் பண்பான நிலைமம் பற்றியும், விசையின் வரையறை பற்றியும் நியூட்டனின் முதல்விதி விளக்குகிறது.

புறவிசைகள் இல்லாத நிலையில், பொருள் ஒன்று தன்னிச்சையாகத் தானே தனது நிலையை மாற்றிக் கொள்ள இயலாத பண்பு நிலைமம் எனப்படும். நிலைமம் மூன்று வகைப்படும். அவையாவன: (i) ஓய்வின் நிலைமம் (ii) இயக்கத்தின் நிலைமம் (iii) திசையின் நிலைமம்

(i) ஓய்வின் நிலைமம்

பொருளொன்று, தன்னிச்சையாகத் தானே தனது ஓய்வு நிலையை மாற்றிக்கொள்ள இயலாததை ஓய்வின் நிலைமம் என்கிறோம்.

எடுத்துக்காட்டுகள்

(1) திடீரென இயங்க ஆரம்பிக்கும் பேருந்து ஒன்றில் நின்று கொண்டிருப்பவர், பின்னோக்கி விழுகிறார். ஏனெனில், தொடக்கத்தில் ஓய்வு நிலையில் இருந்தவர், பேருந்து நகர ஆரம்பித்த பிறகும்,

தொடர்ந்து ஓய்வு நிலையிலேயே இருக்கிறார்.

(2) மேசையின் மீதுள்ள புத்தகம் ஒன்று, புறக்காரணிகள் அதனை நகர்த்தாதவரை, தொடர்ந்து ஓய்வு நிலையிலேயே இருக்கும்.

(3) கம்பளம் (carpet) ஒன்றைக் கையில் பிடித்துக் கொண்டு குச்சியினால் அடிக்கும்போது, கம்பளம் நகர்ந்தாலும், அதில் உள்ள புழுதித் துகள்கள் கம்பளத்துடனேயே செல்லாமல் கம்பளத்தின் தொடக்க நிலைக்குச் செங்குத்தாக, அங்கேயே விழுகின்றன.

(ii) இயக்கத்தின் நிலைமம்

பொருளொன்று, தன்னிச்சையாகத் தானே தனது இயக்க நிலையை மாற்றிக் கொள்ள இயலாததை இயக்கத்தின் நிலைமம் என்கிறோம்.

எடுத்துக்காட்டுகள்

(1) இயக்கத்தில் உள்ள பேருந்திலிருந்து கீழே இறங்குபவர், பேருந்து இயங்கும் திசையில் முன்னோக்கி விழுகிறார்.

(2) இயக்கத்தில் உள்ள காரில் (car) அமர்ந்திருப்பவர் கார் திடீரென நிற்கும்போது முன்னோக்கி விழுகிறார்.

(3) ஓட்டப் பந்தயத்தில் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் தடகள வீரர், இறுதிக் கோட்டை அடைந்த பிறகும் தொடர்ந்து சிறிது தூரம் ஓடுகிறார்.

(iii) திசையின் நிலைமம்

பொருளொன்று, தன்னிச்சையாகத் தானே, தனது திசையை மாற்றிக் கொள்ள இயலாததை திசையின் நிலைமம் என்கிறோம்.

எடுத்துக்காட்டுகள்

நேர்க்கோட்டில் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் பேருந்து ஒன்று, வலதுபக்கமாகத் திரும்பும் போது, உள்ளிருக்கும் பயணிகள் இடதுபக்கம் நோக்கி தள்ளப்படுகிறார்கள். பேருந்து வலதுபக்கம் நோக்கி திரும்பிய பிறகும் கூட, பயணிகளைத் தொடர்ந்து நேர்க்கோட்டிலேயே இயங்க வைக்கும் நிலைமமே இதற்கு காரணமாகும்.

பொருளொன்று, தன்னிச்சையாகத் தானே தனது ஓய்வு நிலையை அல்லது சீரான நேர்க்கோட்டு இயக்க நிலையை அல்லது திசையை மாற்றிக் கொள்ள முடியாத பண்பு, நிலைமம் எனப்படும். பொருளின் நிலைமம், அதன் நிறைக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்.

ஓய்வு நிலையை மாற்ற அல்லது சீரான இயக்க நிலையை மாற்ற, புறக்காரணி ஒன்று, அதாவது விசை தேவைப்படுகிறது என்பது முதல் விதியின் முடிவாகும்.

ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது சீரான நேர்க்கோட்டு இயக்க நிலையை எது மாற்றுகின்றதோ அல்லது மாற்ற முயலுகின்றதோ அதுவே விசை என வரையறுக்கப்படுகிறது.

பொருளின் நிலையில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் தள்ளுதல் அல்லது இழுத்தல் என்பது விசையாகும். இரு பொருள்களுக்கிடையே இடைவினை (interaction) ஏற்படும்போது, ஒவ்வொன்றும் மற்றொன்றின் மீது விசையை செயல்படுத்துகிறது. இடைவினை மறைந்துவிட்டால், பொருள்களின் மீது விசை இருக்காது. இடைவினை காரணமாகவே விசைகள் இருக்கின்றன.

பொருள்களுக்கிடையேயான விசைகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாகக் கருதலாம். அவைகள், தொடுதல் விசைகள் (contact forces) மற்றும் தொலைவுச் செயல் காரணமாக ஏற்படும் தொடுதல் அல்லாத விசைகள் (non-contact forces) ஆகும்.

இடைவினை புரியும் இரு பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பதால் ஏற்படும் விசைகள் தொடுதல் விசைகள் ஆகும்.

இழுவிசை, செங்குத்து விசை, காற்றுத் தடையினால் ஏற்படும் விசை, செயல்படுத்தப்படும் விசைகள் மற்றும் உராய்வு விசைகள் போன்றவை தொடுதல் விசைகளாகும்.

இடைவினை புரியும் இரு பொருள்கள், ஒன்றுடன் ஒன்று தொடாமலேயே, ஒன்றையொன்று இழுக்கக்கூடிய அல்லது தள்ளக்கூடிய விசைகள் தொடுதல் அல்லாத விசைகளாகும்.

ஈர்ப்பியல் விசை, மின் விசை மற்றும் காந்தவிசை போன்றவை தொடுதல் அல்லாத விசைகள்

ஆகும்.

பொருளின் உந்தம்

இயங்கும் பொருளொன்றை நிறுத்தத் தேவைப்படும் விசை இரு காரணிகளைச் சார்ந்தது என சோதனைகள் மூலம் கண்டறியப்பட்டதாகும். அவையாவன : (i) பொருளின் நிறை மற்றும் (ii) பொருளின் திசைவேகம்.

இயக்கத்தில் உள்ள பொருளிற்கு உந்தம் உண்டு. நிறை மற்றும் திசைவேகத்தின் பெருக்கற்பலன், பொருளின் உந்தம் என வரையறுக்கப்படும். m என்பது பொருளின் நிறை மற்றும் \vec{v} என்பது அதன் திசைவேகம் எனில், பொருளின் நேர்க்கோட்டு உந்தம், $\vec{p} = m \vec{v}$

எண் மதிப்பும் திசையும் உடைய உந்தம் ஒரு வெக்டர் அளவாகும். $kg \ m \ s^{-1}$ என்ற அலகினால் உந்தம் அளவிடப்படுகிறது. அதன் பரிமாண வாய்ப்பாடு, MLT^{-1} .

பொருளின் மீது விசை செயல்பட்டால், அதன் திசைவேகம் மாறுகிறது. எனவே, உந்தமும் மாறுகிறது. சமநிறையுள்ள இரு பொருள்களில், மெதுவாக இயங்கும் பொருளின் உந்தம், வேகமாக இயங்கும் பொருளின் உந்தத்தைவிடக் குறைவு.

மாறுபட்ட நிறைகளும் திசைவேகங்களும் உடைய இரு பொருள்களின் உந்தம் சமம் எனில்,

$$\vec{p}_1 = \vec{p}_2$$

$$\text{அதாவது, } m_1 \vec{v}_1 = m_2 \vec{v}_2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\vec{v}_2}{\vec{v}_1}$$

சம உந்தங்கள் உடைய பொருள்களின் திசைவேகங்கள் அவற்றின் நிறைகளுக்கு எதிர்த்தகவிலிருக்கும்.

2.4.2 நியூட்டனின் இரண்டாம் இயக்க விதி

இருக்கக்கூடிய விசைகள் சமப்படுத்தப்படும்போது, பொருள்களின் தன்மையைப் பற்றி நியூட்டனின் முதல் விதி விளக்குகிறது. மேலும், முதல் விதியிலிருந்து, இயக்கத்திலுள்ள பொருள் தனது திசையை மாற்றிக்கொள்ள அல்லது திசைவேகத்தின் எண் மதிப்பை மாற்றிக்கொள்ள அல்லது இரண்டையுமே மாற்றிக் கொள்ள விசை தேவை என்பது அறியப்படுகிறது. அதாவது, விசை என்ற இயற்பியல் அளவு, முடுக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்ற அல்லது ஏற்படுத்த முயலுகின்ற ஒரு காரணியாகும்.

இருக்கக்கூடிய விசைகள் சமப்படுத்தப்படாதபோது, பொருள்களின் தன்மையைப் பற்றி நியூட்டனின் இரண்டாம் இயக்கவிதி விளக்குகிறது.

இவ்விதியின்படி, பொருளின் உந்தம் மாறுபடும் வீதம் அதன்மீது செயல்படுத்தப்படும் விசைக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்; மற்றும், விசையின் திசையில் உந்தம் மாறுபாடு அடையும்.

\vec{p} என்பது பொருளின் உந்தம், மற்றும் \vec{F} என்பது அதன் மீது செயல்படும் விசை எனில், நியூட்டனின் இரண்டாம் இயக்கவிதிப்படி,

$$\vec{F} \propto \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{F} = k \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad k \text{ என்பது தகவு மாறிலி.}$$

m நிறையுள்ள பொருளொன்று \vec{v} திசை வேகத்தில் இயங்கினால், உந்தம், $\vec{p} = m\vec{v}$

$$\text{எனவே, } \vec{F} = k \frac{d}{dt} (m\vec{v}) = k m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

தகவு மாறிலி k -ன் மதிப்பு 1 என இருக்குமாறு விசையின் அலகு தெரிவு செய்யப்படுகிறது.

$$\therefore \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

இங்கு $a = \frac{d\vec{v}}{dt}$ என்பது, பொருளின் இயக்கத்தில் ஏற்பட்ட முடுக்கமாகும்.

பொருளின் நிறை மற்றும் பொருளின் மீது செயல்படும் விசையினால் ஏற்பட்ட முடுக்கத்தின் பெருக்கற்பலனாக, விசை அளவிடப்படுகிறது. விசையை அளவிடுவது பற்றி, இரண்டாம் இயக்கவிதி கூறுகிறது.

பொருளில் ஏற்பட்ட முடுக்கம், பொருளின் நிலைமத்தைச் சார்ந்தது. அதாவது, நிலைமம் அதிகமாக இருந்தால் முடுக்கம் குறைவாக ஏற்படும்.

ஓரலகு நிறையின் மீது செயல்பட்டு, ஓரலகு முடுக்கத்தை ஏற்படுத்தக் கூடிய விசையை ஒரு நியூட்டன் (newton) என வரையறை செய்யலாம்.

விசை ஒரு வெக்டர் அளவாகும். விசையின் அலகு $kg\ m\ s^{-2}$ அல்லது newton ஆகும். அதன் பரிமாண வாய்ப்பாடு MLT^{-2} .

கணத்தாக்கு விசையும், விசையின் தாக்கமும்

(i) கணத்தாக்கு விசை (**Impulsive force**)

விசை செயல்படும் காலத்தில் பொருளின் நிலையில் ஏற்படும் மாற்றம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாக இருக்கக்கூடிய, மிகக் குறைவான காலத்தில் பொருளின் மீது செயல்படும் மிக அதிகமான விசை, கணத்தாக்கு விசை எனப்படும். எடுத்துக் காட்டுகள் : சுத்தியலால் (hammer) அடித்தல், இரு பில்லியர்டு பந்துகளுக்கிடையே யான மோதல்.

(ii) விசையின் தாக்கம் (**Impulse of a force**)

t காலத்தில் செயல்படும் F என்ற மாறாத விசையின் தாக்கம் J என்பது, விசை மற்றும் காலத்தின் பெருக்கற்பலன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

அதாவது, விசையின் தாக்கம் = விசை × காலம்

$$J = F \times t$$

t கால இடைவெளியில் F என்ற விசையின் தாக்கம்

$$J = \int_0^t F dt \quad \dots(1)$$

படம் 2.25-ல் காட்டியவாறு, விசை - காலம் வரைபடத்தின் கீழ் உள்ள பரப்பளவு விசையின் தாக்கம் என அறியலாம். மிகக் குறுகிய கால இடைவெளியில் செயல்படும் மாறும் விசையினால் ஏற்படும் தாக்கம்,

$$J = F_{சராசரி} \times dt \quad \dots(2)$$

விசையின் தாக்கம் ஒரு வெக்டர் அளவு. அதன் அலகு N s.

கணத்தாக்கம் மற்றும் உந்தத்தின் தத்துவம்

நியூட்டனின் இரண்டாம் இயக்க விதியின்படி, பொருளின் மீது செயல்படும் விசை = $m a$

இங்கு m என்பது பொருளின் நிறை, a என்பது முடுக்கம்.

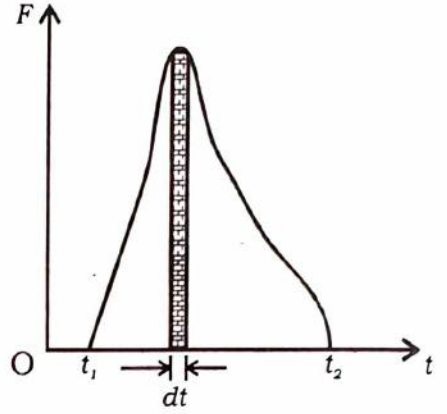
விசையின் கணத்தாக்கம் = $F \times t = (m a) t$

u மற்றும் v என்பன, பொருளின் தொடக்க மற்றும் இறுதித் திசைவேகங்கள் எனில்,

$$a = \frac{(v - u)}{t}$$

∴ விசையின் கணத்தாக்கம்

$$= m \times \frac{(v - u)}{t} \times t = m(v - u) = mv - mu$$



படம் 2.25 விசையின் தாக்கம்

கணத்தாக்கம் = பொருளின் இறுதி உந்தம் - பொருளின் தொடக்க உந்தம்

அதாவது, விசையின் கணத்தாக்கம் = உந்தத்தில் மாற்றம்.

கால இடைவெளி ஒன்றில், பொருளின் உந்தத்தில் ஏற்பட்ட மொத்த மாற்றம் அந்தக் கால இடைவெளியில் செயல்பட்ட விசையின் கணத்தாக்கத்திற்குச் சமம் ஆகும். இதுவே கணத்தாக்கம் மற்றும் உந்தத்தின் தத்துவமாகும்.

எடுத்துக்காட்டுகள்

(i) கிரிக்கெட் விளையாட்டு வீரர் ஒருவர் பந்தினைப் பிடிக்கும்போது, பந்தின் திசையில் தனது கைகளைத் தாழ்த்துகிறார்.

மிகக் குறுகிய கால இடைவெளியில், உந்தத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தினால், சராசரி விசை மிக அதிகமாக இருக்கும். சமன்பாட்டின்படி,

$$F = \frac{mv - mu}{t}$$

கால இடைவெளியை அதிகரிப்பதன் மூலம், சராசரி விசையைக் குறைக்கலாம். இதன் அடிப்படையில், கிரிக்கெட் வீரர் பந்தைப் பிடிக்கும்போது, பந்து கையைத் தொடும் காலத்தை அதிகரிக்க, கைகளைப் பந்தின் திசையில் தாழ்த்துகிறார். எனவே காயம் (hurt) ஏற்படாது.

(ii) மணல்தரையின் மீது விழுபவர்க்கு காயம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் சிமெண்ட் தரையில் விழுபவர்க்கு பலத்த காயம் ஏற்படுகிறது. இதே கருத்தின் அடிப்படையில், குத்துச் சண்டை மற்றும் உயரம் தாண்டதல் போன்ற விளையாட்டுகள் நடைபெறும் மைதானம் மென்மையாக்கப்பட்டுள்ளது.

(iii) கரடுமுரடான சாலைகளில் செல்லும்போது, வாகனங்கள் குலுங்காமல் இருக்க அவற்றில் சுருள்வில்களும் (springs) அதிர்வுத் தாங்கிகளும் (shock absorbers) பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

2.4.3 நியூட்டனின் மூன்றாம் இயக்க விதி

நாற்காலியின் மீது நாம் அமர்ந்திருக்கும்போது, நமது உடல், நாற்காலியின் மீது கீழ்நோக்கிய விசையையும், நாற்காலி, நமது உடலின் மீது மேல்நோக்கிய விசையையும் செயல்படுத்துகின்றன என்பது நமக்குத் தெரிந்ததே. இந்த இடைவினையின் விளைவாக, நாற்காலியின்மீது ஒரு விசை மற்றும் நம் உடலின் மீது மற்றொரு விசை என இரு விசைகள் ஏற்படுகின்றன. இவ்விரு விசைகளும் செயல் மற்றும் எதிர்ச் செயல் விசைகள் எனப்படுகின்றன. இந்தச் செயல் விசைகளுக்கு இடையேயான தொடர்பை நியூட்டனின் மூன்றாம் விதி விளக்குகிறது. ஒவ்வொரு செயலுக்கும் அதற்குச் சமமானதும் எதிர்த் திசையில் உள்ளதுமான ஒரு எதிர்ச்செயல் உண்டு என்பது இவ்விதியாகும்.

இவ்விதியின்படி, இரு பொருள்களில் முதல் பொருள் (body) இரண்டாவது பொருளின் மீது ஒரு குறிப்பிட்ட விசையை செயல்படுத்துகிறது. இரண்டாவது பொருள் முதல் பொருளின் மீது சமமான விசையை எதிர்த்திசையில் செயல்படுத்துகிறது. நியூட்டனின் மூன்றாம் விதியை செயல் எதிர்ச்செயல் விதி என்றும் கூறலாம்.

1 மற்றும் 2 என்ற இரு பொருள்கள், ஒன்றின் மீது மற்றொன்று விசைகளைச் செயல்படுத்துகின்றன. பொருள் 2, பொருள் 1-ன் மீது செயல்படுத்திய விசை \vec{F}_{12} மற்றும் பொருள் 1, பொருள் 2-ன் மீது செயல்படுத்திய விசை \vec{F}_{21} என்றால், மூன்றாம் விதிப்படி

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

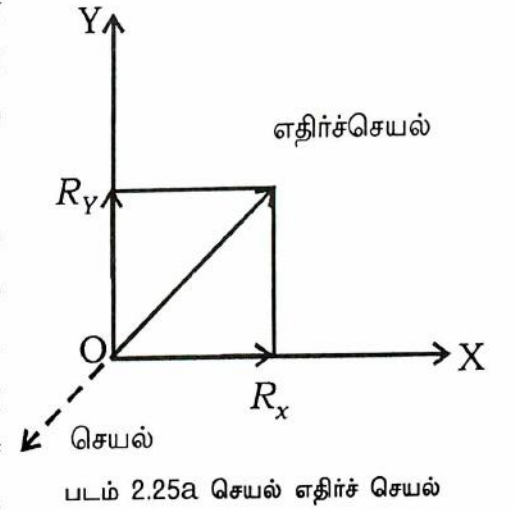
இவ்விரண்டு விசைகளில், விசை \vec{F}_{12} செயல் என்றால் மற்றொரு விசை \vec{F}_{21} எதிர்ச்செயல் ஆகும். அல்லது விசை \vec{F}_{21} செயல் என்றால், விசை \vec{F}_{12} எதிர்ச்செயல் ஆகும். எனவே, இரண்டில் காரணம் (cause) எது, விளைவு (effect) எது எனக் கூற முடியாது. செயலும் எதிர்ச்செயலும் ஒரே பொருளின் மீது செயல்படாது; வெவ்வேறு பொருள்களின்மீது செயல்படும். செயலும் எதிர்ச்செயலும் ஒன்றை ஒன்று நீக்காது (cancel); எப்பொழுதும் சோடியாகவே (pair) இருக்கும்.

நமது அன்றாட வாழ்வில், மூன்றாம் இயக்க விதியின் விளைவை, பல செயல்பாடுகளில் உணரலாம். (i) துப்பாக்கியிலிருந்து, குறிப்பிட்ட விசையுடன் (செயல்) குண்டு (bullet) வெளியேறினால், அவ்விசைக்குச் சமமான எதிர்விசை (எதிர்ச்செயல்) துப்பாக்கியின் மீது பின்னோக்கிச் செயல்படும்.

(ii) படகிலிருந்து ஒருவர், கரைக்குத் தாவும்போது, அவரிடமிருந்து படகு பின்புறம் நகர்ந்து விடும். படகின் மீது அவர் செயல்படுத்தும் விசை (செயல்), படகின் இயக்கத்திற்குக் காரணமாகவும், படகு அவர் மீது செயல்படுத்தும் எதிர் விசை (எதிர்ச்செயல்), கரையை நோக்கிய அவரின் இயக்கத்திற்குக் காரணமாகவும் இருக்கின்றன.

(iii) நீந்துபவர், குறிப்பிட்ட விசையுடன் (செயல்) நீரை பின்புறம் தள்ளுகிறார். அதற்குச் சமமான எதிர்விசையை (எதிர்ச்செயல்) நீந்துபவர் மீது நீர் செயல்படுத்தி முன்புறம் தள்ளுகிறது.

(iv) எதிர்ச்செயல் விசை இல்லையெனில், நம்மால் நடக்க முடியாது. நடக்கும்போது, நம் கால் பாதத்தை தரையில் அழுத்துவதன் மூலம் விசையைச் செயல்படுத்துகிறோம். இதற்குச் சமமான எதிர்விசையை, தரை நம் கால்பாதத்தின் மீது செயல்படுத்துகிறது. இந்த எதிர்விசை புவிப்பரப்பிற்குச் சாய்வாக உள்ளது. எதிர்விசையின் செங்குத்துக்கூறு, நமது எடையை சமப்படுத்துகிறது; கிடைத்தளக்கூறு, நாம் முன்னோக்கி நடக்க உதவுகிறது.



(v) இறக்கைகளின் உதவியால் பறவை பறக்கின்றது. பறவையின் இறக்கைகள், காற்றைக் கீழ்நோக்கித் தள்ளுகின்றன. (செயல்) காற்று, பறவையை மேல்நோக்கித் தள்ளுகிறது (எதிர்ச்செயல்)

(vi) சுவர்மீது நம் உள்ளங்கையை (palm) வைத்து அழுத்தினால் (செயல்), உள்ளங்கையின் வடிவம் சிறிது மாறுகிறது. ஏனெனில், சுவர் நம் கையின் மீது சமவிசையை (எதிர்ச்செயல்) செயல்படுத்துகிறது.

நழுவுதலுக்கான நியதி

உராய்வு விசையைவிட மையநோக்கு விசை அதிகமாக இருப்பின் நழுவுதல் ஏற்படும். சாலைக்கும் டயருக்கும் (Tyre) இடையிலான உராய்வுக் குணகம் μ எனில், எல்லை உராய்வு (உராய்வு விசை),

$$f = \mu R$$

இங்கு R என்பது செங்குத்து எதிர்ச்செயல் = mg

$$\therefore f = \mu (mg)$$

எனவே, நழுவ வேண்டுமெனில்,

மையநோக்கு விசை > உராய்வு விசை

$$\frac{mv^2}{r} > \mu (mg)$$

$$\frac{v^2}{rg} > \mu$$

$$\text{ஆனால், } \frac{v^2}{rg} = \tan \theta$$

$$\therefore \tan \theta > \mu$$

அதாவது, வெளிவிளிம்பு உயர்த்தப்பட்டதால் ஏற்பட்ட கோணத்தின் டேஞ்சன்ட் மதிப்பு, உராய்வுக் குணகத்தை விட அதிகமெனில், நழுவுதல் நடைபெறும்.

2.7 வேலை

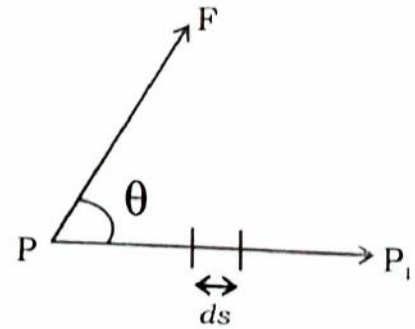
வேலை மற்றும் ஆற்றல் என்ற இரு சொற்களும் நாம் நன்கு அறிந்தவையே. அன்றாட வாழ்வில் எந்தவொரு வேலையையும் செய்ய, மூளைத்திறன் அல்லது தசைநார் திறன்கள் தேவைப்படுகின்றன. விசை செயல்படும் புள்ளியானது, விசையின் திசையில் அல்லது விசைக்கு எதிர்த்திசையில் நகர்ந்தால், அவ்விசை அல்லது அவ்விசையை எதிர்த்து வேலை செய்யப்பட்டது என இயற்பியலில் கூறப்படும். இடப்பெயர்ச்சி நிகழவில்லையெனில் வேலை செய்யப்படவில்லை. எனவே, வேலை செய்யப்பட, இன்றியமையாத இரு நியதிகள்;

(i) விசை செயல்பட வேண்டும்.

(ii) விசையானது, இயக்கத்தை அல்லது

இடப்பெயர்ச்சியை ஏற்படுத்த வேண்டும்.

துகள் ஒன்றின் மீது செயல்படுத்தப்படும் விசை F மற்றும் துகள் அடைந்த மிகச்சிறிய இடப்பெயர்ச்சி ds எனில், விசை செய்த வேலை $dw = \vec{F} \cdot \vec{ds}$.



படம் 2.45 விசை செய்யும் வேலை

இந்தப் புள்ளிப் பெருக்கலின் எண் மதிப்பு $(F \cos \theta) ds$ ஆகும். அதாவது, $dw = F ds \cos \theta = (F \cos \theta) ds$. இங்கு θ என்பது \vec{F} -க்கும் \vec{ds} -க்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஆகும். (படம் 2.45)

எனவே, மிகச்சிறிய இடப்பெயர்ச்சியின் போது, விசை செய்த வேலை என்பது, இடப்பெயர்ச்சி ds மற்றும் இடப்பெயர்ச்சியின் திசையில் விசையின் கூறு $F \cos \theta$ -ன் பெருக்கற் பலனுக்குச் சமம்.

வேலை என்பது எண்மதிப்பு மட்டும் உடைய ஒரு ஸ்கேலர் அளவாகும்.

பொருள் P என்ற நிலையிலிருந்து P_1 க்கு இடம் பெயரும்போது விசையினால் செய்யப்பட்ட வேலையை மேற்காண் சமன்பாட்டைத் தொகை காண்பதன் மூலம் பெறலாம்.

$$W = \int dw = \int (F \cos \theta) ds$$

மாறாத விசையால் செய்யப்பட்ட வேலை

படம் 2.46-ல் காட்டியவாறு, பொருளின் மீது மாறாத எண்மதிப்புடைய விசையானது நேர்க்கோட்டுப் பாதையிலிருந்து θ கோணத்தில் செயல்பட்டால்

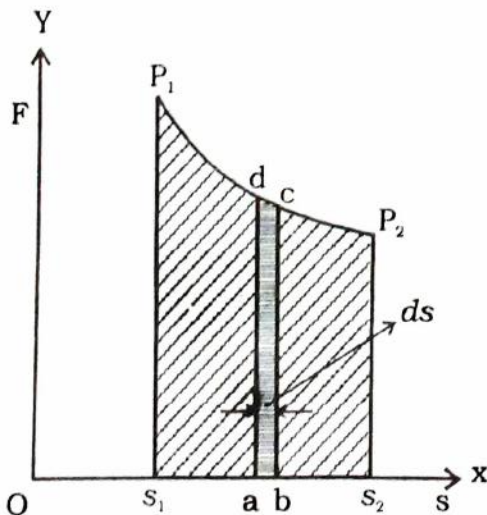
$$W = F \cos \theta \int_{s_1}^{s_2} ds = F \cos \theta (s_2 - s_1)$$

மாறாத விசை ஒன்று செய்த வேலை, படம் 2.47-ல் வரைபட முறையில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$W = F \cos \theta (s_2 - s_1) = \text{பரப்பு } ABCD$$

மாறும் விசையால் செய்யப்பட்ட வேலை

பொருளொன்று, மாறுபடக்கூடிய விசையின் செயல்பாட்டினால் இடம் பெயர்ந்தால், படம் 2.48-ல் காட்டியவாறு, செய்யப்பட்ட வேலை,



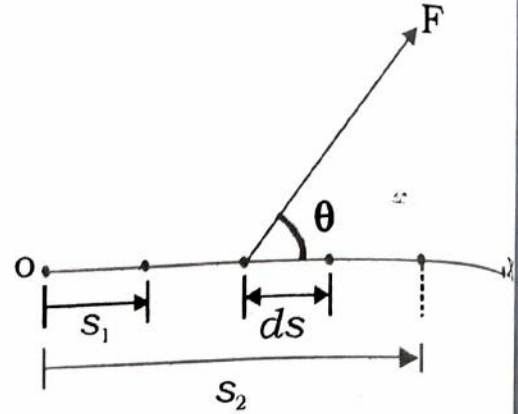
படம் 2.48 மாறுபடும் விசை செய்த வேலை

$dw = F \cos \theta ds$, $ds = abcd$ என்ற சிறுபகுதியின் பரப்பு

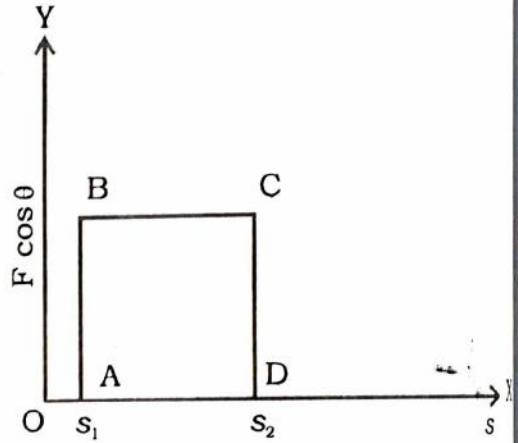
\therefore பொருள், S_1 -லிருந்து S_2 -க்கு நகரும்போது செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை

$\Sigma dw = W = P_1 P_2$ வளைகோட்டின் கீழ் உள்ள பரப்பு = பரப்பு $S_1 P_1 P_2 S_2$

வேலையின் அலகு ஜூல் (joule). 1 நியூட்டன் விசை செயல்பட்டு, விசையின் திசையில், விசை செயல்படுபுள்ளி 1 மீட்டர் நகர்ந்தால் விசை செய்த வேலை 1 ஜூல் ஆகும்.



படம் 2.46 மாறாத விசை செய்த வேலை



படம் 2.47 வரைபடத்தில் மாறாத விசை செய்த வேலை

சிறப்பு நேர்வுகள்

(i) விசை F செயல்படும் திசையில் இடப்பெயர்ச்சி s ஏற்பட்டால், $\theta = 0^\circ$

$$\therefore \text{வேலை, } W = F s \cos 0 = F s$$

(ii) இயக்கத்தின் திசைக்குச் செங்குத்தாக விசை செயல்படுவதாகக் கருதினால், $\theta = 90^\circ$

$$\therefore \text{வேலை, } W = F s \cos 90^\circ = 0$$

எடுத்துக்காட்டாக, உராய்வற்ற கிடைப் பரப்பில் பொருள் இயங்கும்போது, அதன் எடையும் பரப்பின் எதிர்ச்செயலும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருப்பதால், வேலை செய்யப்படாது. இது போன்றே, நூல் ஒன்றினால் கட்டப்பட்ட கல்லை, வட்டப்பாதையில் சீரான வேகத்தில் சுற்றிவரச் செய்யும்போது கல்லின் இயக்கத்திசையை மையநோக்கு விசை தொடர்ந்து மாற்றுகிறது. இந்த விசை பொருளின் இயக்கத் திசைக்கு எப்பொழுதும் செங்குத்தாக இருப்பதால் இவ்விசை வேலை செய்வதில்லை.

(iii) இடப்பெயர்ச்சியின் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் விசை F செயல்பட்டால், $\theta = 180^\circ$

$$\therefore \text{வேலை, } (W) = F s \cos 180^\circ = -F s$$

எடுத்துக்காட்டு : பரப்பின் மீது நழுவுவது பொருளின் வேகத்தை உராய்வு விசை குறைப்பதால், இவ்விசை எதிர் (எதிர்க்குறி) வேலை செய்கிறது.

விசையினால் செய்யப்பட்ட வேலையை நேர்வேலை (positive work) எனவும் விசைக்கு எதிராகச் செய்யப்பட்ட வேலையை எதிர்வேலை (negative work) எனவும் வரையறை செய்யலாம்.

2.8 ஆற்றல்

வேலை செய்யும் திறமையை (capacity) ஆற்றல் என வரையறுக்க முடியும். இயந்திர ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றல், மின்னாற்றல், வேதி ஆற்றல், ஒளி ஆற்றல், அணுக்கரு ஆற்றல் என ஆற்றல் பல வகைகளாக உள்ளது.

பொருளின் நிலையினால் அல்லது இயக்கத்தினால் அது பெற்றுள்ள ஆற்றல் இயந்திர ஆற்றல் எனப்படும்.

பொருளின் இயந்திர ஆற்றல், நிலை ஆற்றல் மற்றும் இயக்க ஆற்றல் என இரு வகைப்படும்.

2.8.1 நிலை ஆற்றல்

பொருளின் நிலையைப் பொருத்து அல்லது திரிபுத் தன்மையைப் பொருத்து, அதனுள் சேமிக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல் நிலையாற்றல் எனப்படும். தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள நீர், சுற்றப்பட்டுள்ள கம்பிச் சுருள், அமுக்கப்பட்டுள்ள காற்று, இழுக்கப்பட்ட இரப்பர் துண்டு போன்றவை நிலையாற்றலைப் பெற்றுள்ளன.

பொருளொன்று ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு நகரும்போது, பொருளின் மீது விசை செய்யும் வேலையின் அளவு நிலையாற்றலாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

நிலையாற்றலின் சமன்பாடு

படம் 2.49-ல் காட்டியவாறு, m நிறையுள்ள பொருள், தரையிலிருந்து h உயரத்தில் ஓய்வு நிலையில் இருப்பதாகக் கருதுவோம்.

தரையிலிருந்து பொருளை, h உயரத்திற்கு உயர்த்தும்போது செய்யப்படும் வேலை பொருளினுள் நிலையாற்றலாக சேமிக்கப்பட்டுள்ளது.

பொருள், தரையில் விழும்போது அதே அளவு வேலையை மீண்டும் பெற முடியும். பொருளை செங்குத்தாக உயர்த்த, அதன் எடைக்குச் சமமான mg என்ற விசையை செயல்படுத்த வேண்டும்.

பொருள், h உயரத்திற்குச் செங்குத்தாக உயர்த்தப்படும்போது, செய்யப்பட்ட வேலை $W = \text{விசை} \times \text{இடப்பெயர்ச்சி}$

$$\therefore W = mg \times h$$

இந்த வேலை, பொருளினுள் நிலையாற்றலாக சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\therefore E_p = mgh$$

2.8.2 இயக்க ஆற்றல்

பொருளின் இயக்கத்தைப் பொருத்து, அது பெற்றுள்ள ஆற்றல் இயக்க ஆற்றல் ஆகும். பொருளொன்று ஓய்வுநிலைக்கு வருமுன், செயல்படும் விசைகளுக்கு எதிராக, அது செய்யக்கூடிய வேலையின் அளவாக இயக்க ஆற்றல் அளவிடப்படுகிறது. கீழே விழும் பொருள் துப்பாக்கியிலிருந்து வெளியேறும் குண்டு, அலைவுறும் ஊசல் போன்றவை இயக்க ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன.

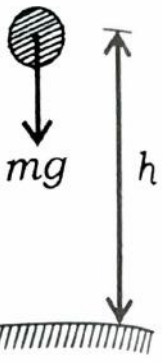
நகரும் பொருள், வேலையைச் செய்யக்கூடியதாகும். ஆனால், வேலையைச் செய்யும் போது பொருளின் திசைவேகம் குறையும். செய்யக்கூடிய வேலையின் அளவு, திசைவேகத்தின் எண் மதிப்பும் மற்றும் பொருளின் நிறை என்ற இரண்டையும் சார்ந்தது. சம திசைவேகத்தில் செல்லும் ஒரே அளவுடைய இரு துப்பாக்கிக் குண்டுகளில், லேசான குண்டைவிட கனமான குண்டு மரக்கட்டையின் ஆழமாகத் துளைத்துச் செல்லும்.

இயக்க ஆற்றலின் சமன்பாடு

படம் 2.50-ல் காட்டியவாறு, m நிறையுள்ள பொருள், v திசைவேகத்துடன் நேர்க்கோட்டில் இயங்குவதாகக் கருதுவோம். அதன் இயக்கத்தைத் தடுத்து நிறுத்தும் வகையில், சீரான விசை செயல்பட்டு எதிர் முடுக்கத்தை ஏற்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். (முடுக்கம் குறைவதை எதிர்முடுக்கம் என்கிறோம்)

$$F = \text{நிறை} \times \text{எதிர்முடுக்கம்} = - ma$$

பொருள், ஓய்வு நிலைக்கு வருமுன், அடைந்த இடப்பெயர்ச்சி dx என்க.



படம் 2.49 நிலை ஆற்றல்

செய்யப்பட்ட வேலை

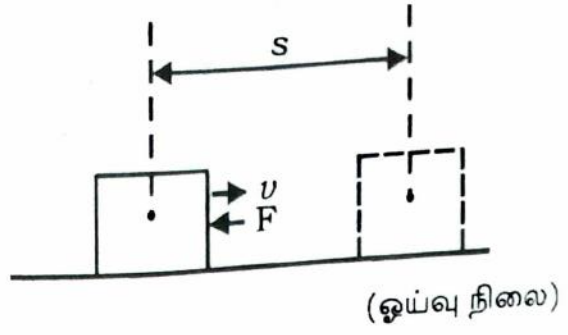
எதிர்முடுக்கம்,

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot v \quad \dots(2)$$

இங்கு, $\frac{dx}{dt} = v$, பொருளின் திசைவேகம்.

சமன்பாடு (2)-ஐச் சமன்பாடு (1)-ல் பிரதியிட

$$F = -mv \frac{dv}{dx} \quad \dots(3)$$



படம் 2.50 இயக்க ஆற்றல்

எனவே, பொருளை ஓய்வு நிலைக்குக் கொண்டுவர செய்யப்படும் வேலை,

$$W = \int F \cdot dx = -\int_v^0 mv \cdot \frac{dv}{dx} \cdot dx = -m \int_v^0 v dv \quad \dots(4)$$

$$W = -m \left[\frac{v^2}{2} \right]_v^0 = \frac{1}{2} mv^2$$

இந்த வேலை, பொருளின் இயக்க ஆற்றலுக்குச் சமம் ஆகும்.

$$\therefore \text{இயக்க ஆற்றல், } E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

8.3 வேலை மற்றும் ஆற்றல் தத்துவம் (வேலை - ஆற்றல் தேற்றம்)

ற்று

பொருளொன்றின் இடப்பெயர்ச்சியின் போது, செயல்படும் விசையினால் செய்யப்படும் வேலையானது, அந்த இடப்பெயர்ச்சியின் போது ஏற்படும் இயக்க ஆற்றலின் மாறுபாட்டிற்குச் சமம்.

மீட்டித்தல்

படம் 2.51-ல் காட்டியவாறு, F என்ற விசை செயல்பட்டு, m நிறையுள்ள பொருளொன்று, ஒரு தரையின் வழியாக v திசைவேகத்தில் இயங்குவதாகக் கருதுவோம். ஆதிப்புள்ளி O-வில் இருந்து, ஒரு குறிப்பிட்ட கணத்தில் பொருளின் நிலை P எனக் கருதுக.

P-யில் வரையப்பட்ட தொடுகோட்டுடன் விசையின் திசை ஏற்படுத்தும் கோணம் θ ஆகும்.

விசை F-ஐ இரு செவ்வகக் கூறுகளாகப் பகுக்கலாம்.

(i) $F_t = F \cos \theta$ (தொடுகோட்டில்) மற்றும்

(ii) $F_n = F \sin \theta$ (P-யில் செங்குத்தாக)

...(1)

ஆனால், $F_t = ma_t$

2.8.6 திறன் (power)

வேலை செய்யப்படும் வீதம் என திறன் வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\text{திறன்} = \frac{\text{வேலை}}{\text{காலம்}}$$

இதன் அலகு வாட் (watt) மற்றும் பரிமாண வாய்ப்பாடு $ML^2 T^{-3}$.

1 நொடியில், 1 ஜூல் வேலை செய்யப்படுவதாகக் கூறப்பட்டால், திறன் என்பது 1 வாட் ஆகும். dt கால இடைவெளியில் செய்த வேலை dw எனில்,

$$\text{திறன்} = \frac{dw}{dt} \quad \dots(1)$$

$$\text{ஆனால் } dw = (F \cos \theta) ds \quad \dots(2)$$

இதில் θ என்பது விசையின் திசைக்கும் இடப்பெயர்ச்சிக்கும் இடைப்பட்ட கோணமாகும். $F \cos \theta$ என்பது சிறிய இடப்பெயர்ச்சியான ds -ன் திசையில் விசையின் கூறு ஆகும்.

சமன்பாடு (2)ஐ சமன்பாடு (1)ல் பிரதியிட

$$\text{திறன்} = \frac{(F \cos \theta) ds}{dt} = (F \cos \theta) \frac{ds}{dt} = (F \cos \theta) v$$

$$\left(\because \frac{ds}{dt} = v \right)$$

$$\therefore \text{திறன்} = (F \cos \theta) v$$

F ம், v -யும் ஒரே திசையில் இருந்தால்,

$$\text{திறன்} = F v \cos 0 = F v$$

$$= \text{விசை} \times \text{திசைவேகம்}$$

திறனை புள்ளிப் பெருக்கலாலும் குறிப்பிடலாம்.

$$\text{அதாவது } P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

2.9 மோதல்கள்

இரு பொருள்கள் ஒன்றையொன்று உரசுவது அல்லது ஒன்றின் இயக்கப் பாதையை மற்றொன்று மாற்றுவது மோதல் எனப்படும். இயற்பியலில், மோதல் என்பது பொருள்கள் ஒன்றையொன்று உரசு (strike) வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை. ஒன்றையொன்று தொடாமல், ஒன்றின் இயக்கத்தை மாற்றொன்று மாற்றுவதும் மோதலே ஆகும்.

இரு பொருள்கள் மோதும்போது, ஒவ்வொரு பொருளும் மற்றொரு பொருளின் மீது விசையைச் செயல்படுத்துகிறது. இரு விசைகளும், சமமான ஆனால் சிறிய கால இடைவெளியில் ஒன்றோடு நேரத்தில் செயல்படுகின்றன. நியூட்டனின் மூன்றாம் இயக்கவிதிப்படி, ஒவ்வொரு பொருளும் மற்றொன்றின் மீது சம எதிர்விசையை செயல்படுத்துகிறது.

(2) எடுத்துக்காட்டுகள்

ஈர்ப்பியல் விசை, உராய்வு விசை, மின் விசை, காந்த விசை போன்றவைகள் மைய நோக்கு விசைகளாகச் செயல்படும்.

(3) (i) நூலில் கட்டப்பட்ட கல் ஒன்றை வட்டப்பாதையில் சுற்றச் செய்யும்போது, நூலில் ஏற்படும் இழுவிசை மையநோக்கு விசையை ஏற்படுத்துகிறது.

(ii) வளைவுப் பாதையில் கார் (car) ஒன்று திரும்பும்போது டயர்களுக்கும் சாலைக்கும் இடையே உள்ள உராய்வு விசை, மையநோக்கு விசையை ஏற்படுத்துகிறது.

(iii) கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றி வருதலிலும், நிலவு புவியைச் சுற்றி வருதலிலும், அவற்றிற்கிடையேயான ஈர்ப்பியல் விசை, மையநோக்கு விசையை ஏற்படுத்துகிறது.

(iv) எலக்ட்ரான், அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும்போது, அவற்றிற்கிடையேயான நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி விசை, மையநோக்கு விசையை ஏற்படுத்துகிறது.

2.6.8 மைய விலக்கு எதிர்ச்செயல்

நியூட்டனின் மூன்றாம் இயக்க விதிப்படி, ஒவ்வொரு செயலுக்கும் சமமான மற்றும் எதிரான எதிர்ச்செயல் ஒன்று உண்டு. மையநோக்கு விசைக்குச் சமமான, எதிரான எதிர்ச்செயல் மையவிலக்கு எதிர்ச்செயல் எனப்படும். ஏனெனில், பொருளை மையத்தைவிட்டு வெளியேச் செல்லுமாறு இந்த எதிர்ச்செயல் செய்கிறது. சுற்றிவரும் பொருளின் முடுக்கத்தின் காரணமாகச் செயல்படும் அல்லது செயல்படுவதாக நினைக்கக்கூடிய ஒரு மாயம் (pseudo) அல்லது தோற்ற விசையே மைய விலக்கு எதிர்ச்செயலாகும்.

நூல் ஒன்றில் கட்டப்பட்ட கல்லனாது வட்டப் பாதையில் சுற்றிவரும்போது, கல்லின் மீது மட்டும் நூலின் வழியாக மையத்தை நோக்கிய விசை செயல்படுவதில்லை; கல்லும் நம் விரலின் மீது நூலின் வழியாக மையத்தை விட்டு விலகிய விசையை (மைய விலக்கு விசை) செயல்படுத்துகிறது. கைவிரலிலிருந்து நூலினை விடுவித்தால், இழுவிசை மறைந்து, வட்டப்பாதையின் தொடுகோட்டின் வழியே கல் (நியூட்டனின் முதல் இயக்கவிதியின்படி) பறந்து விடும்.

வளைவுப் பாதை ஒன்றில் கார் (car) திரும்பும் போது, காரினுள் அமர்ந்திருப்பவர் வெளிப்புறம் நோக்கிய விசையை உணர்கிறார். ஏனெனில், அவரால் மையநோக்கு விசையை ஏற்படுத்த முடியவில்லை. எனவே, அவர், வெளிப்புற விசையைத் தவிர்க்க உட்புறம் நோக்கிய விசையை செயல்படுத்த வேண்டும்.

(1) செங்குத்து வட்டத்தில் இயக்கம்

m நிறையுள்ள பொருளொன்று நூலினால் கட்டப்பட்டு, O என்ற புள்ளியைப் பொருத்து, r ஆரமுள்ள செங்குத்து வட்டப்பாதையில் சுற்றி வருவதாகக் கருதுவோம். (படம் 2.41) இது வட்ட இயக்கம். ஆனால் சீரான இயக்கம் அல்ல. ஏனெனில், பொருள் கீழே வரும் போது வேகம் அதிகரிக்கும். மேலே செல்லும்போது வேகம் குறையும்.

t என்ற கணத்தில், பொருள் P-யில் இருந்தால், நூலில் உள்ள T என்ற இழுவிசை எப்பொழுதுமே O-வை நோக்கியே செயல்படும்.

P-யில் பொருளின் எடை mg -ஐ நூலின் வழியாக வெளிப்புறம் நோக்கி $mg \cos \theta$ எனவும் நூலிற்குச் செங்குத்தாக $mg \sin \theta$ எனவும் இரு கூறுகளாகப் பகுக்கலாம்.

பொருள் P-யில் உள்ளபோது, அதன் மீது நூலின் வழியாக கீழ்க்காண் விசைகள் செயல்படும்.

(i) OP வழியாக (வெளிப்புறமாக) செயல்படும் $mg \cos \theta$

(ii) PO வழியாக (உட்புறமாக) செயல்படும் இழுவிசை T.

P-யில் PO வழியாக பொருளின் மீதான மொத்த விசை $T = mg \cos \theta$

தேவையான மையநோக்கு விசை $\frac{mv^2}{r}$ -ஐ இந்த விசை ஏற்படுத்த வேண்டும்.

$$\therefore T - mg \cos \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$T = mg \cos \theta + \frac{mv^2}{r}$$

பாதையின் அடிப்புள்ளி A-ல், $\theta = 0^\circ$, $\cos 0^\circ = 1$. சமன்பாடு (1)-ல் இருந்து

$$T_A = mg + \frac{mv_A^2}{r}$$

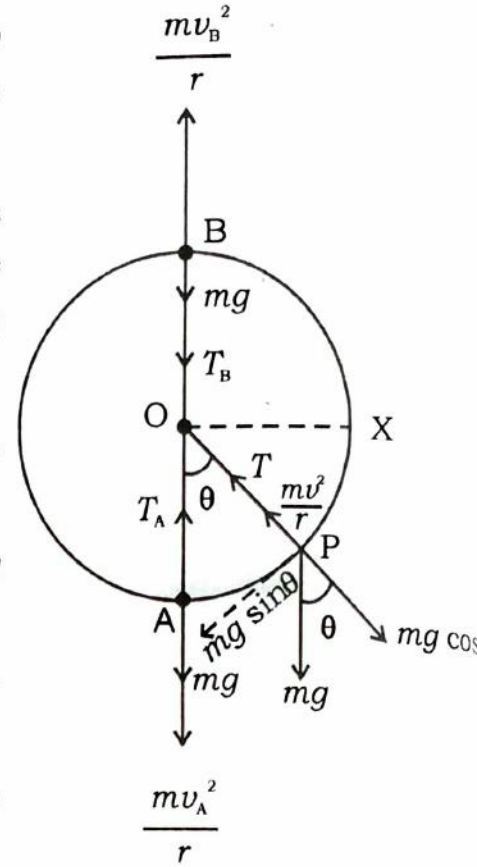
பாதையின் மேல்புள்ளி B-ல், $\theta = 180^\circ$, $\cos 180^\circ = -1$. சமன்பாடு (1)-ல் இருந்து

$$T_B = \frac{mv_B^2}{r} - mg$$

$$T_B = m \left(\frac{v_B^2}{r} - g \right)$$

$T_B > 0$ எனில், நூல் தொய்வின்றி விறைப்பாக இருக்கும். $T_B < 0$ எனில், நூலில் தொய் ஏற்பட்டு, செங்குத்து வட்ட இயக்கத்தை நிறைவு செய்ய முடியாது.

திசைவேகம் v_2 குறைந்தால், நூலின் இழுவிசை T_B -யும் குறைந்து, ஒரு குறிப்பிட்ட சிறிய திசைவேகமான மாறுநிலைத் திசைவேகத்தில் சுழியாகி விடும்.



படம் 2.41 செங்குத்து வட்டத்தில் பொருளின் இயக்கம்

v_C என்பது மாறுநிலைத் திசைவேகம் எனில்,

$$v_2 = v_C \text{ என்ற போது } T_B = 0$$

சமன்பாடு (3)-ல் இருந்து

$$\frac{mv_C^2}{r} - mg = 0 \text{ அல்லது } v_C^2 = rg$$

$$v_C = \sqrt{rg}$$

...(4)

B என்ற மேல்புள்ளியில், பொருளின் திசைவேகம் மாறுநிலைத் திசைவேகத்தைவிடக் குறைவாக இருப்பின், நூல் தளர்வுற்று, பொருள் தொடர்ந்து வட்டப்பாதையில் இயங்காமல் கீழே விழுந்து விடும்.

மேல்புள்ளியில் v_2 என்ற திசைவேகம், மாறுநிலைத் திசைவேகமான \sqrt{rg} -ஐ விடக் குறைவாக இருக்கக்கூடாதெனில், அடிப்புள்ளியில் குறைந்தபட்சத் திசைவேகம் v_A என்பது $v_B = \sqrt{rg}$ என்ற அளவில் இருக்க வேண்டும். அதாவது, $v_2 \geq \sqrt{rg}$ என இருந்தால் மட்டுமே செங்குத்து வட்ட இயக்கம் ஏற்படும்.

அடிப்புள்ளி Aயில், பொருளின் திசைவேகத்தைப்பெற ஆற்றல் அழிவின்மை விதியைப் பயன்படுத்தலாம். பொருள் Aயிலிருந்து Bக்கு $2r$ உயரத்திற்குச் செல்லும்போது குறையக்கூடிய இயக்க ஆற்றல் நிலையாற்றலாக அதிகரிக்கிறது. எனவே,

$$(A\text{-ல் நிலை ஆற்றல்} + A\text{-ல் இயக்க ஆற்றல்}) = (B\text{-ல் நிலை ஆற்றல்} + B\text{-ல் இயக்க ஆற்றல்})$$

$$\text{அதாவது, } 0 + \frac{1}{2} m v_A^2 = mg(2r) + \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$\frac{m}{2} - \text{ஆல் வகுக்க,}$$

$$v_A^2 = v_B^2 + 4gr$$

...(5)

சமன்பாடு (4)-ல் இருந்து, $v_B^2 = gr$

$$(\because v_B = v_C)$$

\therefore (5)-வது சமன்பாடு,

$$v_A^2 = gr + 4gr \text{ அல்லது}$$

$$v_A = \sqrt{5gr}$$

...(6)

v_A -ன் மதிப்பை (6)-வது சமன்பாட்டிலிருந்து (2)-வது சமன்பாட்டில் பிரதியிட,

$$T_A = mg + \frac{m(5gr)}{r} = mg + 5mg$$

$$= 6 mg$$

...(7)

செங்குத்து வட்ட இயக்கத்தில், மேல்புள்ளியில் திசைவேகம் \sqrt{gr} -ஐவிட அதிகமாகவும் அல்லது இழுவிசை ≥ 0 எனவும் இருக்க, அடிப்புள்ளியில் திசைவேகம் $\sqrt{5gr}$ -ஐ விட அதிகமாகவும் அல்லது இழுவிசை $6 mg$ -ஐ விட அதிகமாகவும் இருக்க வேண்டும்.

யற்றும் பிழியும் தொட்டி என்ற இரண்டு தனி தொட்டிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். துவைக்கும் கற்றில் பயன்படுத்துபவரே தேவையான அளவு நீரை துவைக்கும் தொட்டியில் இவ்வகை இயந்திரங்களில் நிரப்ப வேண்டும். நீரின் அளவானது துணிகளின் அளவிற்கு ஏற்ப நீரின் அளவு குறிக்கப்பட்ட அளவிற்கு இருக்க வேண்டும். சலவைத்தூளும் நீலமும் நிரப்பப்பட வேண்டும். துவைக்கும் பணியானது துணிகளின் வகைக்கேற்ப துவைக்கப்படுகிறது. துவைக்கும் நேரம் நிர்ணயிக்கப்பட்டு இயந்திரம் இயக்கப்படுகிறது. பொதுவாக சலவை இயந்திரத்தின் கலக்கியானது நேரிடையாக எந்தவித பற்சக்கர இணைப்பும் இல்லாமல் மின்னோடியுடன் இணைக்கப்படுகிறது.

நிர்ணயிக்கப்பட்ட துவைக்கும் நேரம் முடிந்தவுடன், துவைக்கும் தொட்டியில் உள்ள நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. துணிகள் தேங்கியுள்ள சலவைத்தூளை அலசி நீக்க மீண்டும் நீர் நிரப்பப்படுகிறது. தேவையான அலகம் நேரம் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. அலகம் பணி முடிந்தவுடன் துணிகள் பிழியும் தொட்டிக்கு மாற்றப்பட்டு, தொட்டியானது அதிவேகத்தில் சுழற்றப்படுகிறது. மைய விலக்கு விசையினால் துணிகளில் உள்ள நீர் வெளியேற்றப்படுவதுடன் துணிகள் உலர்த்தும் நிலையை அடைகிறது. பிழியும் செயலுக்கு தேவையான நேரத்தை பிழியும் நேரக்கட்டுப்பாட்டு கருவியின் உதவியால் நாமே தேவையான அளவு நிர்ணயம் செய்யலாம். பிழியும் சுற்று முடிந்தவுடன் துணிகள் தகுந்த இடத்தில் உலர்த்தப்படுகிறது.

நன்மைகள்

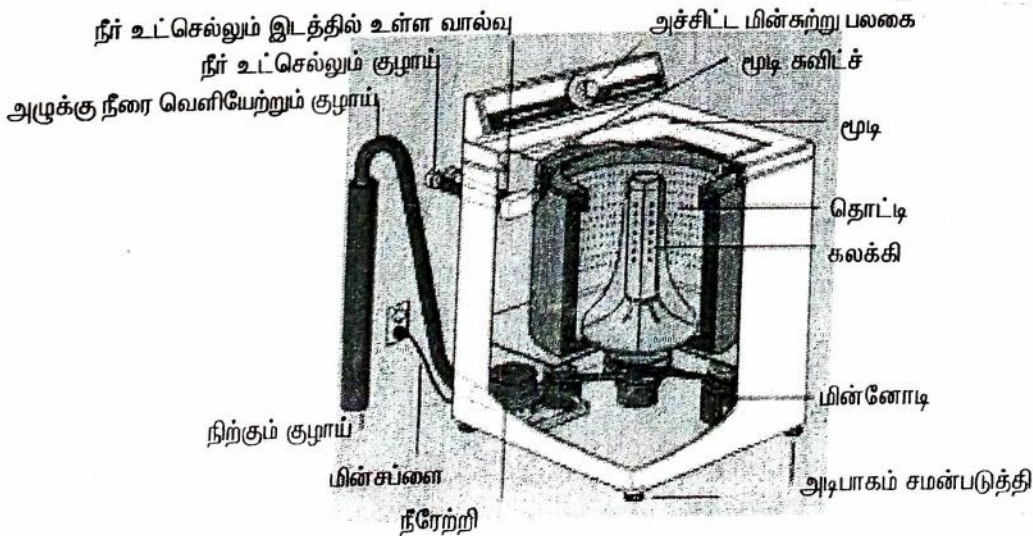
- 1) நிறை தானியங்கி சலவை இயந்திரத்துடன் ஒப்பிடும் போது இதன் விலை 30 சதவீதம் முதல் 50 சதவீதம் வரை குறைவு என்பதால் இவ்வகை இயந்திரம் நடுத்தரம் மற்றும் குறைந்த வருவாய் பிரிவு மக்களுக்கு ஏற்றது.
- 2) துவைக்கும் நேரத்தை நாமே நிர்ணயம் செய்வதால் மின் செலவு குறைவு.
- 3) மேல்நிலை நீர்த்தொட்டியோ, குழாய் இணைப்போ இல்லாத இடங்களுக்கு ஏற்றது.

குறைகள்

- 1) பெயருக்கு தகுந்தாற்போல்தண்ணீரை நிரப்புவது துணிகளை ஒரு தொட்டியிலிருந்து மறு தொட்டிக்கு மாற்றுவது போன்ற வேலைகள் நாமே செய்ய வேண்டும்.
- 2) ஒரு சில தயாரிப்புகளில் வெப்ப மின் இழை பொருத்தப்பட்டுள்ளது
- 3) கவனமாக கையாள வேண்டும். இல்லையெனில் நீர் கசிவு ஏற்படும்.

மேற்புறதிறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் அடிப்படை கட்டுமானம்

படத்தில் மேற்புற திறப்பு சலவை இயந்திரத்தின் உள் கட்டமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 12.9 - மேற்புற திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் உள் கட்டமைப்பு

கீழ்க்கண்ட உபகரணங்கள் சலவை இயந்திரம் மேற்புறத்திறப்பு என்றாலும், முன்புறத் திறப்பு என்றாலும் அனைத்திலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பலவகை தயாரிப்பு மாதிரிகளானது இந்த பாகங்கள் பல்வேறு இடங்களில் பொருத்தப்படுவதை பொருத்து மாறுபடுகிறது. இப்பாகங்கள் ஒவ்வொன்றும் குறிப்பிட்ட செயல்பாட்டை செய்வதாகும்.

1) நீர் உட்செல்லும் குழாயின் கட்டுப்படுத்தும் திருகி

சலவை இயந்திரத்தின் நீர் உட்செல்லும் குழாயில் கட்டுப்படுத்தும் திருகியானது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. துணிகளை சலவை இயந்திரத்தில் நிரப்பியவுடன் இத்திருகியானது தானியங்கியாக திறந்து தேவையான நீரை நிரப்புவதுடன் தானியங்கியாகவே நீரை நிறுத்தி விடுகிறது. இந்த நீரை கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பானது ஒரு சொலினாய்டு அமைப்பாகும்.

2) நீரேற்றி

நீரேற்றி சலவை இயந்திரத்தில் நீர் சுழற்சியை ஏற்படுத்துகிறது. இது இரண்டு வழிகளில் செயல்படுகிறது. துவைக்கும் சுற்றில் நிரப்புகிறது. மற்றும் பிழியும் சுற்றில் துணிகளில் உள்ள நீரை வெளியேற்றுகிறது.

3) தொட்டி

சலவை இயந்திரத்தில் உள்தொட்டி மற்றும் வெளிக்தொட்டி என்ற இரு தொட்டிகள் உள்ளன. சாதாரணமாக இவை எஃகு தகட்டினால் தயாரிக்கப்பட்டு அரிமானத்தை தடுக்க துத்தநாகப் பூச்சு பூசப்பட்டுள்ளது. துணிகள் உள்தொட்டியில் நிரப்பப்படுகிறது. இங்கு துணிகள் துவைத்தல், அலசுதல், உலர்த்துதல் போன்ற பணிகள் நடைபெறுகிறது. உள் தொட்டியில் வெட்டப்பட்ட சிறுதுளைகள் நீரை வெளியேற்ற பயன்படுகிறது. வெளி தொட்டியானது உள் தொட்டியை மூடுவதுடன் பல்வேறு சுற்றுகளில் துணியை துவைக்கப் பயன்படுகிறது.

4) கலக்கி அல்லது சுழலும் தட்டு

கலக்கி உருளை வடிவத்தில் பிளாஸ்டிக்கினால் தயாரிக்கப்பட்டு உள்தொட்டியின் நடுவில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இது துணிகளை சுத்தப்படுத்தும் மிக முக்கிய செயலை செய்யும் முக்கிய பாகமாகும். துவைக்கும் சுற்றில் கலக்கியானது தொடர்ந்து சுற்றுவதால் நீர் சுழற்றப்படுவதுடன் துணிகள் தொட்டியில் உள்ளே சுழல வைக்கப்படுகிறது. துணிகள் சுழலுவதால் சலவை தூள் கலந்த நீரில் துணிகளின் அழுக்கு வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு கலக்கி துணிகளை ஒன்றோடு ஒன்று தேய்த்து துவைக்கும் முக்கிய பணியைச் செய்கிறது.

சில வகை சலவை இயந்திரத்தில் நீண்ட கலக்கிக்கு பதிலாக மேற்புறம் கத்தி போன்ற அமைப்புடைய வட்ட தட்டுகள் உள்ளன. சுழலும் வட்டத்தட்டும் அதன் கத்தி அமைப்பும் ஒரு திடமான நீர் சுழற்சியை ஏற்படத்தி துணிகளை ஒன்றோடு ஒன்று தேய்த்து அழுக்கை நீக்க உதவுகிறது.

5) சலவை இயந்திரத்தின் மின்னோடி

மின்னோடியானது கலக்கி அல்லது வட்ட தகட்டுடன் இணைக்கப்பட்டு அவற்றை சுழலச் செய்கிறது. இவை பல வேகங்களில் சுழலக்கூடியவை இவற்றின் வேகம் தேவைக்கேற்ப மாற்றப்பட்டுள்ளது. நிறை தானியங்கி சலவை இயந்திரங்களில் மின்னோடியின் வேகம் அதாவது கலக்கியின் வேகம் பளுவின் அளவிற்கு தகுந்தாற்போல் தானாக மாறக்கூடியது. உண்மையில் மின்னோடி துவைக்கும் செயலை அதிகரிக்க செய்கிறது. எனவே மின்னோடியானது மிக முக்கிய பாகமாகும். மிக அதிகமான இயந்திரங்களில் ஒரு நிலை, 230வோல்ட், 50 ஹெர்ட்ஸ் மின்தேக்கி தொடக்க மற்றும் இயக்க அணில் கூண்டு வகை தூண்டல் மின்னோடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்மின்னோடி 1/3 குதிரைத்திறன் முதல் 1/2 குதிரைத்திறன் வரையிலான குதிரை சக்தி திறனுடையதாக இருக்கும்.

இம்மின்னோடிகள் அதிக பளு மற்றும் அதிக வெப்பநிலையில், பாதுகாப்பாக இயங்க
 ஈருலோக பட்டையுடன் கூடிய மிகை வினை துண்டிப்பான் அல்லது வெப்ப இணைப்பி
 பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மின்னோடியின் மீது நீர்க்கசிவு ஏற்படாதவாறு தகுந்த இடத்தில்
 மின்னோடியானது பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

6) நேரக்கட்டுப்பாட்டு கருவி

நேரக் கட்டுப்பாட்டு கருவியில் தேவையான துவைக்கும் கால அளவை தானியங்கியாக
 இல்லாமல் நம்முடைய விருப்பத்திற்கேற்ப நாமே நிர்ணயம் செய்து கொள்ளலாம். தானியங்கி
 நிலையில் சலவை இயந்திரம் அதில் உள்ள துணிகளுக்கேற்ப தானியங்கி தானாகவே நேரத்தை
 நிர்ணயம் செய்து கொள்கிறது.

7) அச்சிட்ட மின்சுற்று பலகை

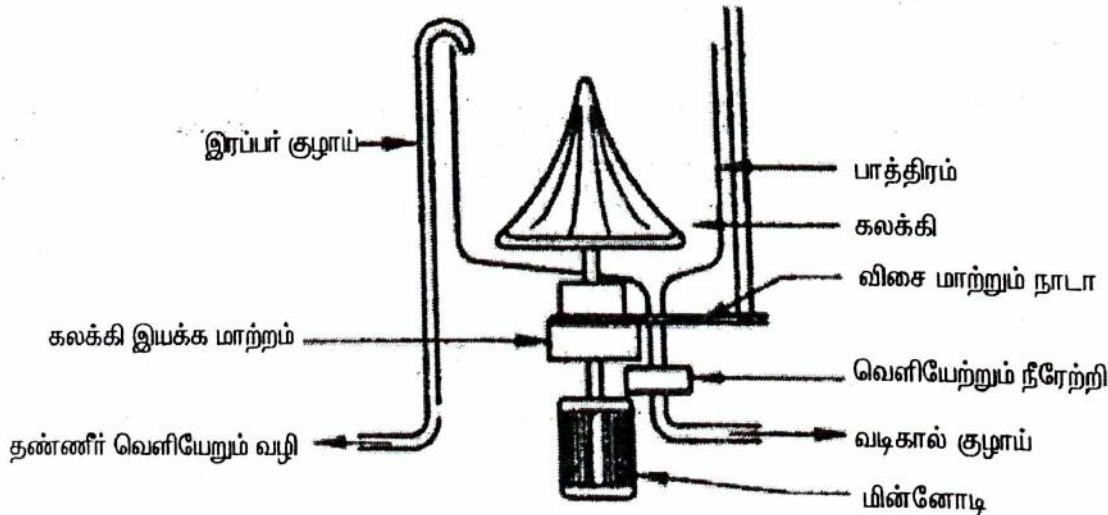
அச்சிட்ட மின்சுற்று பலகையானது பல்வேறு மின்னணு உபகரணங்களையும் மின்சுற்றையும்
 ஒருங்கிணைக்கின்றது. இதில் சலவை இயந்திரத்தில் நிரப்பப்படும் துணிகளின் அளவு மற்றும்
 வகைக்கேற்ப இயந்திரத்தின் செயல்பாடானது முன்கூட்டியே நிர்ணயம் செய்யப்பட்டிருக்கும். இது
 பல்வேறு வெளி சூழலுக்கு தகுந்தாற்போல் புரிந்து கொண்டு முடிவெடுக்கும் வகை
 செயற்கையான புத்தியுடைய உபகரணமாகும். இவை நரம்பி செயல் இணைப்பு முறை என்றும்
 அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு அச்சிட்ட மின்சுற்று பலகையானது மொத்த துணிகள் எடை,
 தண்ணீர் அளவு மற்றும் சோப்பு தூள் அளவு, துவைப்பதற்கான மொத்த கால அளவு ஆகியவற்றை
 கணக்கீடு செய்கிறது. மேலும் இவை துவைப்பது, அலகவது, பிழிவதற்கான கால அளவுகளையும்
 கணக்கீடுகிறது.

8) வடிகால் குழாய்

இக்குழாயானது சலவை இயந்திரத்தில் துவைக்க பயன்படுத்திய அழுக்கு நீரை வெளியேற்ற
 பயன்படுகிறது.

மேல்திறப்புள்ள சலவை இயந்திரம் செயல்படும் விதம்.

துவைக்கும் பணியானது உள் தொட்டியில் துவங்குகிறது. இதில் துணியுடன் நீரையும்
 சோப்புத் தூளையும் சேர்க்கும் பணி நடைபெறுகிறது. சோப்புத்தூள்களில் உள்ள என்சைம்கள்
 துணிகளை சுத்தம் செய்கின்றது. உள் தொட்டியில் துணிகள் கலக்கியை சுற்றி மேலும் கீழும்
 சுற்றிலும் நகருகிறது.



படம் 12.10 மேல்திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் அமைப்பு

கலக்கி என்சைம்களை துணிகள் மீது செயல்பட செய்கிறது. கலக்கியானது பிளாஸ்டிக்கால்
 தயாரிக்கப்பட்டு உள் தொட்டியின் நடுவில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக கலக்கியில்
 இறக்கை போன்ற அமைப்புள்ளது. இவ்வமைப்பு இதன் செயல்பாட்டுக்கு உதவுகிறது.
 கலக்கியானது துணிகள் சோப்பு தூளுடன் நன்கு சேர்க்கும் வகையில் மேலும், கீழும் மற்றும்
 முன்னும் பின்னும் நகர்த்துகிறது. உள் தொட்டியும் கலக்கியுடன் சேர்ந்து நகருகிறது.

இச்செயல்பாடானது நிர்ணயிக்கப்பட்ட நேர அளவு வரை நடைபெறும். கலக்கியானது துணிகள் துவைக்கப்படுவதை உறுதி செய்கிறது. இந்த சுற்றானது துவைக்கும் சுற்று என்றழைக்கப்படுகிறது.

நேரக்கட்டுப்பாட்டு கருவியானது நம் விருப்பத்திற்கேற்ப துவைக்கும் நேர அளவை நிர்ணயம் செய்யப்பயன்படுகிறது. தானியங்கி நிலையில் சலவை இயந்திரத்தில் உள்ள துணிகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப துவைக்கும் நேர அளவு தானியங்கியாகவே நிர்ணயம் செய்யப்படுகிறது. துவைக்கும் சுற்றில் கலக்கியும் உள்தொட்டியும் ஒரு சக்தி வாய்ந்த மின்னோடியினால் சீரான அளவில் நகர்த்தப்படுகிறது. உண்மையில் மின்னோடி தான் துவைக்கும் பணியை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

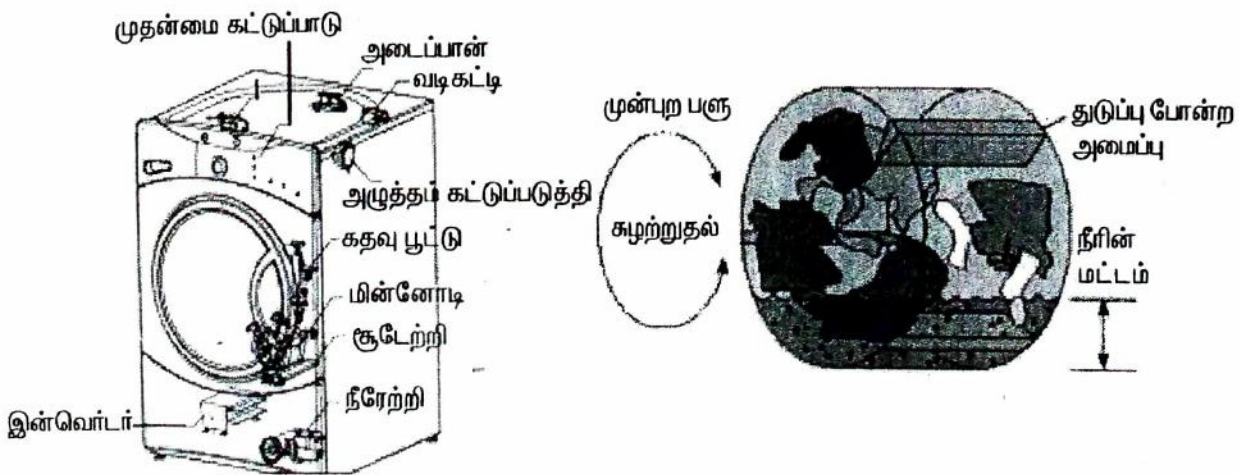
உள்தொட்டியானது அதிக துளைகளுடன் உள்ளது. மைய விலக்கு விசையானது உள்தொட்டி நீரை நிலையாக உள்ள வெளி தொட்டிக்கு இழுக்கின்றது. இங்கிருந்து வடிகால் குழாய் வழியாக நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. துவைக்கப்பட்ட நீர் வெளியேற்றப்பட்ட பின் புதிய நீர் உள்தொட்டியில் நிரப்பப்படுகிறது. கலக்கியானது மீண்டும் துணிகளை மேலும் கீழும், முன்னும் பின்னும் நகரச் செய்கிறது. இது இரண்டாவது சுற்று அதாவது அலகம் சுற்றாகும். இச்சுற்றில் துணிகளில் துவைக்கும் சுற்றில் தேங்கிய சோப்பு வெளியேற்றப்படுகிறது. அலகம் சுற்று முடிந்தவுடன் இயந்திரத்தில் இருந்து நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது.

நீர் வெளியேற்றப்பட்ட பின் மின்னோடி இயக்கப்படுகிறது. உள்தொட்டியானது அதிவேகத்தில் இயக்கப்படுகிறது. இதனால் மைய விலக்கு விசை காரணமாக துணிகளில் தேங்கியுள்ள நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. இச்சுற்றானது குறிப்பிட்ட நேரம் செயல்படும்வண்ணம் நேரக்கட்டுப்பாடு செய்யப்பட்டிருக்கும். துணிகளில் உள்ள அதிகப்படியான நீர் வெளியேற்றப்பட்டு துணிகள் ஈர நிலையில் இருக்கும் இம்மூன்றாவது சுற்றானது பிழியும் சுற்று என்று அழைக்கப்படுகிறது. இச்சுற்றில் துணிகளில் உள்ள அதிகப்படியான நீர் முடிந்தளவு வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு துணிகள் துவைக்கப்பட்டு உலர்த்துவதற்கு தயாராகிறது.

முன்புற திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் கட்டுமானமும், செயல்படும் விதமும்

மேற்புற திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தை போன்றே அமைப்பும், செயல்படும் விதம் முன்புற திறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தில் உள்ளது. ஆனால், நீண்ட கலக்கிக்கு பதிலாக இச்சலவை இயந்திரங்களில் உருளை பாத்திரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தம்ளர் சலவைப் பாத்திரம் என்றழைக்கப்படும் உருளை வடிவ தொட்டியின் உதவியால் உருளை சுழலும்போது துணிகள் மேலே உயர்த்தி சென்று கீழே விழச் செய்து துவைக்கும் பணியானது நடைபெறுகிறது.

உருளை பாத்திரத்தில் இறக்கைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இவை கலக்கும் துடுப்பு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது பாத்திரத்தின் பக்கவாட்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சுழலும் பாத்திரமும் இறக்கைகளும் நீரை நன்கு கலக்குவதுடன் துணிகளை ஒன்றொடு ஒன்று தேய்த்து அவற்றிலிருந்து அழுக்கை வெளியேற்றுகிறது. முன்புற திறப்புள்ள இயந்திரத்தில் துணிகள்

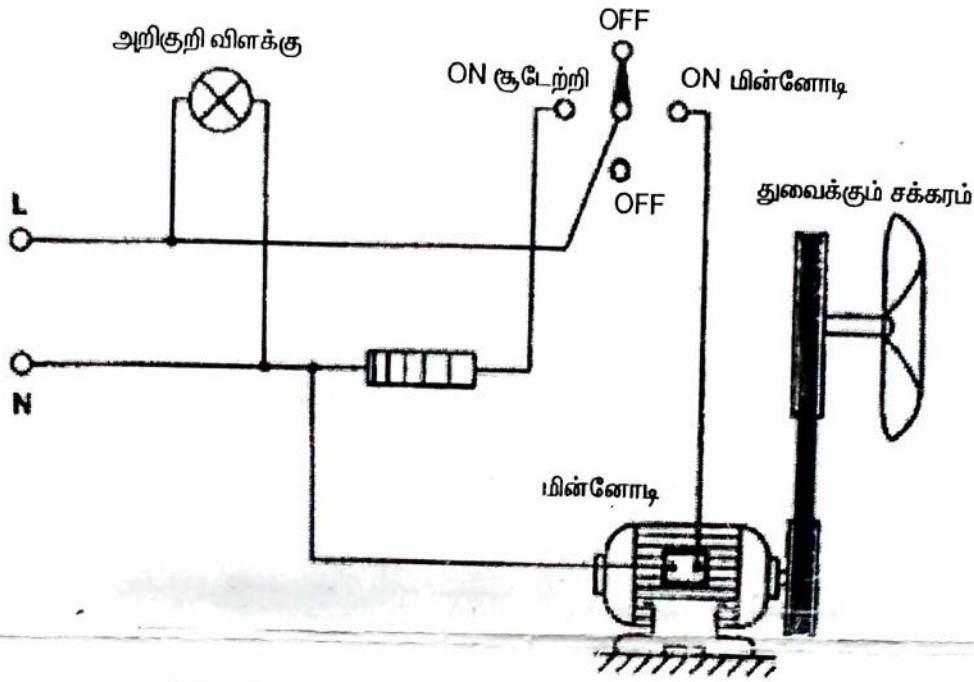


படம் 12.11 - மேற்புறதிறப்புள்ள சலவை இயந்திரத்தின் உட்பக்க தோற்றம்

படம் 12.12 - தம்ளர் சலவை பாத்திரம்

உருளையின் சுழற்சியால் மேலே உயர்த்தி எடுத்து சென்று புவியிர்ப்பு விசையினால் கீழே வீழ்கின்றது. இதனால் துவைக்கும் பணி நடைபெறுகிறது. எனவே இச்செயலால் இவ்வியந்திரத்தில் கலக்கி தேவையில்லை.

குறிப்பு : சில வகையான சலவை இயந்திரங்களில் அவை குறை தானியங்கியோ, அல்லது நிறை தானியங்கியோ அவ்வியந்திரத்தின் அடிப்புறத்தில் வெப்ப மின் இழை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை பொதுவாக சலவை இயந்திரத்தின் அடிப்புறத்தில் குழாய் வடிவ வெப்ப மின் இழை நிரந்தரமாக பொருத்தப்பட்டிருக்கும். துணிகளில் உள்ள கடின கறைகளை இலகச் செய்து விரைவாக துவைப்பதற்கு வெண்ணீர் உருவாக்க வெப்ப மின் இழை பயன்படுகிறது.



படம் 12.13 வெப்ப இழையுடன் சலவை இயந்திரத்தின் தோற்றம்

முன்புற திறப்பு மற்றும் மேற்புற திறப்புள்ள சலவை இயந்திரங்களுக்கு இடையில் ஒப்பீடு. மேற்புற திறப்பு வகை

- ◆ தற்பொழுது சந்தையில் பல்வேறு அமைப்புகளில் வண்ணங்களில் நவீன வசதிகளுடன் கூடிய சலவை இயந்திரங்கள் அதிகம் கிடைக்கின்றன.
- ◆ விலை குறைவு, குறைவான வினைத்திறன்.
- ◆ துவைக்கும் தொட்டி எளிமையான செயல்பாட்டுடன் கிடைக்கின்றது.
- ◆ சாதாரண சலவைத்தூள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- ◆ வெண்ணீருக்கு தனி குழாயும் வெப்ப மின்னியையும் பொருத்தப்பட்ட இயந்திரங்கள் ஒரு சில வகைகளில் மட்டும் கிடைக்கின்றது.

முன் திறப்பு வகை

- ◆ பெரிய அளவில் துணி துவைக்கும் கடைகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட முன்திறப்பு வகை இயந்திரங்கள் தற்பொழுது வீடுகளில் பயன்படுத்தும் வகையாகக் கிடைக்கிறது.
- ◆ உலர்த்தும் வசதி உள்ளது.
- ◆ மேற்திறப்பு வகையை விட விரைவாக பிழியும் பணியைச் செய்கிறது. அதிக நீரை இச்சுற்றில் வெளியேற்றுகிறது. இதனால் பணமும், சக்தியும் சேமிக்கப்படுகிறது. எவ்வாறெனில், இச்சுற்றில் உலர்த்தும் நேரம் குறைவதன் காரணத்தால் இது சாத்தியமாகின்றது.
- ◆ குறைவான நீர் பயன்பாட்டினால் செலவு குறைகிறது.
- ◆ அமைப்பிற்கு தகுந்தாற்போல் சிறப்பு சலவைத் தூள் தேவைப்படுகின்றது.
- ◆ மேற்திறப்பு வகையை விட 30 சதவீதம் விலை அதிகம்.

- ◆ வெப்ப மின்னிழையுடனும், உலர்த்தும் வசதியும் உள்ளது.
- ◆ தேவைக்கேற்ப நீரின் வெப்பநிலையை மாற்றிக் கொள்ளலாம்.
- ◆ நீலம் மற்றும் துணிகளை புதுபொலிவுடன் வைக்கும் திரவம் அல்லது தூள் ஆகியவற்றை பயன்படுத்தும் வசதி.
- ◆ கதவை திறப்பதால் எளிதாக நீரானது வெளியேற்றப்படுகிறது.

சலவை இயந்திரத்தின் பழுதுகளும் நிவர்த்தியும்

சலவை இயந்திரத்தில் பல்வேறு குறைபாடுகள் இருந்தாலும் பொதுவாக மக்கள் சில குறிப்பிட்ட குறைபாடுகளை சந்திக்கின்றனர். இக்குறைபாடு வித்தியாசமான ஒன்றாக இருந்தால் பழுது பார்ப்பவரை அழைக்க வேண்டியது அவசியமாகும். ஏனெனில், சலவை இயந்திரத்தின் பழுதுகளை கண்டறிவது எளிதானது அல்ல. இனி சலவை இயந்திரத்தின் பலவகையான பழுதுகளையும் நிவர்த்தியையும் காண்போம்.

சலவை இயந்திரம் துணிகளை பிழிவதில்லை

இக்குறைபாடானது அதிகமான துணிகளை ஒரே நேரத்தில் நிரப்புவதால் ஏற்படும். சில துணிகளை வெளியேற்றி குறைவான துணிகளுடன் மீண்டும் பிழியும் சுற்று துவங்கலாம். மூடியில் உள்ள இயக்கி உடைந்திருந்தாலோ, மின்னோடியின் விசைமாற்றும் நாடா தளர்ந்திருந்தாலோ அல்லது துண்டாகியிருந்தாலோ கட்டுப்படுத்தும் சாதனங்கள் பழுது இருந்தாலோ இக்குறைபாடு ஏற்படும். நமக்கு பழுது நிக்கம் தெரிந்திருந்தால் நாமே தேவைப்பட்டால் இயக்கி அல்லது விசை மாற்றும் நாடா புதிதாக மாற்றி சரிசெய்யலாம். இல்லையெனில் பயிற்சி பெற்றவரை அழைத்து சரிசெய்யலாம்.

சலவை இயந்திரம் அழுக்கு நீரை வெளியேற்றுவதில்லை

நீரேற்றியில் அடைப்பு இருந்தால் இக்குறைபாடு ஏற்படும். சக்தி நாடா தளர்வாக இருந்தாலும், வடிகால் குழாயில் அடைப்பு இருந்தாலும், இக்குறைபாடு ஏற்படும். நாடாவை மாற்றியோ, அடைப்பை நீக்கியோ இக்குறைபாட்டை நாமே சரி செய்யலாம். அல்லது சாதனங்கள் பழுது பார்ப்பவரை அழைத்து சரி செய்யலாம்.

சலவை இயந்திரத்தில் நீர் நிரம்புவதில்லை

இக்குறைபாடானது நீர் உட்செல்லும் குழாயில் அடைப்பு நேரக்கட்டுப்பாட்டு கருவியில் பழுது, மூடியில் உள்ள இயக்கி, நீர் அளவு கணக்கிடும் இயக்கி போன்ற இடங்களில் ஏற்படும் பழுதினால் உண்டாகும். இக்குறைபாட்டை அடைப்பை நீக்கியோ இணைப்பியை மாற்றியோ நீக்கலாம்.

சலவை இயந்திரம் இயங்கவில்லை

சலவை இயந்திரத்திற்கான மின்இணைப்பு நன்கு உள்ளதா என சோதிக்க வேண்டும். நன்கு இருப்பின் வெளி மின் முனைகளை மின்னழுத்த ஓம் மீட்டரில் சோதிக்க வேண்டும். வழங்கு மின் கடத்தி மற்றும் மின்னழுத்தம் சோதித்தபின் நன்கு இருப்பின் மூடியின் இயக்கி, நேரக்கட்டுப்பாட்டு கருவியில் குறைபாடு உள்ளது என அறியலாம். பழுது நீக்குபவரை அழைத்து பழுது என்றால் புதிதாக மாற்றலாம்.

சலவை இயந்திரத்தில் கசிவு

பழுதடைந்த குழாய் அல்லது தளர்வான குழாய் இணைப்பினால் இக்குறைபாடு ஏற்படலாம். நீரேற்றி மற்றும் குழாயை கசிவுக்கான சோதனை செய்து சரிசெய்யலாம்.

சலவை இயந்திரத்தின் கலக்கி இயங்குவதில்லை.

மூடியின் இயக்கி, பெல்ட் நேரக்கட்டுப்பாட்டுக் கருவி மற்றும் இயந்திர இணைப்புகளை சோதிக்க வேண்டும். கலக்கியை சுற்றி துணிகள் சுற்றியிருந்தாலும் இக்குறைபாடு ஏற்படும்.

சலவை இயந்திரத்தில் சப்தம் உண்டாகுதல்

அதிக பளுவினாலும், சமநிலை தவறுவதினாலும் இக்குறைபாடு ஏற்படும். அதிக துணிகளை இயந்திரத்தில் நிரப்பக் கூடாது. சில துணிகளை வெளியேற்ற வேண்டும். இக்குறைபாடு சரி செய்யப்படவில்லையெனில், தவறான சக்தி மாற்றம் ஏற்படுவதுடன் கலக்கி உடைந்து விடும். பழுது நீக்கம் செய்பவரை அழைத்து பழுதை நீக்கலாம்.